



# Agricultura sin glifosato

ALTERNATIVAS PARA UNA  
TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA



**GREENPEACE**



# Agricultura sin glifosato

ALTERNATIVAS PARA UNA  
TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA



**GREENPEACE**

**Autores:**

Miguel Ángel Escalona Aguilar  
Manuel Becerra  
María Isabel Noriega Armella  
Clarissa Cerdán Fernández  
Ariadna Tercero Pérez  
María Isabel Vilis Hernández

**Coordinación:**

Viridiana Lázaro  
Verónica Patraca

**Revisión editorial:**

Angélica Simón

**Diseño:**

Dulce Perezchica

*Ciudad de México, 2021*

# Índice

<b>Introducción</b>	5
<b>Glifosato ¿de qué estamos hablando?</b>	5
<b>Agricultura industrializada y el uso excesivo de agroquímicos</b>	6
<b>¿Para qué se usa el glifosato?</b>	8
<b>¿Qué son las arvenses?</b>	9
<b>La toxicidad cancerígena del glifosato reconocida por los estudios científicos</b>	10
<b>Capítulo I. Análisis jurídico</b>	11
Marco jurídico convencional del decreto sobre el glifosato	12
<b>El principio de precaución</b>	13
<b>Las convenciones internacionales de alcance universal y el principio de precaución</b>	14
El carácter obligatorio del principio de precaución en el derecho internacional. El principio de precaución como norma consuetudinaria internacional	16
<b>El Tratado México, Estados Unidos, Canadá. Un tratado complejo</b>	17
<b>El T-MEC y sus principios</b>	19
<b>T-MEC y las medidas sanitarias y fitosanitarias</b>	22
<b>Relación entre comercio internacional y medio ambiente</b>	23
La jurisprudencia en materia de comercio exterior y medio ambiente en relación con el artículo XX del GATT	23
<b>El orden público internacional</b>	24
<b>Contradicción entre tratados de derechos humanos, del medio ambiente y los tratados comerciales</b>	24
<b>El sistema de recepción de los tratados en México</b>	25
<b>Las decisiones de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en materia de tratados</b>	26
Reformas a la Constitución en materia de derechos humanos del año 2011	26
Conclusión	26
<b>Uso y regulación del glifosato en Europa</b>	27
<b>Capítulo II. Prácticas alternativas al glifosato para el manejo de arvenses</b>	29
<b>Manejo integrado de arvenses</b>	30
<b>A. Prácticas que buscan disminuir la abundancia o evitar el crecimiento de las arvenses</b>	32
A.1 Prevención y manejo del banco de semillas de las arvenses	32
A.1.1 Semilla de calidad	32
A.1.2 Abonos orgánicos libres de arvenses	33
A.1.3 Semilleros o almácigos libres de arvenses	33
A.1.4 Cuarentena de ganado	33
A.1.5 Lavado de equipo y maquinaria	34
A.1.6 Control en canales de riego	34
A.1.7 Evitar la labranza convencional y profunda	34
A.1.8 Evitar producción de semillas de arvenses	35
A.1.9 Depredación de semillas	35
A.1.10 Destruidores de semillas (equipo motorizado)	35
<b>A.2. Control físico (térmico y eléctrico)</b>	35
A.2.1 Solarización	35
A.2.2 Falsa siembra	36
A.2.3 Vapor/agua caliente	36
A.2.4 Flameo	36
A.2.5 Electricidad	37
<b>A.3 Uso de coberturas, arropo o mulch</b>	37
A.3.1 Residuos de cosecha o de poda y otras cubiertas orgánicas	37

A.3.2 Coberturas inorgánicas: plástico	38
<b>A.4 Manejo mecánico (arrancar o cortar arvenses)</b>	38
A.4.1 Deshierbe con herramientas manuales	38
A.4.2 Yunta o arado (tracción animal)	38
A.4.3 Desbrozadora o chapeadora	39
A.4.4 Motocultor, maquinaria ligera y equipos acoplados a tractores (rastras, surcadoras, chapoleadoras)	39
<b>A.5 Manejo biológico</b>	40
A.5.1 Insectos	40
A.5.2 Patógenos	40
A.5.3 Animales	41
<b>A.6 Control químico (moléculas de síntesis química y moléculas contenidas en vegetales)</b>	41
A.6.1 Plantas y sustancias alelopáticas, extractos naturales y aceites esenciales	41
A.6.2 Vinagre y ácido acético	42
A.6.3 Urea y orina	42
A.6.4 Nitrato de amonio	43
A.6.5 Herbicidas comerciales a base de extractos naturales	43
A.6.6 Herbicidas de síntesis química con baja toxicidad	43
<b>B. Prácticas que favorecen que los cultivos tengan mayores posibilidades de acceder a los recursos que las arvenses</b>	44
B.1. Cultivar variedades más competitivas	44
B.2. Uso de almácigos, en los casos que sea factible	44
B.3. Riego y abonado localizados	44
B.4. Aumento de la densidad de siembra	44
B.5. Cultivos mixtos o policultivo	45
B.6. Abonado presiembra o abonado de fondo	45
B.7. Modificación del tiempo de siembra	46
B.8. Uso de coberturas vivas o cultivos de cobertura	46
<b>C. Prácticas que buscan incidir en la composición de las comunidades de arvenses</b>	47
C.1. Entendimiento y buen manejo del suelo, visto como un ecosistema (rizosfera)	47
C.2 Aprovechamiento de arvenses en el agroecosistema	47
C.3 Minimizar la adaptación y competitividad de las malezas	48
C.3.1 Rotación de cultivos	48
C.3.2 Rotación de prácticas de manejo	48
<b>El uso del glifosato como desecante y alternativas</b>	49
Propósitos de usar glifosato como desecante y alternativas	49
Riesgos del glifosato como desecante pre-cosecha	51
Alternativas naturales que funcionan como desecantes	53
<b>La eliminación del glifosato y de la transición hacia la agroecología en México es viable</b>	53
<b>Casos de estudio</b>	58
<b>Organización social, mecanismos de participación y políticas públicas</b>	81
<b>Conclusiones generales</b>	86
<b>Acciones para fortalecer el decreto presidencial que prohíbe el maíz transgénico y el glifosato para avanzar en la transición agroecológica.</b>	88
<b>Anexo 1</b>	90
<b>Anexo 2</b>	92
<b>Anexo 3</b>	92
<b>Listado de personas entrevistadas y personas que respondieron cuestionario</b>	95
<b>Metodología</b>	99
<b>Bibliografía citada</b>	101



# Introducción

## Glifosato

### ¿de qué estamos hablando?

El 31 de diciembre de 2020 el gobierno mexicano publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el decreto que marca la prohibición progresiva del glifosato y la prohibición del maíz transgénico -hacia 2024-.

El denominado “DECRETO” (*por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente*), es de gran importancia para México pues tiene dos objetivos fundamentales: la prohibición del maíz transgénico en la alimentación de las mexicanas y mexicanos y en su cultivo -que pone en peligro la riqueza nacional de variedades de maíz-; y la sustitución gradual del glifosato y los agroquímicos que lo contienen por ser altamente contaminante, para 2024.

Por tal motivo este informe analiza el decreto desde dos perspectivas: primero la jurídica; y segundo la técnica, que nos permite vislumbrar alternativas agroecológicas para la sustitución del glifosato con miras hacia la transición agroecológica.

Desde la visión jurídica se hace un análisis del marco jurídico interno y del entorno normativo internacional, ya que refiere a la protección del medio ambiente y a la comercialización de un producto extranjero, ambas situaciones inmersas en las mecánicas de la globalización jurídica.

La inserción de México en la globalización, a través de los tratados de libre comercio ha intensificado el fenómeno por el cual muchos aspectos antes decididos y resueltos por decisiones internas en ejercicio de la soberanía nacional se sujetan a otras variables, como lo serían compromisos con actores externos. Las obligaciones contraídas por México a nivel internacional lo hacen susceptible de reclamaciones por la adopción de decisiones jurídicas como el decreto en comento; en tanto pueden considerarse contrarias a los acuerdos que sostienen la obligación de su aplicación.

En el análisis jurídico desenredamos el entramado de instrumentos normativos de diferente naturaleza para después emitir observaciones sobre la legalidad del Decreto, y evaluar las posibilidades de su defensa ante instancias judiciales nacionales e internacionales.

Una de las tesis que defendemos es que el decreto es plenamente legal, en tanto congruente con el orden público internacional—concepto teórico de aplicación práctica-.

En efecto, de acuerdo con el bloque constitucional en materia de derechos humanos, reconocido por los artículos 1º, 15 y 133 de la Constitución, y las decisiones de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN), la judicatura debe decidir aplicando los tratados internacionales en materia de derechos humanos y del medio ambiente. En otras palabras, la legalidad del decreto deriva de ser parte del orden público internacional.

Desde la perspectiva técnica y en relación a las alternativas agroecológicas para la sustitución del glifosato, se aborda el Manejo Integrado de Arvenses (MIA) que engloba diferentes prácticas

que pueden funcionar en diferentes escalas, dependiendo del agroecosistema, que no intentan erradicar las arvenses y ocasionar un desequilibrio ambiental, sino minimizar su impacto a través de entender las condiciones que las hacen prosperar y combinar prácticas físicas, mecánicas, químicas, biológicas y culturales para mantenerlas en niveles aceptables.

Este informe va dirigido a las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, quienes se han comprometido a dar cabal cumplimiento al decreto presidencial, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. Asimismo deberán revocar y abstenerse de otorgar autorizaciones para el uso de grano de maíz genéticamente modificado en la alimentación de las mexicanas y los mexicanos, y de otorgar permisos de liberación al ambiente de semillas de maíz genéticamente modificado. Con fecha límite del 31 de enero de 2024. Las dependencias responsables de cumplir con dicho decreto son las siguientes: Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Economía (SE), Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), Secretaría de Salud (SSA) (DOF, 2020).

Este informe fue realizado con el fin de dar información sistematizada sobre las alternativas que existen actualmente para la sustitución del glifosato y otros plaguicidas altamente peligrosos. Es una compilación de información ya existente, que se considera relevante para poder realizar un cambio sistémico y transitar hacia la agroecología. Así como para hacer frente a los ataques al decreto presidencial, provenientes principalmente de la agroindustria.

## **Agricultura industrializada y el uso excesivo de agroquímicos**

La agricultura denominada como industrializada, por la cantidad de insumos sintéticos que emplea para mantener sus producciones, está caracterizada por el uso de grandes extensiones para un solo cultivo, en el cual se emplean enormes cantidades de agroquímicos, ya sea para nutrir a las plantas cultivadas, o para eliminar factores que pongan en riesgo la cosecha y la inversión establecida, entre estos productos se encuentran los herbicidas, agentes químicos que matan a las plantas con las que puede competir el cultivo. Esta forma de producción extractivista ha provocado que los ciclos naturales se vean interrumpidos, como es el de la materia orgánica y los muchos minerales que son básicos para el crecimiento de las plantas. Asimismo, es un factor más que ha provocado la expulsión de muchos agricultores de pequeña y mediana escala de sus tierras y la degradación del suelo por el uso excesivo de productos sintéticos.

Entre los productos de síntesis química que más se emplean, se encuentran los herbicidas sintéticos, mismos que generan grandes impactos en la dinámica biológica y de los ciclos bioquímicos en los agroecosistemas, no solo al eliminar especies útiles de arvenses, sino también por contribuir a la pérdida de la fertilidad del suelo, daños en la salud de los ecosistemas y de las personas, tanto de quienes los aplican como de quienes consumen los alimentos tratados con estos productos.

Por ejemplo, en el caso del Paraquat®, uno de los herbicidas más empleados en el mundo para matar arvenses y como desecante de cultivos antes de ser cosechados, se ha encontrado que las personas que están expuestas a las partículas de este producto, pueden ser más sensibles a desarrollar Parkinson (Yi-Hsien et al., 217).

La exposición a estos productos de síntesis química no solo puede ser al momento de aplicarlos, sino que se pueden consumir en los alimentos. Un estudio realizado en Sudáfrica al evaluar 5 diferentes herbicidas (Zimazina, Atrazina, Alaclor, Metalocloro y Butacloro) reporta que puede ser acumulado en diferentes especies de peces y que, al momento de ser consumidos de forma frecuente, pueden desarrollar cáncer u operar como disruptores endocrinos (Ojemaye, 2020).

Los transgénicos que son organismos genéticamente modificados se relacionan con los productos de síntesis química utilizados en la agricultura, porque son cultivos que pueden ser resistentes a ciertos herbicidas, entre los cuales destaca la resistencia inducida al glifosato, la cual se debe a la inserción de genes de resistencia en el genoma de la planta, que provienen de una cepa bacteriana del suelo (Hernández-Ríos, 2018). La relación de los transgénicos y los agroquímicos resulta casi insoluble, pues los transgénicos han permitido que se utilicen grandes cantidades de agroquímicos que resultan tóxicos para la salud y el medio ambiente, así como los transgénicos tienen efectos irreparables para la biodiversidad y la salud humana. Por lo tanto, los transgénicos y los agroquímicos son la punta del iceberg de un sistema agroalimentario industrial insostenible, dañino para la salud humana y de los ecosistemas.

El actual sistema agroindustrial, ha puesto a la población mexicana en una situación de vulnerabilidad ante el COVID-19, en primera instancia porque el sistema agroalimentario industrializado, que incluye a la comida chatarra, ha incrementado las enfermedades relacionadas con la mala alimentación que hacen más vulnerables a las personas frente al Covid-19. En segundo lugar porque la agricultura industrializada ha ocasionado la deforestación de los bosques y selvas; ha propiciado la destrucción de los ecosistemas; la expansión de las tierras de cultivo para producir piensos para alimentar a la ganadería industrial intensiva. La ganadería y agricultura industrializada, cercana a los centros de población y ciudades, provoca la invasión de los ecosistemas naturales por la actividad humana, lo cual nos pone en un mayor contacto con la vida silvestre que de otra forma no podría darse, lo que favorece la transmisión de patógenos. Además de que este sistema ha erosionado los suelos; contaminado el agua y contribuye con las emisiones de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático.

Los agroquímicos utilizados en la agricultura, en particular los plaguicidas altamente peligrosos (PAP), son aquellos que tienen una toxicidad aguda alta, pueden causar efectos crónicos en la salud como cáncer, daños reproductivos, alteraciones hormonales, o ser tóxicos al ambiente (RAPAM, 2021). Los criterios que la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) desarrollaron para clasificarlos como tales, son los siguientes (PAN,2021):

- Formulaciones de plaguicidas que cumplen con los criterios de las clases IA (extremadamente peligroso) o IB (altamente peligroso) de las Recomendaciones de la OMS Clasificación de plaguicidas por peligrosidad; o
- ingredientes activos (que causan cáncer) de plaguicidas y sus formulaciones que cumplen con los criterios de carcinogenicidad categorías 1A y 1B del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos (GHS por sus siglas en inglés); o
- ingredientes activos de plaguicidas y sus formulaciones que cumplen con los criterios de mutagenicidad (que causa mutaciones en células humanas) categorías 1A y 1B del GHS; o
- ingredientes activos de plaguicidas y sus formulaciones que cumplen con los criterios de reproducción las categorías de toxicidad 1A y 1B del GHS; o
- ingredientes activos de plaguicidas enumerados por el Convenio de Estocolmo en sus Anexos A y B, y aquellos que cumplan con todos los criterios del párrafo 1 del Anexo D de la Convención; o
- ingredientes activos y formulaciones de plaguicidas enumerados por el Convenio de Rotterdam en su Anexo III; o
- plaguicidas incluidos en el Protocolo de Montreal; o
- ingredientes activos de plaguicidas y formulaciones que han mostrado una alta incidencia de efectos adversos o irreversibles sobre la salud humana o del medio ambiente.

Además de los criterios establecidos por la reunión conjunta de expertos de la FAO y la OMS, la Red Internacional de Plaguicidas (PAN) ha propuesto un conjunto más amplio de indicadores de peligrosidad, algunos de ellos usados por autoridades reconocidas, como la Unión Europea y la Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA). Estos indicadores se describen a continuación (Bejarano, 2018) (PAN,2021):

- Toxicidad mortal por inhalación. Ésta es una característica de peligrosidad que se señala con un rombo y una calavera y el código H 330 con la frase “Mortal en caso de inhalación” en las etiquetas de plaguicidas que siguen el GHS.

- Alteración hormonal (perturbación endocrina). Incluye los plaguicidas de la categoría 1 de la Unión Europea (con al menos un estudio que aporta evidencia de perturbación endocrina en un organismo intacto).
- Toxicidad alta para las abejas. Se incluyen los clasificados por la EPA de Estados Unidos como “Altamente tóxico para las abejas” por tener una dosis letal media menor de 2 microgramos por abeja (DL50, µg/abeja < 2).
- Muy persistente en agua, suelo o sedimentos. Es decir, que van a tardar meses, y hasta años, en degradarse para dejar de ser tóxicos.
- Muy tóxicos para los organismos acuáticos. Los que pueden causar la muerte de peces, crustáceos o algas en ríos, lagos y el mar.
- Muy bioacumulables. El potencial de un plaguicida de concentrarse en organismos acuáticos a través de la cadena trófica y que puede causar efectos tóxicos.
- Carcinógeno para los seres humanos según la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (AIIC) (IARC por sus siglas en inglés) o EPA, o “declarado o presunto carcinógenos en humanos” (Categoría I) según la Unión Europea o la GHS de Japón.
- Probable carcinógeno para los seres humanos según IARC, EPA.
- Probablemente carcinógeno para los seres humanos de acuerdo a IARC o EPA.
- Probablemente carcinógeno para los seres humanos: en dosis altas de acuerdo con la EPA.

Como veremos más adelante el glifosato fue considerado como probable carcinógeno por la IARC en 2015, por lo que se considera como plaguicida altamente peligroso (PAP) de acuerdo a los criterios considerados por PAN Internacional.

Además es importante mencionar que los PAP, han ocasionado mayor dependencia a este modelo agroindustrial que atenta contra la biodiversidad y la salud humana, ya que cada vez se necesitan dosis más altas de glifosato para acabar con las arvenses que se adaptan a las altas cantidades de tóxicos vertidos en los campos lo que provoca que los agroquímicos sean menos eficaces y que se usen combinaciones de varios herbicidas, no necesariamente menos tóxicos (Conacyt, 2020).

## ¿Para qué se usa el glifosato?

El glifosato se utiliza principalmente como herbicida. Tiene uso agrícola<sup>1</sup>, pecuario<sup>2</sup>, urbanos<sup>3</sup> jardinería<sup>4</sup> y uso industrial<sup>5</sup>, además es usado como agente desecante, en cultivos como sorgo o soya para secar el grano y adelantar la cosecha, o en caña de azúcar como madurante para aumentar el grado de sacarosa (Bejarano, 2018). Los herbicidas responden a un modelo de control de las arvenses, mal llamadas malezas, que consiste en erradicarlas para evitar la competencia con los cultivos, ya que reducen la productividad de los cultivos entre un 13 y un 30% (Menalled, 2010). Al emplearse como desecante precosecha, hay reportes que indican que quedan residuos en las semillas de los cultivos sembrados, (Aquilano et al, 2017) reportan que la aplicación de glifosato en el cultivo de cilantro como desecante, produce semillas con residuos de este herbicida sin metabolizar (Gly) y su principal metabolito, el ácido aminometilfosfónico (AMPA), reduciendo la cantidad de plántulas normales y afectando el potencial germinativo de las semillas y por lo tanto su calidad.

---

<sup>1</sup> Agrícolas: uso en diversas extensiones, en sistemas de producción agrícola y en productos y subproductos de origen vegetal.

<sup>2</sup> Pecuarios: uso en animales o instalaciones de producción intensiva o extensiva cuyo producto será destinado al consumo humano o a usos industriales. Incluye el uso en animales domésticos.

<sup>3</sup> Urbanos: uso exclusivo en áreas urbanas, industriales, áreas no cultivadas, drenes, canales de riego, lagos, presas, lagunas y vías de comunicación.

<sup>4</sup> Jardinería: uso en jardines y plantas de ornato.

<sup>5</sup> Uso industrial: el plaguicida formulado empleado en la elaboración de productos de uso directo no comestibles, tales como pinturas, lacas, barnices, papel, celulosa o cartón, y el empleado en el tratamiento de aguas de recirculación en procesos industriales, según se define en el reglamento.

En los últimos 60-80 años, el modelo de erradicación de las arvenses por medio de herbicidas ha sido impulsado por la agroindustria y difundido por las universidades, los agrónomos y los técnicos, de tal manera que se ha convertido el paradigma dominante haciendo parecer que no hay otras maneras de tratar las arvenses. Paralelamente, las formas tradicionales de manejo de arvenses se practican menos y muchos de los conocimientos al respecto se han dejado de transmitir. Sin embargo, aún existen muchas personas y comunidades que cultivan sin hacer uso de herbicidas y muchas otras que han transitado del uso de herbicidas a un manejo agroecológico de las arvenses, inclusive a gran escala (Menalled, 2010; CONACYT, 2020).

A pesar de que la agroindustria plantea que a través del uso de herbicidas se logrará la erradicación de las arvenses, este objetivo solo se logra a muy corto plazo en las parcelas, pero a mediano y largo plazo se pierde la fertilidad de los suelos, se hace necesario el uso de cada vez mayores cantidades de herbicidas y aparecen plantas que son resistentes a herbicidas, se contaminan los cuerpos de agua, se deteriora la salud de agricultores, agricultoras y personas consumidoras, se afectan polinizadores y el resto de fauna y flora silvestre (Zimdahl, 2018; Zaller, 2021).

Los cultivos transgénicos resistentes al glifosato, fueron creados para que éste pueda asperjarse sobre toda la parcela, sin embargo, las afectaciones al medio ambiente y a la salud humana tanto del glifosato como de los transgénicos son mayúsculas y ponen de manifiesto la necesidad de cambiar este paradigma de control de arvenses (Menalled, 2010; CONACYT, 2020), incluso en grandes escalas como veremos más adelante en los casos de estudio.

## ¿Qué son las arvenses?

Son plantas que no fueron sembradas por las y los agricultores, y que son parte de la comunidad vegetal de los agroecosistemas. Se les ha llamado malas hierbas o malezas, pues al igual que los cultivos, requieren de agua, sol, nutrientes y compiten por dichos recursos, al mismo tiempo que pueden hospedar enfermedades, insectos plaga e incluso estorbar para las labores de cosecha. Sin embargo, también aportan beneficios importantes en el agroecosistema, por ejemplo; son indicadoras del tipo y fertilidad de los suelos, controlan la erosión y evitan la compactación, generan microclimas favorables para el crecimiento y reproducción de los microorganismos del suelo, mejoran la retención del agua y regulan la temperatura, participan en los ciclos de los nutrientes, son fuente de materia orgánica, una reserva de germoplasma, son alimento y hábitat para polinizadores y enemigos naturales de las plagas de los cultivos, pueden ser usadas como alimento para ganado e incluso muchas son comestibles, medicinales y útiles de otras maneras para las personas, tal vez lo que ocurre es que aún no se aprende cómo aprovecharlas (Lacasta, 2003; Menalled, 2010, Lugo; 2020).

Tomando en cuenta sus beneficios, las arvenses no tendrían por qué ser llamadas malezas e incluso en el movimiento agroecológico mexicano ya se les está empezando a llamar “buenazas”. Lo que sí es necesario, es poder mantener la cantidad y calidad de arvenses en niveles que no afecten la productividad de los cultivos y aprender a conocer sus ventajas y mejores formas para manejar sus beneficios ( E HM; E YM).



# La toxicidad cancerígena del glifosato reconocida por los estudios científicos

De acuerdo con estudios científicos hay una certeza: el uso del glifosato es tóxico. Esto puede comprobarse ante los tribunales y ello detonaría la aplicación de normas de derecho en materia de medio ambiente como la prohibición y el principio de precaución.

Ante la creciente sospecha de que el glifosato produce cáncer, en marzo de 2015, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (AIIC) (IARC por sus siglas en inglés), que es la agencia especializada en cáncer de la Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó un meta-análisis sobre la carcinogenicidad de los insecticidas organofosforados diazinón, malatión y glifosato y los consideró como “probablemente cancerígenos para los seres humanos” (Grupo 2A).

La evaluación de la AIIC ha sido publicada en la revista The Lancet Oncology y concluye lo siguiente:

- “El glifosato ha sido detectado en el aire por fumigación, en el agua y en la alimentación”.
- “Se han encontrado “evidencia de asociación positiva limitada” (no hay certeza absoluta de relación causal) en seres humanos de la carcinogenicidad del glifosato”.
- “En estudios de control de caso por exposición ocupacional en los Estados Unidos, Canadá y Suecia se ha detectado un aumento de los riesgos de contraer linfoma no Hodgkin, incluso después de controlar la concurrencia con otros plaguicidas, aunque en el estudio de cohorte de Salud Agropecuaria no se ha notado un incremento significativo de este cáncer”.
- “En ratones de sexo masculino, un estudio ha probado que el glifosato provoca una tendencia positiva de desarrollar carcinoma túbulo renal, un tumor muy raro. Un segundo estudio en ratones machos encontró también una tendencia positiva de hemangiosarcoma. En otros dos estudios con rata macho, el glifosato aumentó los islotes de adenoma de células pancreáticas”. “Una formulación del glifosato promueve tumores de piel en estudios con ratones”.
- “Se ha detectado glifosato en sangre y en orina de trabajadores agrícolas, lo que indica que es absorbido”.
- “Se sabe que los microbios del suelo degradan el glifosato en ácido aminometilfosfónico (AMPA). Se ha detectado AMPA en sangre tras envenenamientos lo que sugiere que se produce metabolismo microbial en seres humanos”.
- “El glifosato y las formulaciones comerciales con glifosato inducen daño en cromosomas y en ADN de mamíferos y en células humanas y animales in vitro”.
- “Un estudio informaba de incremento de marcadores en sangre de daños cromosómicos en residentes de diversas comunidades rurales después de fumigar con agrotóxicos que contienen glifosato”.

Si bien los informes de la AIIC no tienen carácter vinculante y sus decisiones no se traducen automáticamente en restricciones o prohibiciones, indudablemente cobrarían valor probatorio en un litigio, ante un tribunal.



# **Capítulo I. Análisis jurídico**

# Capítulo I. Análisis jurídico

## Marco jurídico convencional del decreto sobre el glifosato

Con fecha del 31 de diciembre de 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el decreto presidencial que establece la sustitución gradual del uso del glifosato, con cuotas de importación hasta la eliminación total de su uso al 31 de enero del 2024. El decreto está inserto en un marco jurídico que tiene que ver, primero con los tratados internacionales, que se mencionan más adelante, que pueden tener incidencia con las obligaciones internacionales que México ha adquirido y después con las disposiciones de la Constitución relativas al derecho de los tratados.

México es parte de tratados internacionales que tiene la obligación de cumplir de buena fe<sup>6</sup>, conforme el principio de *pacta sunt servanda* (lo pactado obliga). Como sabemos, este principio es la base del derecho internacional, no solo de los tratados, pues establece la obligación de cumplir los tratados internacionales ratificados por nuestro Estado y de no hacerlo se es sujeto de responsabilidad internacional. Esta obligación es del Estado que lo contrae (del poder ejecutivo, legislativo o judicial). Ya la Comisión de Derecho Internacional (ILC) de las Naciones Unidas en su reporte sobre responsabilidad internacional afirmó que “el comportamiento de cualquier órgano gubernamental será considerado como un acto de Estado, independiente de la función legislativa, ejecutiva o judicial desempeñada por ese órgano”(International Law Commission, 2000). Entre la gran cantidad de tratados de los cuales forma parte México en este documento de análisis sobre las Alternativas para una transición agroecológica, mencionaremos aquellos relacionados directamente con el decreto.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de 1992 es el primer tratado multilateral que aborda la biodiversidad<sup>7</sup>, que es considerada un asunto de importancia internacional y además, este convenio, es el punto de partida para otros tratados que tienden a regular en forma más detallada algunos aspectos del medio ambiente de interés mundial; lo que también es importante para la formación de la costumbre internacional, como lo vemos en otro apartado. El CDB también es importante porque demuestra la preocupación ante el deterioro de la biodiversidad y reconoce su importancia para la viabilidad de la vida en la Tierra y el bienestar humano.

Otro tratado internacional derivado del CDB es el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (Protocolo de Cartagena), que México firmó el 24 de mayo del 2000 y lo ratificó el 27 de agosto de 2002<sup>8</sup>.

México firmó también el Protocolo de Nagoya Sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios Que Se Deriven de Su Utilización, el cual está en vigor desde octubre 2014 y también deriva del CDB. Se centra en la “participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos”. México firmó

---

<sup>6</sup> Concepto proveniente de la tradición jurídica englobada en el derecho privado romano.

<sup>7</sup> Sus objetivos son: La conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y; la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

<sup>8</sup> El Protocolo de Cartagena, tiene como objetivos fundamentales “proteger la diversidad biológica a través de la administración de los movimientos entre países de organismos vivos modificados (OVM) que resulten de la aplicación de la tecnología moderna y establece un procedimiento de acuerdo fundamentado previo para garantizar que los países cuenten con la información necesaria para tomar decisiones acerca de la importación de organismos vivos modificados a su territorio”

el Protocolo de Nagoya el 25 de febrero de 2011 y el 16 de mayo de 2012 depositó el instrumento de ratificación convirtiéndose en el quinto país en ratificarlo y en el primer país megadiverso.

Otro tratado que hay que tener en consideración es el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá o T-MEC (en inglés: United States–Mexico–Canada Agreement o USMCA, según el gobierno de los Estados Unidos, y Canada–United States–Mexico Agreement o CUSMA, según el gobierno de Canadá; en francés: Accord Canada–États-Unis–Mexique), que fue firmado por los tres Estados de Norteamérica el 30 de noviembre del 2018 y que entró en vigor el 1º de julio de 2020. Este tratado de libre comercio incorpora nuevos artículos, diferentes a los de su antecesor Tratado de Libre Comercio de América del Norte, que actualizan el campo de aplicación y protección de los intercambios comerciales e inversiones entre los tres países.

Ahora bien, desde la perspectiva internacional, los tratados internacionales que México celebre deben cumplirse—ya mencionamos el principio de *pacta sunt servanda* que contempla la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969 (en adelante, Viena 69)— que México también ratificó<sup>9</sup>. La interpretación de los tratados está regulada por la misma Viena 69 (artículos 31-34) y, por supuesto, por el derecho consuetudinario internacional (Carrillo, 1991)

De acuerdo con el derecho internacional, los Estados deben cumplir con los tratados con los que se comprometan y además, si es necesario, darse la legislación interna que se requiera para hacer efectivas sus normas (efecto útil). El derecho internacional también prevé el incumplimiento de los tratados, caso en el que los Estados incurrirán en responsabilidad internacional; asimismo, ofrece una solución al conflicto entre normas contrarias.

## El principio de precaución

En el caso del glifosato, los principios del derecho internacional del medio ambiente juegan una gran importancia. En primer lugar, está el principio de precaución, que significa el punto de partida para definir la legalidad de ciertas prácticas. México, de conformidad con su Constitución, debe cumplir sus acuerdos internacionales y para ello debe proveerse de leyes internas, aplicarlas y controlar su cumplimiento en la medida necesaria para consolidar la recepción de la normatividad internacional. En caso de no hacerlo, México está sujeto a una responsabilidad internacional.

Este principio está íntimamente relacionado con el de desarrollo sustentable y en la materia a nivel internacional se ha avanzado considerablemente, sobre todo a partir de la Conferencia de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 a la que le sigue la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo. A partir de ésta, la ONU ha logrado que, a partir de los Objetivos del Milenio, los Estados hayan incluido en sus políticas internas los principios de desarrollo sustentable y el de precaución.

*“Cuando una actividad hace surgir amenazas de daño para el medio ambiente o la salud humana, se deben tomar medidas de precaución incluso si no se han establecido de manera completamente científica algunas relaciones de causa-efecto” (Carrillo, 1991).*

De esta definición podemos extraer los siguientes elementos mínimos que establecen un parámetro para la comprensión y aplicación del principio:

1. La existencia de una amenaza de daño (o un «peligro» o «riesgo»).
2. Esta amenaza se produce en una situación de incertidumbre científica.
3. Ello trae consigo una acción para prevenir el daño o, en términos positivos, para proteger el bien en cuestión (la salud, el medio ambiente, etc.) (Carrillo, 1991).

---

<sup>9</sup> El Artículo 26 de Viena 69 establece: “*Pacta sunt servanda*. Todo tratado en vigor obliga a las partes y debe ser cumplido por ellas de buena fe”.

Es necesario tener en cuenta que el principio no trata de obstaculizar o frenar las acciones, sino que provoca nuevas alternativas ante algo que puede causar daños que pueden ser irreparables. Dicho de otra manera, el principio de precaución se puede ver como un instrumento para prevenir efectos dañinos a la sociedad.

## **Las convenciones internacionales de alcance universal y el principio de precaución**

En forma especial, por su carácter vinculante y porque además constituyen la expresión de una *opinio juris* (uno de los elementos del derecho consuetudinario), es posible encontrar en diferentes tratados internacionales la expresión del principio de precaución, de manera no uniforme, pero útil para la conformación teórica de dicho principio. A continuación, se hace una revisión de los instrumentos convencionales que tienen en sus contenidos el principio de precaución, basada en la investigación de la profesora Zlata Drnas de Clément, (Zlata, 2008)

**El Convenio sobre Diversidad Biológica (1992)**, en los párrafos octavo y noveno del Preámbulo, señala:

*“Observando que es vital prever, prevenir y atacar en su fuente las causas de reducción o pérdida de la diversidad biológica”;*

*“Observando también que cuando exista una amenaza de reducción o pérdida sustancial de la diversidad biológica no debe alegarse la falta de pruebas científicas inequívocas como razón para aplazar las medidas encaminadas a evitar o reducir al mínimo esa amenaza”.*

*El Art. 22.1 del Convenio establece que:*

*“Las disposiciones de este Convenio no afectarán los derechos y obligaciones de toda parte Contratante derivados de cualquier acuerdo internacional existente, excepto cuando el ejercicio de esos derechos y el cumplimiento de estas obligaciones pueda causar graves daños a la diversidad biológica o ponerla en peligro”.*

Aquí hay dos disposiciones interesantes; en principio, la obligación de prevenir, de prever y lo segundo una especie de jerarquía convencional a favor de la protección del medio ambiente, contra actos que puedan causar graves daños a la diversidad biológica. Sobre este punto nos referiremos de manera particular cuando hablemos del orden público internacional.

**El Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio (OMC) sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (1993)**, en el primer párrafo del Preámbulo y en el Art. 5.7 establece respectivamente:

*“Reafirmando que no debe impedirse a ningún Miembro adoptar ni aplicar las medidas necesarias para proteger la vida y la salud de las personas y los animales o para preservar los vegetales, a condición de que esas medidas no se apliquen de manera que constituya un medio de discriminación arbitrario o injustificable entre los Miembros en que prevalezcan las mismas condiciones, o una restricción encubierta del comercio internacional”.*

*“Cuando los testimonios científicos pertinentes sean insuficientes, un Miembro podrá adoptar provisionalmente medidas sanitarias o fitosanitarias sobre la base de la información pertinente de que disponga, con inclusión de la procedente de las organizaciones internacionales competentes y de las medidas sanitarias o fitosanitarias que apliquen otras partes contratantes. En tales circunstancias, los Miembros tratarán de obtener la información adicional necesaria para una evaluación más objetiva del riesgo y revisarán*

*en consecuencia la medida sanitaria o fitosanitaria en un plazo razonable". Este artículo 5º es de gran trascendencia porque fundamenta nuestra afirmación de que el principio de precaución se ha convertido en una norma consuetudinaria como lo confirma también el hecho de que con base en esta disposición las Comunidades Europeas han considerado que "el principio de precaución se ha transformado en una norma consuetudinaria general de derecho internacional", como lo explicamos más adelante (véase El carácter obligatorio del principio de precaución en el derecho internacional. El principio de precaución como norma consuetudinaria internacional)*

**El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (2000)**, fue adoptado por la Conferencia de las partes en el Convenio sobre Diversidad Biológica en su primera reunión extraordinaria. En los párrafos cuarto y quinto del Preámbulo y en el Art. 1 (Objetivo) establece, respectivamente:

*"Reafirmando el enfoque de precaución que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo".*

*"Conscientes de la rápida expansión de la biotecnología moderna y de la creciente preocupación pública sobre sus posibles efectos adversos para la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana".*

*"De conformidad con el enfoque de precaución que figura en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el objetivo del presente Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos".*

*El Art. 10. 6 dispone:*

*"El hecho de que no se tenga certeza científica por falta de información o conocimientos científicos pertinentes suficientes sobre la magnitud de los posibles efectos adversos de un organismo vivo modificado en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica en la Parte de importación, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, no impedirá a esa Parte, a fin de evitar o reducir al mínimo esos posibles efectos adversos, adoptar una decisión, según proceda, en relación con la importación del organismo vivo modificado de que se trate (...)".*

Idéntica disposición contiene el Art. 11. 8 con relación al procedimiento para organismos vivos modificados destinados para uso directo como alimento humano o animal o para procesamiento.

Como se ve, el Protocolo de Cartagena es el documento jurídico vinculante más claro en relación con el principio de precaución y como punto sobresaliente hay que subrayar que antepone la seguridad jurídica frente a la falta de certeza científica.

(Ver listado de tratados internacionales y otros instrumentos convencionales que contienen el principio de precaución Anexo 1).

# El carácter obligatorio del principio de precaución en el derecho internacional.

El principio de precaución como norma consuetudinaria internacional

Las fuentes del derecho internacional, es decir, las formas de manifestación del derecho internacional, son las reconocidas por el artículo 38-1 del Estatuto de la Corte Internacional de Justicia (CIJ) y alguna más; como los tratados, la costumbre internacional, los principios generales del derecho, los acuerdos unilaterales y, como fuentes auxiliares, las decisiones jurisprudenciales y la doctrina (Becerra, 2017). Esto lo traemos a colación porque en el caso del principio de precaución podemos encontrar una serie de tratados que lo reconocen ampliamente.

Para fundamentar nuestra afirmación de que el principio de precaución tiene una naturaleza consuetudinaria, hay que observar que los elementos de la costumbre internacional, reconocidos por la comunidad internacional (tomemos al artículo 38-1 del Estatuto de la Corte Internacional de Justicia como una norma generalmente aplicable) son la práctica de los sujetos (elemento objetivo) **y que esa práctica está siendo considerada como jurídicamente obligatoria** (la opinión juris, elemento subjetivo). Ahora bien, se calcula que más de sesenta documentos convenciones tanto pluri como bilaterales ya consagran el principio en su cuerpo normativo, (Zlata, 2008) como lo vimos en los ejemplos antes reseñados; lo que indudablemente es la expresión de una opinión juris, resultando en los modelos de las legislaciones que una gran cantidad de Estados ha adoptado. Es por ello que podemos afirmar que la naturaleza del principio de precaución es de carácter consuetudinario.

Es más, como vimos anteriormente, las mismas Comunidades Europeas, tomando como punto de referencia el artículo 5 del Acuerdo de la Organización Mundial de Comercio (OMC), que transcribimos anteriormente, consideran que el principio de precaución ha cristalizado en una norma consuetudinaria.

Sin embargo, se puede argumentar que los tratados internacionales que anteriormente reseñamos no están aceptados por todos los Estados, como es el caso de los Estados Unidos, que es reacio a los compromisos internacionales derivados de fuentes de carácter convencional. **No obstante esta tendencia, los Estados Unidos es parte de El Acuerdo de la Organización Mundial del Comercio (OMC) sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias y de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992, a las que nos referimos anteriormente que ya contienen el principio precautorio. Pero no hay que olvidar que teniendo el principio de precaución naturaleza consuetudinaria es vinculante para todos los Estados.**

Por lo tanto, toca a los Estados, como el caso de los Estados Unidos, probar que ha ejercido su derecho de "objeto persistente"<sup>10</sup> que es lo único que puede desvincularlo de la normatividad consuetudinaria. Pero, por ejemplo, el gobierno de los Estados Unidos que se opuso expresamente a varios aspectos de la Declaración de Río de 1992, como el derecho al desarrollo y a la responsabilidad de las naciones desarrolladas en la búsqueda de un desarrollo sustentable, no se opuso al numeral 15 de la Declaración que se refiere a dicho principio, **eso implicaría que está expresando su opinión juris a favor de él.**

En efecto, George Bush, Presidente de los Estados Unidos en 1992, se negó a firmar el Convenio sobre Biodiversidad, documento vinculante, y afirmó que "los esfuerzos de Estados Unidos por la biodiversidad van más allá de las exigencias del tratado", que no es firmado por considerarse una amenaza para la biotecnología y que "socava la protección de las ideas". Esto es, considera un adalid del respeto al medio ambiente (El País, 1992).

Precisamente, varias disposiciones de la Declaración de Río comparten la naturaleza consuetudinaria como, en primer lugar, el artículo 15 que hace referencia al principio de precaución:

---

<sup>10</sup> Se puede entender como "objeto persistente" OP, la posibilidad de que un Estado no se considere obligado por las normas consuetudinarias. "En otras palabras, el DI permite un derecho a la rebeldía.

PRINCIPIO 15. Con el fin de proteger el medio ambiente, **los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución** conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.

Además, el principio 1 de la Declaración de Río nos recuerda que “los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza”; y mantiene la soberanía del Estado para aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar porque las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional” (Principio 2).

Al mismo tiempo que el Estado tiene soberanía sobre sus recursos naturales, tiene la obligación de “promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican. Las normas aplicadas por algunos países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico injustificado para otros países, en particular los países en desarrollo” (Principio 1).

En suma, el principio de precaución, tanto en sentido convencional como consuetudinario, tiene naturaleza vinculante y su cristalización significa el resultado de una evolución del derecho internacional contemporáneo

Por lo tanto, el principio precautorio se liga totalmente con la prohibición del maíz transgénico y el glifosato hacia 2024 establecida en el decreto, debido a que si se continúa usando el plaguicida glifosato y otros agrotóxicos se pondría en riesgo la salud humana y ambiental, tal como se menciona en el apartado titulado La toxicidad cancerígena del glifosato reconocida por los estudios científicos, por lo tanto, este criterio de precaución, se debe tomar en cuenta para evitar daños graves irreversibles a nivel ambiental y en la salud humana .

## **El Tratado México, Estados Unidos, Canadá. Un tratado complejo**

Después de un poco más de un año de negociaciones entre México, Estados Unidos y Canadá, el 30 de noviembre del 2018 se firmó el Tratado México, Estados Unidos, Canadá (T-MEC o USMCA por sus siglas en inglés -United States-Mexico-Canada Agreement-), nombre que fue propuesto por el entonces Presidente de Estados Unidos, Donald Trump. El tratado que sustituye al Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), llama la atención que no incluye el concepto de libre comercio en su nombre, aunque sea de la misma especie.

El T-MEC presenta características interesantes en el estudio de los tratados internacionales; entre ellas, las siguientes:

Es un tratado del tipo de los tratados de libre comercio y pertenece al universo de tales.

En principio, el nuevo T-MEC es también “heredero” del Comprehensive and Progressive Agreement for Trans-Pacific Partnership (TPP-11), que en su orígenes fue negociado también por Estados Unidos y que a la llegada al poder de Donald Trump fue rechazado; ni siquiera fue sometido a aprobación por el poder legislativo de los EUA.

Ahora bien, en el T-MEC hay muchas disposiciones que fueron tomadas del TPP original; como ejemplo, el capítulo de propiedad intelectual. Sin embargo, precisamente en la materia de propiedad intelectual hay diferencias que pueden causar conflictos de interpretación o de aplicación de normas específicas, y no solo entre estos dos tratados, sino entre cualquiera del universo de tratados de libre comercio que México ha celebrado con diferentes estados.

Por ejemplo, Canadá y México son partes del TPP-11, pero no Estados Unidos. Más estos mismos Estados son parte del T-MEC. Esta situación puede producir obligaciones diferentes y contradictorias, ya no solo para estos tres Estados; sino también para aquellos con los cuales México ha celebrado otros tratados de libre comercio. Por eso, el TPP-11 contiene una cláusula

que se denomina “cláusula de coexistencia” (Becerra, 2018), que por cierto, no incluye el T-MEC y dicta lo siguiente:

*“Artículo 1.2: Relación con otros Tratados.*

*“1. Reconociendo la intención de las Partes del presente Tratado para coexistir con sus tratados internacionales existentes, cada Parte confirma, (a) en relación con los tratados internacionales existentes en los que todas las Partes son parte, incluyendo el Acuerdo de la Organización Mundial de Comercio (OMC), sus derechos y obligaciones existentes entre ellas; y (b) en relación con los tratados internacionales en los que dicha Parte y al menos otra Parte sean parte, sus derechos y obligaciones existentes con respecto a la otra Parte o Partes, según sea el caso.*

*“2. Si una Parte considera que una disposición del presente Tratado es incompatible con una disposición de otro tratado en el que ésta y al menos otra Parte sean parte, a solicitud, de las Partes relevantes del otro tratado consultarán con miras a alcanzar una solución mutuamente satisfactoria. Este párrafo es sin perjuicio de los derechos y obligaciones de una Parte de conformidad con el Capítulo 28 (Solución de Controversias)”.*

Como vemos, la cláusula de coexistencia en principio remite al acuerdo mutuo para “alcanzar una solución mutuamente satisfactoria”, si bien las partes también pueden recurrir al capítulo de solución de controversias. **En el sistema jurídico nacional, en caso de contradicción se debe de preferir, en primer lugar, la norma constitucional y después la de los tratados. Si se prefiere, como debe ser, la aplicación de la norma constitucional en detrimento de la internacional sabemos, de acuerdo con Viena 69, entrará el Estado en responsabilidad internacional. Lo que significa, que cualquier violación de un compromiso internacional, en este caso un tratado, trae por consecuencia una obligación, para el infractor, de efectuar una reparación moral o material (Becerra, 1997).**

Esto es por lo que toca a contradicción entre una norma interna y una norma internacional, pero se puede dar una controversia entre la obligación que tiene un Estado frente a dos tratados internacionales que pueden ser contradictorios. Esto podría ser el caso de un tratado internacional de medio ambiente y otro de comercio internacional. A esta contradicción nos referimos más adelante.

Suponiendo que exista una contradicción entre los tratados y no se solucione por mutuo acuerdo; entonces se tendrá que recurrir a los sistemas de solución de controversias, y en tal caso quien resuelva tendrá que aplicar el sistema de interpretación de los tratados que contiene Viena 69, la cual contiene ya normas en materia de sucesión de tratados, como lo vimos anteriormente, en el artículo 30 de Viena 69<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Artículo 30. Aplicación de tratados sucesivos concernientes a la misma materia. “1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 103 de la Carta de las Naciones Unidas, los derechos y las obligaciones de los Estados partes en tratados sucesivos concernientes a la misma materia se determinarán conforme a los párrafos siguientes.

“2. Cuando un tratado especifique que está subordinado a un tratado anterior o posterior o que no debe ser considerado incompatible con ese otro tratado prevalecerán las disposiciones de este último.

“3. Cuando todas las partes en el tratado anterior sean también partes en el tratado posterior, pero el tratado anterior no quede terminado ni su aplicación suspendida conforme al artículo 59, el tratado anterior se aplicará únicamente en la medida en que sus disposiciones sean compatibles con las del tratado posterior.

“4. Cuando las partes en el tratado anterior no sean todas ellas partes en el tratado posterior:

“a) en las relaciones entre los Estados partes en ambos tratados se aplicará la norma enunciada en el párrafo 3;

“b) en las relaciones entre un Estado que sea parte en ambos tratados y un Estado que solo lo sea en uno de ellos, los derechos y obligaciones recíprocos se regirán por el tratado en el que los dos Estados sean partes.

“5. El párrafo 4 se aplicará sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 41 y no prejuzgará ninguna cuestión de terminación o suspensión de la aplicación de un tratado conforme al artículo 69 ni ninguna cuestión de responsabilidad.

“1. Se considerará que un tratado ha terminado si todas las partes en él celebran ulteriormente un tratado sobre la misma materia y:

“a) se desprende del tratado posterior o consta de otro modo que ha sido intención de las partes que la materia se rija por ese tratado; o

“b) las disposiciones del tratado posterior son hasta tal punto incompatibles con las del tratado anterior que los dos tratados no pueden aplicarse simultáneamente.

“2. Se considerará que la aplicación del tratado anterior ha quedado únicamente suspendida si se desprende del tratado posterior o consta de otro modo que tal ha sido la intención de las partes”.

En términos generales, lo que guía la solución de controversias es el principio general del derecho: una norma posterior prevalece frente a la anterior. Ese mismo principio, en esencia, está contenido en artículo 59, también de Viena 69<sup>12</sup>.

Ahora bien, ante el mar de tratados de libre comercio que México tiene celebrados, el T-MEC definitivamente puede presentar contradicciones con normas de otros tratados.

El T-MEC es un tratado enorme y complejo por su extensión. Es un tratado bastante amplio, se compone de 30 capítulos y una gran cantidad de anexos, que por supuesto son parte del tratado. Así, llama la atención que incluya capítulos de medio ambiente (Capítulo 24).

## El T-MEC y sus principios

El T-MEC, el último y vigente tratado de libre comercio de América del Norte, como veremos, tiene una serie de disposiciones sobre el medio ambiente, pero antes de referirnos a ellas, es necesario mencionar algunos puntos básicos del libre comercio que permean todo el T-MEC.

En principio, el T-MEC tiene como fundamento los siguientes principios, que se aplican a los tratados sobre libre comercio (OMC, 2021):

- Comercio sin discriminación
- Comercio más libre: de manera gradual, mediante negociaciones
- Previsibilidad: mediante consolidación y transparencia
- Fomento de una competencia leal
- Promoción del desarrollo y la reforma económica

De estos principios solo nos referiremos al primero, porque podría ser una argumentación **contra el decreto del glifosato**. Substancialmente, los tratados de libre comercio, como el T-MEC, se basan en el **comercio sin discriminación**; eso significa que se aplican los principios de trato de la nación más favorecida (NMF) y Trato nacional (TN), que significa dar a los demás el mismo trato que a los nacionales. El principio de NMF simboliza que “Si se concede a un país una ventaja especial (por ejemplo, la reducción del tipo arancelario aplicable a uno de sus productos), se tiene que hacer lo mismo con todos los demás Miembros de la OMC” (OMC, 2021).

Hay que mencionar que se permiten ciertas excepciones. Sin embargo, los acuerdos solo permiten estas excepciones con arreglo a condiciones estrictas. Como veremos más adelante, los tratados de libre comercio de última generación se han pintado de verde, pues estas excepciones se refieren al medio ambiente que desde nuestra perspectiva forman parte del orden público internacional.

Por lo que toca al Trato Nacional, se refiere a que se debe de otorgar igual trato para nacionales y extranjeros. “Las mercancías importadas y las producidas en el país deben recibir el mismo trato, al menos después de que las mercancías extranjeras hayan entrado en el mercado. Lo mismo debe ocurrir en el caso de los servicios extranjeros y los nacionales...”

Así, en el caso del T-MEC esos dos principios se contienen en su artículo 2.3, como se ve:

### *Artículo 2.3: Trato Nacional*

*2-41. Cada Parte otorgará trato nacional a las mercancías de otra Parte de conformidad con el Artículo III del GATT [General Agreement on Tariffs and Trade (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio)] de 1994, incluidas sus notas interpretativas, y para tal efecto, el Artículo III del GATT de 1994 y sus notas interpretativas, se incorporan a este Tratado y son parte integrante del mismo, mutatis mutandis<sup>13</sup>.*

*2. El trato que deberá otorgar una Parte de conformidad con el párrafo 1 significa, con respecto a un nivel regional de gobierno, un trato no menos favorable que el trato más favorable que el nivel regional de gobierno otorgue*

<sup>12</sup> “59. Terminación de un tratado o suspensión de su aplicación implícitas como consecuencia de la celebración de un tratado posterior.

<sup>13</sup> “cambiando lo que se deba cambiar”

*a cualesquier mercancías similares, directamente competidoras o sustituibles, según el caso, de la Parte de la cual forma parte integrante. 3. Los párrafos 1 y 2 no aplican a las medidas enunciadas en el Anexo 2-A: (Excepciones al Artículo 2.3 (Trato Nacional) y Artículo 2.11 (Restricciones a la Importación y a la Exportación).*

Ahora bien, para poder interpretar este artículo 2.3 hay que recurrir a las reglas de interpretación contenidas en el artículo 31 de la Convención Sobre Derechos de los Tratados de 1969; es decir, no solo su texto, sino su contexto y veremos que los principios de NMF y TN no son absolutos, tienen excepciones y veremos también, cómo el libre comercio se “ha pintado de verde” con excepciones sobre el medio ambiente que lo amortiguan.

La actual corriente preocupación por el medio ambiente en los acuerdos comerciales se inicia en la década de los años 90s., después de la Cumbre de Río de 1992, cuando se incluyen breves disposiciones en el TLCAN. Sin embargo, por iniciativa del presidente Clinton, a un llamado de su Congreso, las magras disposiciones del TLCAN fueron complementadas por el Acuerdo de Cooperación Ambiental para América del Norte (ACAAN), un instrumento paralelo a dicho tratado comercial que tenía la perspectiva del desarrollo sustentable asociado al libre comercio, tomando en cuenta la necesidad de conservar la biodiversidad para garantizar el bienestar social de las generaciones presentes y futuras.

Junto con el ACAAN se creó la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), un organismo trinacional—con sede en Montreal, Canadá—encargado de la cooperación medioambiental en la región norteamericana, que, de acuerdo con sus propios fines, lleva a cabo labores de investigación y aporta herramientas, recursos y capacitación sobre política ambiental en la región de América del Norte.

El 1º de julio del año 2020 entró en vigor el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC o USMCA por sus siglas en inglés), sucesor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que estuvo vigente durante 26 años y que rigió las relaciones comerciales entre los tres países de América.

**El T-MEC incluye en su estructura interna un capítulo de comercio y medio ambiente, a diferencia de su antecesor el TLCAN que como dijimos tenía un acuerdo paralelo. En este sentido, el T-MEC es un tratado verde, con disposiciones que dan importancia al medio ambiente y la soberanía interna para su protección y de respeto a los acuerdos internacionales que cada parte haya celebrado.**

En términos generales, dentro de las características del nuevo capítulo ambiental del T-MEC se pueden destacar las siguientes (Milenio,2020):

- Se da continuidad a la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA), como la organización encargada de coordinar diversos proyectos e iniciativas bajo la dirección de las partes, así como la administradora del Proceso de Peticiones Relativas a la Aplicación Efectiva de la Legislación Ambiental (SEM, por sus siglas en inglés). A continuación, señalaremos las partes claves de las disposiciones del T-MEC en su capítulo 24 que se refiere al medio ambiente.
- **Un medio ambiente sano es un elemento integral del desarrollo sostenible y reconocen la contribución que el comercio hace al desarrollo sostenible.**
- **Los objetivos en materia de medio ambiente son promover políticas y prácticas comerciales y ambientales que se apoyen mutuamente; promover altos niveles de protección ambiental y una aplicación efectiva de las leyes ambientales;** y mejorar las capacidades de las Partes para abordar asuntos ambientales relacionados con el comercio, incluso mediante la cooperación, en fomento al desarrollo sostenible.
- A partir de sus respectivas prioridades y circunstancias nacionales, se reconoce que una mayor cooperación para proteger y conservar el medio ambiente y el uso y el manejo sostenibles de sus recursos naturales trae beneficios que pueden contribuir al desarrollo sostenible, a fortalecer su gobernanza ambiental, a apoyar la implementación de los acuerdos internacionales ambientales de los que son parte y a complementar los objetivos del T-MEC.
- Se reconoce que el medio ambiente desempeña un papel importante en el bienestar económico, social y cultural de los pueblos indígenas y de las comunidades locales, y reconocen la importancia de relacionarse con estos grupos en la conservación a largo plazo del medio ambiente.

- Se reconoce que es inapropiado establecer o utilizar sus leyes ambientales u otras medidas de una manera que constituya una restricción encubierta al comercio o a la inversión entre las Partes.
- **Se reconoce el derecho soberano de cada Parte a establecer sus propios niveles de protección ambiental y sus propias prioridades ambientales, así como a establecer, adoptar, o modificar sus leyes y políticas ambientales (art. 24.3).**
- **Se reconoce el importante papel que los acuerdos multilaterales de medio ambiente pueden jugar en la protección del medio ambiente y como una respuesta de la comunidad internacional a los problemas ambientales globales o regionales (Artículo 24.8).**
- **Cada Parte afirma su compromiso para implementar los acuerdos multilaterales de medio ambiente de los que es parte (Artículo 24-8).**
- Responsabilidad social y corporativa. Aunque reconoce la importancia de que las empresas sean responsables con el medio ambiente y las comunidades que habitan en los ecosistemas. Aquí, los expertos tienen diferentes opiniones. Mientras algunos, consideran que “no se adquieren obligaciones concretas” y que no “tiene dientes” esta disposición (Este País, 2020). Otros consideran que la responsabilidad social y corporativa puede convertirse en “barreras técnicas” (Sánchez, 2020). **Lo que sí es claro es que estas disposiciones, aun cuando vagas, tienen el potencial de servir como fundamento en un litigio.**
- Gestión Forestal Sustentable. Se abordan otros temas relacionados con la conservación de la biodiversidad, con la necesidad de evitar la deforestación y conservar los bosques y selvas para que exista una gestión sustentable de los recursos forestales, obligándose las partes a mantener la capacidad gubernamental y los marcos institucionales para promover la gestión forestal sostenible. Es importante, para nuestro tema, el uso sostenible de la diversidad biológica flora y fauna silvestres.

El acuerdo sobre medio ambiente está ligado a las potenciales sanciones comerciales que puedan dictar los socios contra los que incumplan sus obligaciones. Esto es importante mencionarlo en el caso del Decreto, porque al incorporarse las disposiciones del medio ambiente a las normas de carácter comercial, también dichas disposiciones del medio ambiente están sujetas al carácter obligatorio del tratado en general. Esta es una interpretación que se puede hacer a esta evolución. Este fenómeno no es nuevo, también se puede observar con las normas de propiedad intelectual, que al introducirse en los tratados de libre comercio, se les concede también “dientes”, es decir susceptibles de producir responsabilidad internacional en caso de su incumplimiento.



# T-MEC y las medidas sanitarias y fitosanitarias

El comercio internacional de productos agropecuarios no es un asunto novedoso, lo interesante es que ahora podemos constatar una preocupación global porque el comercio agrícola se realice con alimentos saludables y es notable que se ha profundizado una relación entre nutrición, salud, agricultura y comercio (Alfaro, 2016).

En cuanto a las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias del T-MEC, se mantiene el derecho de las autoridades sanitarias de México para fijar un nivel adecuado de protección sanitaria y fitosanitaria, y se facilita el acceso de productos agropecuarios mexicanos al territorio de Estados Unidos y Canadá, a través de mecanismos y procedimientos específicos sobre análisis de riesgo, regionalización y equivalencia.

**En este sentido, los Estados parte del T-MEC tienen el derecho soberano de establecer medidas sanitarias y fitosanitarias para garantizar alimentos saludables, pero esa facultad también tiene limitaciones.** Esas limitaciones serían, de acuerdo con el artículo 9.6 del T-MEC, que establece:

*“Dichas medidas se basen en principios científicos. Si la evidencia científica pertinente es insuficiente, la Parte, dentro de un periodo de tiempo razonable:*

- a) “buscará obtener la información adicional necesaria para una evaluación más objetiva del riesgo;*
- b) “completará la evaluación del riesgo después de obtener la información necesaria; y*
- c) “revisará y, de ser apropiado, modificará la medida provisional a la luz de la evaluación del riesgo”.*

Que la Parte que adopta o mantiene la medida proporcione una explicación de los motivos y la información relevante pertinente referente a la medida, a solicitud de la otra Parte. Auditorías, revisiones a la importación y certificaciones.

## **El Acuerdo sobre subvenciones y medidas compensatorias (SMC).**

Este acuerdo, junto con el Acuerdo de Agricultura, es relevante para el análisis de medidas de tipo ambiental que reciben alguna especie de subsidio.

Los Estados parte pueden establecer en sus legislaciones, como una medida excepcional, las medidas necesarias para proteger la salud y la vida de las personas y de los animales o para preservar los vegetales. Esta excepción está sumamente acotada, pues requiere que se satisfagan los siguientes supuestos:

- Que no se apliquen las medidas en forma que constituya un medio de discriminación arbitrario o injustificable entre los países en que prevalezcan las mismas condiciones, o
- Que no sea una restricción encubierta al comercio internacional.

La situación procesal para invocar estas dos excepciones tiene sus particularidades. En principio, en virtud del carácter excepcional, trae la consecuencia de que quien la invoque debe de probarla y en ese sentido debe de tener elementos de prueba. Y cuando se refiera a medidas “relativas a la conservación de los recursos naturales agotables”, es necesario probar el nexo causal entre la medida y la conservación de los recursos naturales agotables.

# Relación entre comercio internacional y medio ambiente

La relación entre comercio internacional y medio ambiente es innegable. Las normas del medio ambiente son una especie de contrapeso a las acciones comerciales que suelen ser depredadoras del entorno natural. La literatura sobre comercio exterior, menciona que la introducción de normas del medio ambiente en las normas comerciales se realiza desde el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT) con el artículo XX, párrafos b y g. Además, se adicionan al marco regulatorio varios documentos normativos (Buenrostro, 2013).

## La jurisprudencia en materia de comercio exterior y medio ambiente en relación con el artículo XX del GATT

La jurisprudencia internacional dictada por el órgano de solución de controversias de la OMC, que como sabemos es una fuente auxiliar del derecho internacional, se ha referido en varias de sus decisiones al artículo XX de la GATT en relación con el medio ambiente.

Por lo que vemos, la Organización Mundial del Comercio (OMC) en sus decisiones en materia de medio ambiente, en principio, reconoce la procedencia de la argumentación a favor del medio ambiente que está contenida en el artículo XX de la GATT; después, trata de hacer un equilibrio en su aplicación, pues hay casos en que se pudiera alegar medidas del medio ambiente, cuando son meras medidas proteccionistas del comercio, como se decidió en caso del Atún-Delfín, promovido por México (para conocer mayor detalle y ejemplos ver Anexo 2).

Sin embargo, nuestra perspectiva es que, en el marco del derecho internacional contemporáneo, el libre comercio, el medio ambiente tienen un lugar específico, en donde “el libre comercio no goza de prioridad absoluta ni siquiera en un proceso que resultase articulado en torno de él, **pues no constituye el comercio un fin en sí mismo sino tan solo uno de los instrumentos del bienestar humano** (Monsanto 2009). En este sentido, se plantea la existencia de un orden público internacional en donde hay una jerarquía de ciertas normas, como lo vemos en otro apartado.

Hay una tendencia, tanto en la práctica internacional como en la doctrina, que podemos advertir en las decisiones jurisprudenciales, en el seno de la Organización Mundial del Comercio y de Mercosur, a insertar la normatividad en materia del medio ambiente en la mecánica de los derechos económicos internacionales lo cual es erróneo pues como lo señala el profesor Rafael Pérez Miranda:

*“La tendencia a la fragmentación del derecho internacional, atribuido al proceso de globalización y a la dinámica científico tecnológica, genera un número múltiple de enfoques en el análisis normativo de centros de interés; esa fragmentación muchas veces arbitrarias no responden necesariamente a necesidades metodológicas de la investigación jurídica ni de la técnica legislativa, sino a intereses económicos transnacionales. La fragmentación no presenta, por otra parte, un cuerpo jurídico que permita coordinar los puntos de vista diversos mediante una estructura jurídica jerarquizada; por el contrario, la fragmentación deriva en diversidad de sistemas de solución de controversias y diversidad de principios aplicables. Por ejemplo, los conflictos internacionales relacionados con la bioseguridad de los organismos vivos modificados regulados sustancialmente por normas ambientales internacionales derivan en conflictos de comercio internacional; estos se solucionan en tribunales arbitrales regidos por órganos de solución de controversias mercantiles; con árbitros vinculados más al derecho económico internacional que al derecho internacional ambiental (Pérez, 2021).*

Esta “trampa” metodológica, se puede evitar si tomamos en cuenta la existencia del orden público internacional. Como lo vemos en el siguiente apartado.

(Ver los casos sobre comercio de Neumáticos en el Mercosur en el Anexo 3)

# El orden público internacional

El orden público internacional es un estándar jurídico mínimo de componentes múltiples, que no puede ser rebasado por lo sujetos del derecho internacional, pues de lo contrario, correrían el riesgo de que sus actos estuvieran viciados por nulidad absoluta o bien fueran causa de responsabilidad internacional. El orden público internacional (OPI), dicho de otra manera, es un límite a la actuación de los sujetos de las relaciones internacionales, ya que su conducta no puede rebasar dicho umbral sin violar el estado de derecho internacional (EDI). Aquel sujeto de derecho internacional que vaya en contra de un principio del derecho internacional estaría violando el Estado de Derecho por no ajustarse a él.

Aunque el concepto de orden público es más amplio y va más allá del de jus cogens; este orden público internacional que constituiría una especie de segundo piso normativo está formado por las normas de derecho penal, derechos humanos, derechos del medio ambiente, derecho humanitario y los principios de derecho internacional. Dentro de las normas de derechos humanos se encuentran las normas del derecho internacional del medio ambiente. Así, es posible hablar de un orden público internacional que tenga como eje fundamental a los derechos humanos y con el acompañamiento de los principios de derecho internacional que están contenidos en la Carta de San Francisco, en sus artículos 1º y 2º.

Estas normas jurídicas fundamentales están expresadas en los siguientes principios:

- La igualdad soberana de los Estados;
- El cumplimiento de buena fe de las obligaciones contraídas;
- La solución pacífica de controversias;
- La prohibición de recurrir a la amenaza o al uso de la fuerza contra la integridad territorial a la independencia política de cualquier Estado;
- La no intervención en los asuntos que son esencialmente de la jurisdicción interna de los Estados; y
- La cooperación internacional.

A estos principios se pueden agregar otros más, algunos que provienen de áreas especiales del derecho internacional, como el derecho internacional del medio ambiente. Por supuesto, detrás del contenido de los principios de derecho internacional hay una historia y un contenido político.

El sistema de derecho internacional o en forma más concreta el Estado de Derecho Internacional debe de contar con límites. Éstos se han formado con la evolución de ciertas normas, como es el caso de aquellas de derechos humanos, que en conjunto con las normas de derecho humanitario internacional, las normas derecho penal internacional y los principios de derecho internacional; constituyen un orden público internacional.

Las normas de derechos humanos, incluyendo del medio ambiente, de derecho internacional humanitario y ciertos principios de derecho internacional constituyen un orden público internacional, con características y principios singulares que le dan una jerarquía superior a los derechos derivados de los que constituyen las normas del derecho comercial internacional.

## Contradicción entre tratados de derechos humanos, del medio ambiente y los tratados comerciales

Anteriormente mencionamos que el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992 contiene una disposición que establece que:

*“Las disposiciones de este Convenio no afectarán los derechos y obligaciones de toda parte contratante derivados de cualquier acuerdo internacional existente, excepto cuando el ejercicio de esos derechos y el cumplimiento de estas obligaciones pueda causar graves daños a la diversidad biológica o ponerla en peligro” (Art. 22.1 del Convenio sobre Biodiversidad).*

Esta es una disposición congruente con el desarrollo de las normas de derechos humanos y del medio ambiente, pues establece una jerarquía de carácter normativo. Dicho de otra manera, cuando los derechos y obligaciones derivados de un acuerdo internacional puedan causar graves daños a la diversidad biológica o ponerla en peligro, las normas derivadas del Convenio sobre Diversidad Biológica priman. Por eso decimos que son jerárquicamente mayores. Esto también implica que, si una norma o el cumplimiento de un tratado de libre comercio pudiera poner en peligro a normas que protegen al medio ambiente, estos tienen preeminencia.

Este fenómeno de jerarquía normativa es parte de lo que se conoce como orden público internacional, que está compuesto de normas de derechos humanos, derechos del medio ambiente, derechos humanitario y principios del derecho internacional, que en conjunto tienen características concretas y se rigen por principios singulares.

## El sistema de recepción de los tratados en México

De acuerdo con el derecho constitucional, México tiene un sistema de recepción del derecho convencional internacional muy específico, que incluye la obligación de recibir el derecho de los tratados y de los derechos humanos en una manera que ha evolucionado con el tiempo.

Esto tiene importancia y relevancia para el tema de la contaminación por el glifosato y la protección del maíz en sus innumerables variedades. México es parte de muchos tratados, entre los que se cuentan para nuestro tema la Convención de Río sobre Biodiversidad, del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad y también del T-MEC, el último tratado de libre comercio; y debe cumplir con sus obligaciones internacionales que incluye, cuando así lo establezca, proveerse de la legislación interna para que las disposiciones de los tratados puedan tener aplicación en el interior del Estado. **En este sentido, con el decreto, México está cumpliendo con sus obligaciones derivadas de los tratados de los que es parte.**

De acuerdo con el marco legal mexicano, los tratados son ley suprema de toda la Unión, como lo establece el artículo 133 que textualmente dice:

*“Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados”.*

De este artículo que ha sido motivo de una serie de posturas doctrinales y de decisiones de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) se pueden desprender los siguientes elementos:

- *Establece la supremacía constitucional (las leyes del Congreso de la Unión emana de ella, los tratados deben de estar de acuerdo con la Constitución);*
- *Los tratados deben de celebrarse por el presidente, con aprobación del Senado;*
- *Los tratados son ley suprema de la Unión. Eso es importante observarlo pues al tener esa categoría, junto con la Constitución, las leyes del Congreso de la Unión, los tratados serán autoaplicativos cuando así lo permitan los mismos tratados.*
- *Los tratados deben ser respetados por los jueces a pesar de las disposiciones en contrario de las Constituciones o leyes de los Estados.*
- *Además, el artículo 15 de la misma Constitución establece un control sobre el contenido de los tratados en materia de derechos humanos: “No se autoriza la celebración de tratados para la extradición de reos políticos, ni para la de aquellos delincuentes del orden común que hayan tenido en el país donde cometieron el delito, la condición de esclavos; ni de convenios o*

*tratados en virtud de los que se alteren los derechos humanos reconocidos por esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte”<sup>14</sup>.*

Esto significa que el Estado mexicano tiene obligación de cumplir con sus obligaciones internacionales derivadas de los tratados y aún más, del derecho consuetudinario internacional. En consecuencia, tiene la obligación de cumplir con lo dispuesto en todos los tratados internacionales, de los que es parte, en materia de Derechos Humanos; inclusive con los principios de derecho internacional del medio ambiente como el principio precautorio.

Pero ¿qué pasa cuando esa obligación de cumplimiento de sus normas convencionales también incluyen las de los tratados en materia de derecho comercial internacional? **En este caso, para resolver una posible contradicción que pudiera existir, se debe de recurrir a nuestra argumentación de la existencia de un orden público internacional que jerarquiza las normas de derechos humanos incluyendo a las de medio ambiente.**

## **Las decisiones de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en materia de tratados**

Para que el Estado mexicano fuera congruente con ese movimiento pro-derecho convencional que en forma general busca la inserción en la globalización económica; era necesario tener bien claro cuál es el lugar que corresponde a los tratados internacionales en el sistema jurídico interno. La fórmula contenida en el artículo 133 es insuficiente:

En efecto, considerar que la Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y los Tratados serán la Ley Suprema de toda la Unión, no es suficiente ante un peligro de colisión entre los diferentes sistemas jurídicos que gozan de tal nivel. Entonces, el Estado Mexicano, vía la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) empezó a dictar resoluciones que si bien, no constituyen jurisprudencia, terminan esa discusión doctrinal sobre la jerarquía de los tratados en el orden jurídico interno y los coloca inmediatamente debajo de la Constitución.

### Reformas a la Constitución en materia de derechos humanos del año 2011

En medio de una crisis de violación de los derechos humanos, en el año del 2011, el Constituyente Permanente reformó la Constitución; con un lenguaje iusnaturalista abrió la normatividad internacional en materia de derechos humanos para integrarla a su mismo texto, creando lo que algunos llaman “bloque constitucional” con lo que fortalece, indudablemente el marco jurídico a favor de los derechos humanos.

## Conclusión

Al considerar que los tratados, junto con la Constitución y las leyes del Congreso de la Unión son ley suprema de la Unión, los tratados serán autoaplicativos cuando así lo permitan los mismos tratados. Por lo tanto, el decreto del glifosato, es manifestación del poder ejecutivo de la recepción de una norma convencional que es ley suprema de toda la unión. Dicho de otra

---

<sup>14</sup> Reformado en su integridad mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de junio de 2011.

manera, el decreto es totalmente constitucional pues es el cumplimiento de las obligaciones que México ha contraído a nivel internacional y que la constitución reconoce.

El sistema de recepción del derecho internacional, en el sistema jurídico mexicano, en materia de derechos humanos, incluyendo a las normas del medio ambiente, se crea un bloque constitucional en donde hay una jerarquía superior, caracterizado por principios que lo animan, incluyendo el principio *pro persona* y un control de convencionalidad. De tal manera que el Estado Mexicano, frente a una contradicción entre normas de origen convencional de diferente naturaleza (derechos humanos vs derechos del comercio internacional) debe inclinarse, según el principio *pro persona*, a favor de lo que mejor favorezca a los derechos humanos.

## Uso y regulación del glifosato en Europa

A nivel mundial el glifosato se empezó a comercializar en la década de los años 70 y actualmente se considera que es uno de los plaguicidas más utilizados. Se habla de que se usa anualmente una cantidad aproximadamente de 800 mil toneladas (Congreso de la República, 2020). En Europa su uso es muy extensivo. La Unión Europea cuenta con un Reglamento sobre plaguicidas (Unión Europea, 2009), el cual se considera comúnmente una de las regulaciones más estrictas del mundo.

El Reglamento europeo, en términos generales, se basa en tres características importantes: recomienda que se utilice un enfoque preventivo en casos de incertidumbre científica; exige que se examinen los conocimientos de la literatura científica existente, además de los estudios presentados por los actores de la industria; y

aplica el denominado enfoque «basado en el peligro» a determinadas preocupaciones sanitarias, lo que significa que si un plaguicida es a sabiendas o probablemente cancerígeno, mutagénico o perjudicial para el feto, no puede aprobarse para su comercialización por principio, lo que hace superflua cualquier «evaluación del riesgo» (Clausing 2019).

Ahora bien, la regulación europea de plaguicidas exige que cada plaguicida se someta a revisión y reaprobación en forma temporal (cada 10 a 15 años), para tener en cuenta los nuevos desarrollos tecnológicos. En el caso concreto del glifosato, este proceso duró de mayo de 2012 a noviembre de 2017 y en este se involucraron distintos actores estatales y del sector privado, por lo cual la decisión que se dicte no está exenta de presiones y de decisiones discutibles. En el caso concreto del proceso del glifosato, Alemania jugó un papel muy importante, pues en el proceso era el Estado Miembro Informante (EMI).

Así, el proceso lo inició el Grupo de Trabajo sobre glifosato, formado por un consorcio de 26 empresas químicas liderado por Monsanto (ahora Bayer-Monsanto), quien presentó su expediente para la reaprobación del glifosato al Estado Miembro Informante (EMI), que fue Alemania.

El EMI es el encargado de preparar el Informe de Evaluación de Renovación (IER), que constituye la base de un proceso de toma de decisiones en varias etapas: en primer lugar, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) que cuenta con expertos (anónimos), representantes de todos los Estados miembros de la UE, sacan una conclusión sobre si el plaguicida en cuestión puede recomendarse para su reaprobación.

Aunque las autoridades reguladoras de la UE se pusieron de lado de la industria en la opinión de que el glifosato es inofensivo, un organismo altamente estimado y calificado como la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (AIIC) de la Organización Mundial de la Salud (OMS), clasificó el glifosato como un “probable carcinógeno humano”.

Sin embargo, el 15 de junio de 2017, basándose en un enfoque de «peso de prueba» igualmente defectuoso, la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (AESPQ ECHA) anunció la misma conclusión que la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA): que el glifosato no representa un peligro cancerígeno o mutagénico.

Hacia el final del período de prórroga de 18 meses, el Comité Permanente de Plantas, Animales, Alimentos y Piensos (SCoPAFF) fue nuevamente el encargado de tomar la decisión sobre el futuro del plaguicida en la Unión Europea (UE).

El 27 de noviembre de 2017, la decisión finalmente adoptada por el comité de apelación del organismo era reautorizar el glifosato por un período de cinco años solamente. La votación para la renovación del permiso fue muy ajustada. Tras varias repeticiones por no conseguir el número suficiente de votos, Alemania cambió su voto apoyando la renovación. Esto significó la extensión del permiso del glifosato en la UE por cinco años más.

Sin embargo, la discusión sobre la pertinencia de usar el plaguicida caló en la decisión de los gobiernos, pues dos años después, Alemania anunció la prohibición del glifosato en el país y un plan de salida para 2023. Además, otros países como Italia lo prohibieron en áreas públicas y en rociados de precosecha; Francia lo retiró de los espacios verdes. Bélgica, República Checa, Dinamarca, Portugal y los Países Bajos también pusieron barreras; y finalmente hay que decir que Austria se convirtió temporalmente en el primer miembro de la UE en prohibir todo uso de glifosato. (09.08.2019).

En conclusión, la decisión de la UE de autorizar la utilización por cinco años a partir del 2017 fue un camino plagado de dudas sobre la inocuidad del glifosato y en realidad los cinco años se pueden ver como una política de prohibición del glifosato de implementación gradual. A tal grado que diferentes países europeos en su regulación interna, como vimos, ya han dado pasos importantes hacia su prohibición.

A person wearing a cap and a jacket is kneeling in a field, using a hoe to work the soil. The field has rows of young plants in the background. The entire image is overlaid with a semi-transparent red filter. The text is centered on the left side of the image.

**Capítulo II.  
Prácticas  
alternativas al  
glifosato para el  
manejo de arvenses**

# Capítulo II. Prácticas alternativas al glifosato para el manejo de arvenses

## Manejo integrado de arvenses

El manejo integrado de plagas (MIP) se empezó a desarrollar en la década de 1960 como una alternativa al uso de plaguicidas. El MIP no intenta erradicar las plagas, sino minimizar su impacto a través de entender las condiciones que las hacen prosperar y combinar prácticas físicas, mecánicas, químicas, biológicas y culturales para mantenerlas en niveles aceptables, que no generen daños económicos considerables. Recientemente se ha adaptado esta forma de abordar la problemática al manejo de arvenses y se le ha llamado manejo integrado de malezas (MIM) (Menalled, 2010) o manejo integrado para el control de arvenses (CONACYT, 2020).

El manejo integrado de arvenses (MIA) parte del conocimiento ecológico de estas plantas y de sus interacciones con los cultivos y todo el agroecosistema para entender las condiciones que les permiten germinar, sobrevivir y reproducirse y así utilizar una combinación de prácticas que permitan mantener sus poblaciones en niveles aceptables. Las prácticas que se adoptan pueden clasificarse según el tipo de intervención como físicas, químicas, biológicas, culturales y mecánicas. También pueden clasificarse según el objetivo que las guía, basado en la comprensión de su dinámica ecológica (Labrada et al, 1996). El MIA se puede adaptar a diferentes escalas y tipos de agroecosistemas.

Entendiendo que el nicho ecológico es el lugar que ocupa una especie dentro de una comunidad de especies o ecosistema, se percibe no únicamente desde la perspectiva física en el espacio, sino también, incluye el tiempo y sus necesidades de alimentación. Cuando las especies ocupan nichos ecológicos similares, es decir que necesitan condiciones similares para su crecimiento, entonces se genera competencia entre ellas. Esto es lo que suele ocurrir entre arvenses y cultivos. Si están ocupando el mismo espacio, están emergiendo o creciendo al mismo tiempo, requieren de la luz y de los mismos nutrientes, entonces están compitiendo y es por ello que si prosperan las arvenses disminuye la productividad del cultivo (Lacasta, 2003; Menalled, 2010).

Las actividades agrícolas modifican la estructura del ecosistema y cambian la disponibilidad de los recursos, de manera que pueden favorecer las condiciones para que las arvenses prosperen y compitan con los cultivos o por el contrario evitar dichas condiciones (Menalled, 2010).

Para controlar la competencia entre las arvenses y el cultivo se puede reducir directamente la abundancia y tamaño de las primeras, favorecer que los cultivos tengan mayores posibilidades de acceder a los recursos e incidir en la composición de las comunidades de arvenses. La composición se refiere a las distintas especies que hay en cada agroecosistema y qué tan abundantes son, existen especies de arvenses que compiten más con los cultivos y son más difíciles de manejar. Por tanto, las prácticas de MIA no pretenden únicamente evitar el crecimiento de arvenses, sino dotar de mejores condiciones de crecimiento a los cultivos e ir reemplazando las arvenses por aquellas de más fácil manejo y baja capacidad de competencia, a este proceso se le llama inversión de flora (Lacasta, 2003; Menalled, 2010). Más adelante se darán ejemplos de algunas técnicas para llevar a cabo la inversión de flora.

Cada una de las prácticas de MIA (cuadro 1) utilizadas de manera individual difícilmente alcanza a minimizar el impacto de las arvenses, pero usándolas de manera combinada se logran regular las poblaciones de forma tal que no haya pérdida de productividad. Vale la pena mencionar que la mayoría de estas prácticas tienen funciones ecológicas y beneficios en el agroecosistema, más allá que solo el ayudar al manejo de las arvenses, por lo cual la productividad del agroecosistema aumenta no únicamente por evitar la competencia entre éstas y los cultivos, sino porque gracias a estas prácticas también hay cambios en la vida del suelo, en las dinámicas de los nutrientes, en la dinámica hidrológica, etc. El MIA puede mantener o mejorar la productividad de los cultivos y al mismo tiempo reducir la dependencia de insumos energéticos no renovables en los sistemas agrícolas, mejorar la calidad del ambiente y las

*Debido al intenso acoso, hostigamiento a activistas ambientales, los nombres utilizados en los testimonios en los siguientes capítulos son ficticios, los verdaderos se reservan por cuestiones de seguridad.*

condiciones de salud de agricultores y consumidores (Menalled, 2010).

En el Cuadro 1, se presentan las principales prácticas de MIA clasificadas según los objetivos citados dos párrafos atrás y en las cuales se abundará más adelante.

<b>Cuadro 1. Prácticas sobre el manejo integrado de arvenses.</b>		
<b>A. Disminuir la abundancia o evitar el crecimiento de las arvenses</b>	<b>B. Favorecer que los cultivos tengan mayores posibilidades de acceder a los recursos que las arvenses</b>	<b>C. Incidir en la composición de las comunidades de arvenses (inversión de flora)</b>
<p>Prevención y manejo del banco de semillas de las arvenses</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Abonos orgánicos libres de semillas de arvenses</li> <li>· Semilleros o almácigos libres de arvenses</li> <li>· Cuarentena de ganado</li> <li>· Lavado de equipo y maquinaria</li> <li>· Control en canales de riego</li> <li>· Evitar labranza convencional y profunda</li> <li>· Evitar producción de semillas de arvenses</li> <li>· Depredación de semillas</li> <li>· Destrucción de semillas (equipo motorizado)</li> </ul> <p>Manejo físico (térmico y eléctrico):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Solarización</li> <li>· Falsa siembra</li> <li>· Vapor/ agua caliente</li> <li>· Flameo</li> <li>· Electricidad</li> </ul> <p>Uso de coberturas, arropo o mulch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Residuos de cosecha o de poda y otras cubiertas orgánicas, esquilmos vegetales</li> <li>· Coberturas inorgánicas: plástico</li> <li>· Manejo mecánico (arrancar o cortar arvenses):</li> <li>· Deshierbe con herramientas manuales</li> <li>· Yunta o arado (tracción animal)</li> <li>· Desbrozadora o chapeadora</li> <li>· Motocultor, maquinaria ligera y equipos acoplados a tractores (rastras, surcadoras, chapoleadoras)</li> </ul> <p>Manejo biológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Insectos</li> <li>· Patógenos</li> <li>· Animales</li> </ul> <p>Manejo químico (moléculas de síntesis química y moléculas contenidas en vegetales):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Plantas y sustancias alelopáticas, extractos naturales y aceites esenciales</li> <li>· Vinagre y ácido acético</li> <li>· Urea y orina</li> <li>· Nitrato de amonio</li> <li>· Herbicidas comerciales a base de extractos naturales</li> <li>· Herbicidas de síntesis química con baja toxicidad<sup>15</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cultivar variedades más competitivas</li> <li>· Uso de almácigos, en los casos que sea factible</li> <li>· Riego y abonado localizados</li> <li>· Aumento de la densidad de siembra</li> <li>· Cultivos mixtos o policultivo</li> <li>· Abonado presiembra o abonado de fondo</li> <li>· Modificación del tiempo de siembra</li> <li>· Uso de coberturas vivas o cultivos de cobertura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Entendimiento y buen manejo del suelo, visto como un ecosistema (rizosfera)</li> <li>· Aprovechamiento de arvenses en el agroecosistema</li> </ul>

Fuente: (Adaptación a partir de Menalled, 2010, con información de Lacasta, 2003; Lugo, 2020; Ramírez, 2021)

En seguida se presentan experiencias de personas entrevistadas y encuestadas e información bibliográfica complementaria relacionada con las prácticas mencionadas en el cuadro 1.

<sup>15</sup> En el contexto del manejo integrado de arvenses el uso de estos herbicidas solo puede verse como una práctica complementaria con otras y en el proceso de transición hacia la agroecología, es decir, no como una solución que reemplaza el uso del glifosato para erradicar a las arvenses.

## A. Prácticas que buscan disminuir la abundancia o evitar el crecimiento de las arvenses

### A.1 Prevención y manejo del banco de semillas de las arvenses

En toda parcela cultivada, en los primeros 25 centímetros del suelo existe un reservorio de propágulos de arvenses, que puede contener entre 4 mil y 80 mil semillas por metro cuadrado, dichas semillas se habrán incorporando al suelo, principalmente, en los dos últimos ciclos productivos y de ellas, únicamente germinarán, si se presentan las condiciones adecuadas de luz, temperatura, agua, etc., entre el 1% y el 10%, es decir podrán emerger a la superficie hasta 8 mil nuevas plántulas (Lacasta, 2003; Ramírez, 2021).

Si en el campo de cultivo se han seleccionado arvenses beneficiosas o “buenezas”, al productor no le causará inconveniente enriquecer el banco de semillas, más bien al contrario, ya que con ellos irán desplazando otras plantas que puedan ser menos deseables, en cambio, si la composición de arvenses incluye las de un difícil manejo, perennes o altamente competitivas será importante evitar que se incremente el banco de semillas, ya sea porque se dejan florecer o por el tipo de labranza, que permite que el banco se extienda a mayor profundidad y que las semillas que estaban en latencia alcancen condiciones para su germinación. Por otra parte, es conveniente evitar que lleguen semillas de arvenses del exterior de la unidad productiva, por el riesgo de que sean aquellas cuyas interacciones con los cultivos no son deseables. En los siguientes puntos se dará más detalle de cómo evitar que semillas arvenses del exterior lleguen a los cultivos.

#### A.1.1 Semilla de calidad

Para acceder a semillas de calidad existen diferentes alternativas dependiendo de la semillas y las necesidades de las mismas:

Para el caso de producciones locales en pequeña y mediana escala se sugiere promover la formación de bancos comunitarios de semillas, espacios en donde de forma colectiva se resguardan semillas que están adaptadas a las condiciones biofísicas locales, se propone que estas sean de polinización abierta y procedentes de materiales nativos, y que cada ciclo de producción se intercambien y se cultiven y se vuelvan a recuperar con las cosechas del último ciclo de cultivo, así se fomenta un proceso de mejoramiento participativo, dado que cada agricultor elige aquellos materiales que mejor crecieron, produjeron y que saben más ricos y al momento de la cosecha se depositan al banco comunitario.

Por ejemplo la Red Andaluza de Semillas (RAS) organiza el intercambio de la siguiente manera: El listado de las variedades disponibles para el intercambio se actualizará dos veces al año, previo a las épocas de siembra de los cultivos de primavera-verano y los de otoño-invierno. Se sube la información en la página web de la RAS y Facebook y se envía vía correo electrónico o postal (para aquellas personas que no tengan acceso a internet y lo soliciten) a las personas interesadas. Pudiendo solicitar semillas para cada temporada aquellas personas que hayan aportado variedades al banco en alguna temporada de los dos últimos años (RAS, 2012).

En el caso de unidades de producción más grandes y de personas que tengan medianas superficies, se recomienda que accedan a semillas mejoradas (variedades de polinización abierta y en su caso híbridas) de los centros de investigación nacionales, como es el caso del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pesqueras (INIFAP), por ejemplo se han evaluado materiales híbridos en valles altos del Estado de México, evaluando no solo el rendimiento sino características fisicoquímicas en el proceso de nixtamalización, encontrando materiales con buen rendimiento, calidad comercial del grano y producción de tortillas de calidad (Vazquez-Carrillo, 2020).

## A.1.2 Abonos orgánicos libres de arvenses

Uno de los elementos más importantes para un buen desarrollo de los cultivos está vinculado con la fertilidad de los suelos, el agregar abonos orgánicos contribuye mucho con este objetivo, ya que además de incorporar nutrientes importantes para el crecimiento de las plantas, contribuye también, con el enriquecimiento de los microorganismos del suelo, que juegan un papel muy importante en el ciclo de la materia orgánica en el agroecosistema, tal y como lo dice un mediano productor de macadamia, la presencia de materia orgánica permite la presencia de microorganismos benéficos tales como rizobacterias y micorrizas (C PVR).

Por lo que es de suma importancia que cuando se adquieran o se elaboren abonos orgánicos se tenga mucho cuidado en evitar la presencia de semillas de arvenses que puedan introducirse al agroecosistema.

Para ello, una de las recomendaciones, es que cuando se agregue estiércol, debe procurarse que esté muy maduro y que la composta alcance una temperatura de 60° C durante 110 horas (unos 4.5 días) (Liu et al, 2020), ya que con ello se tendrá la certeza de haber matado las semillas de las arvenses presentes en el estiércol (Lacasta, 2003; E RM).

En algunas comunidades para acelerar la fermentación e incrementar la temperatura se usa, por ejemplo pulque, llamándole pulcashi, en analogía al abono fermentado conocido como bocashi, que se elabora aproximadamente entre 30 y 40 días y que justo en sus primeras fases puede alcanzar temperaturas superiores a los 60° C (C GMM).

En regiones como Huimanguillo, Tabasco. se compartió que debido a las altas temperaturas se acelera el proceso de compostaje, y lo que hacen es, realizar un deshierbe con desbrozadora y posteriormente se aplican organismos que aceleran la degradación de la materia orgánica (E AR), conocidos normalmente como microorganismos benéficos o microorganismos de montaña.

## A.1.3 Semilleros o almácigos libres de arvenses

En ocasiones y dependiendo del origen de la tierra o fuente de materia orgánica que se emplee en la elaboración de sustratos para semilleros, puede ser que lleguen semillas de arvenses al cultivo, a veces especies que no teníamos y que pueden ser de las que cueste mucho trabajo disminuir sus poblaciones, por tal motivo, se sugiere que cuando se elabora un sustrato se debe asegurar que sean desinfectados, pudiendo ser por solarización.

Este método es relativamente sencillo, aunque hay que tener un poco de paciencia, ya que para tener buenos resultados se debe esperar entre 4 y 6 semanas, y hacerlo durante la época calurosa del año, para poder incrementar la temperatura, para ello se emplea un sustrato que retenga bien la humedad, pero sin que se anegue o apelmace, ya que justo el sol lo que hará será evaporar el agua y al ser contenida por el plástico no se podrá escapar y así se calentará el sustrato, para ello se humedece previamente el sustrato y se cubre con un polietileno.

Otros efectos benéficos incluyen un incremento en la disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno, y el manejo de hongos transmitidos por el suelo. Las arvenses que pertenecen a los géneros *Amaranthus* spp, *Anagallis* sp, *Chenopodium* sp, *Convolvulus* sp, *Digitaria* sp, *Lactuca* sp, *Portulaca* sp, *Solanum* sp, entre otras, han visto disminuida su germinación con este tratamiento. En el caso de arvenses perennes como *Cyperus rotundus* y *Cynodon dactylon* y *Melilotus* spp. no han podido ser disminuidas por la solarización del suelo (Seethal et al., 2021).

## A.1.4 Cuarentena de ganado

Cuando el ganado es movilizado de un lugar a otro es probable que haya consumido algunas arvenses con semillas y que puedan sobrevivir en su tracto digestivo y que al momento de llegar al nuevo lugar, en las excretas se depositen y germinen semillas de arvenses que antes no estaban en la pradera. Por tal motivo es importante que el ganado recién adquirido o que cambia de espacio se debe mantener en lo que se conoce como cuarentena, lo que quiere decir que debe estar un tiempo en un espacio destinado a que evacúe y no se dispersen las semillas

que germinan a partir del estiércol, el tiempo varía según las experiencias y las condiciones del lugar (Lacasta, 2003; Ramírez, 2021).

Por ejemplo según Martín (E RMM), en el sur de México, aislar al ganado durante 4 días en corrales es una práctica común para que las semillas de otros pastos que pueden estar adheridas al pelaje de los animales o bien en el tracto digestivo, no se dispersen en las praderas y germinen. En algunas otras referencias bibliográficas se habla de 5 a 8 días (Gill et al., 2018), la recomendación es tener esta cuarentena e ir evaluando los mejores tiempos que impidan que ingresen a los potreros semillas de arvenses no deseadas.

### **A.1.5 Lavado de equipo y maquinaria**

Preparar y limpiar el equipo y maquinaria agrícola con agua a presión para evitar que éste disperse arvenses de un campo de cultivo a otro, cuidando que el agua del lavado no disperse las semillas (CONACYT, 2020; Ramírez, 2021).

### **A.1.6 Control en canales de riego**

Colocar filtros que eviten el paso de semillas a través de canales de agua de riego, mantener controladas las arvenses en los bordes y taludes de los canales, evitando que florezcan y produzcan semillas para que no se diseminen a través del agua. (Ramírez, 2021).

### **A.1.7 Evitar la labranza convencional y profunda**

La diseminación de las semillas de las plantas es una estrategia para colonizar nuevos espacios y mantenerse como especie, en los agroecosistemas, las semillas de las arvenses buscarán establecerse y multiplicarse lo más rápido para así cubrir el espacio y desplazar a otras especies con las que compiten por recursos, su distribución puede ser espacial y vertical.

Desde esta perspectiva el conjunto de semillas que presentan potencial regenerativo en las comunidades vegetales es conocido como banco de semillas, y su formación se inicia con la dispersión y finaliza con la germinación o muerte de las semillas.

Cuando el suelo no está disturbado, el banco de semillas se incrementa en los primeros 5 centímetros, pudiendo llegar hasta los 30 o 35 centímetros y disminuye con la profundidad, pero cuando hay prácticas de labranza convencional o profunda, mayor a esta profundidad, se incrementa el banco de semillas al aumentar la profundidad, de tal manera que la labranza mínima permite reducir el banco de semillas, aumentando las germinaciones superficiales para poder manejarlas antes de la siembra, así como evitando que las semillas se depositen en capas más profundas del suelo (Aguilar et al., 2020; Ramírez, 2021). De esta manera, la labranza y su profundidad, puede tener un impacto importante en el tamaño y la estructura de las comunidades de arvenses. Lo hace alterando la distribución vertical de semillas en el suelo y terminando físicamente tanto las semillas germinadas como las plantas emergidas (Weisberger et al., 2019).

Procurando, tal y como señala Laura (E MMF) respetar la vida que hay en el suelo, el hecho de no mover el suelo de manera superficial sino profundamente, pero poco para que la humedad penetre y protegerlo con un “sombrero” para que la vida del suelo se preserve. No es necesario moverlo más, con un laboreo se tira la primera hierba cuando empieza y ya no se debe mover porque comienza a crecer la planta.

Algo muy importante y como lo refiere el presente informe, no podemos generalizar las estrategias, depende mucho de las condiciones y naturaleza del suelo, del tipo de manejo que haya en el agroecosistema, por ejemplo Patricio (E SJM), que se dedica a la ganadería, comparte que el barbecho es una práctica utilizada para hacer una especie de colchón en el suelo, con la intención de que absorba y retenga más agua. Sin embargo han observado que no funciona ya que el agua se escurre con más rapidez. En ganadería no aplica el barbecho, porque el suelo con su estructura y vegetación natural absorbe más agua, la retiene mejor y alimenta los mantos acuíferos. La tierra sin barbecho es mucho mejor que la tierra trabajada.

### **A.1.8 Evitar producción de semillas de arvenses**

La dinámica en la germinación de las semillas de las arvenses y su mayor desarrollo y competitividad frente a los cultivos depende de factores complejos como el hábitat, medioambientales y agrotécnicos, por lo que evitar que las arvenses florezcan para no enriquecer el banco de semillas, es importante, a menos que se hayan seleccionado algunas de ellas para aprovechar sus beneficios (Ramírez, 2021; Feledyn-Szewczyk et al., 2020)

Dentro de las experiencias que documentamos, Sofía (E HM) nos compartió que en el sur de México la práctica común es que después de cosechar la milpa dejan el rastrojo, siembran el maíz pero las que primero germinan son las arvenses, así que reconocen cuáles son las arvenses “calientes porque queman el suelo”, esas sí las quitan. No dejan en medida de lo posible que florezca y así van manejando el banco de semillas del suelo.

### **A.1.9 Depredación de semillas**

No aplicar productos de síntesis química en nuestro agroecosistema, tiene muchas ventajas, entre ellas, la gran biodiversidad funcional que podemos encontrar, así la microbiota del suelo ayuda no solo a mantener la fertilidad del suelo, sino también a proteger a la planta de enfermedades, pero también contribuye a la presencia de insectos que son capaces de alimentarse de las semillas de las arvenses, los que más reportes tienen pertenecen a la familia Carabidae, los cuales contribuyen a que el banco de semillas de las arvenses disminuya y mantengan sus poblaciones bajas (Petit et al., 2017). Se ha observado que las aplicaciones de herbicidas influyen indirectamente en las poblaciones de carábidos a través de la disponibilidad reducida de alimentos y la modificación del hábitat (Sarabi, 2019).

Los depredadores de semillas de arvenses se pueden clasificar en dos grupos: los que se alimentan de semillas inmaduras y maduras en la propia planta, a estos se le denominan depredadores pre-dispersión, y los que se alimentan después de que las semillas han caído al suelo, a los que se nombran depredadores post-dispersión (Sarabi, 2019). Tanto los vertebrados (p. ej., pájaros y roedores) como los invertebrados (p. ej. escarabajos terrestres, hormigas, grillos y babosas) se alimentan de semillas de arvenses, pero las diferencias en los grupos de depredadores de semillas cambian la magnitud en que son consumidas las semillas entre diferentes especies de plantas.

### **A.1.10 Destrucción de semillas (equipo motorizado)**

Existen equipos que se adaptan a cosechadoras mecánicas para evitar que las semillas de malezas cosechadas junto con los granos, queden en el campo y enriquezcan el banco de semillas o germinen el ciclo siguiente. Se usa principalmente para moler o destruir semillas de malezas resistentes a glifosato durante la cosecha (Ramírez, 2021).

## **A.2. Control físico (térmico y eléctrico)**

Al momento de utilizar estas técnicas se debe considerar que las altas temperaturas pueden ocasionar la muerte de microorganismos tanto patógenos como benignos por lo que estas técnicas, como todas las anteriores, se deben combinar con otras. En este caso se podría considerar combinar con la aplicación de técnicas que promuevan la proliferación de los microorganismos benéficos para el suelo, como la aplicación de los microorganismos de montaña que pueden resultar idóneas. Sin embargo, siempre es importante considerar el tipo de suelo y el tipo de agroecosistema.

### **A.2.1 Solarización**

La solarización del suelo es una práctica bien establecida para el manejo de plagas, enfermedades y semillas de arvenses que pueden estar en la tierra, se utiliza como tratamiento previo a la siembra. La solarización del suelo consiste en cubrir un suelo húmedo con láminas de

polietileno transparente durante la temporada de calor. La radiación solar atrapada calienta el suelo y transfiere el calor generado a las capas profundas del suelo. Las temperaturas se elevan a niveles letales o subletales para un amplio espectro de organismos del suelo.

Uno de los elementos más importantes para que el proceso de la solarización sea exitoso es que haya una buena humedad en el suelo, por lo que un buen riego, es necesario para la penetración del calor en las capas profundas del suelo y aumentar la sensibilidad de los organismos al efecto térmico. En el caso de las semillas de arvenses la solarización del suelo puede incidir en el deterioro del banco de semillas a través de tres procesos:

1. Romper la latencia que resulta en la germinación de la semilla;
2. La mortalidad de semillas; y
3. La reducción del vigor de la semilla que resulta en una germinación anormal y una mayor vulnerabilidad al estrés biótico (Cohen et al., 2019).

Con base en lo anterior, la recomendación sería: humedecer y cubrir herméticamente el suelo con plástico para que la temperatura se eleve por encima de 60° C, ya que se ha determinado que la viabilidad de semillas de arvenses se pierde a esa temperatura. La eficiencia de la solarización dependerá de la temperatura que se alcance bajo el plástico, lo cual a su vez depende de la temperatura ambiente, la intensidad lumínica, el tiempo de exposición, las horas luz, el nivel de humedad y el color de la cobertura que se utilice. Se ha logrado hasta el 95% de eficacia en condiciones de invernadero y con altas temperaturas ambientales. Las especies anuales de reproducción sexual por semilla son las más sensibles al aumento de temperatura, este método no es eficaz para especies con gruesa cubierta seminal como las leguminosas o aquéllas que tienen abundantes reservas, ni para las que son capaces de germinar desde capas profundas del suelo (Lacosta, 2003; Ramírez, 2021).

## **A.2.2 Falsa siembra**

Las semillas de las arvenses provienen de plantas que tienen como cualidad el responder eficientemente a las condiciones de humedad y temperatura para germinar aceleradamente, así que cuando se presentan condiciones favorables para su emergencia, lo harán rápido y aprovechando los recursos existentes para poblar el terreno.

Aprovechando esta cualidad de las arvenses, cuando se prepara el terreno, se recomienda dejar que emerjan sus plántulas y posteriormente eliminarlas, a esta acción se le denomina falsa siembra.

Este proceso puede repetirse varias veces, si se considera necesario antes de sembrar el cultivo. A gran escala, las rastras que se utilizan para preparar el terreno antes de la siembra se pueden usar para hacer falsa siembra, estimulando la germinación con riego y pasando la rastra para manejar arvenses que hayan germinado recientemente (Lugo, 2020; E LGT; Ramírez, 2021).

Sin embargo se debe tener cuidado al emplear este método en sistemas de temporal ya que podría resultar riesgoso, pues se agota la humedad residual en los suelos.

## **A.2.3 Vapor/agua caliente**

La temperatura, como se ha visto, juega un papel importante en la disminución de la viabilidad de las semillas de las arvenses, aprovechando esta cualidad, es que se puede emplear vapor o agua caliente como otro medio para bajar las poblaciones de las plantas no deseables para en la unidad de producción.

Se recomienda aplicar con una aspersión de agua caliente o vapor de agua con equipo especializado, este método funciona mejor para plantas pequeñas, preferiblemente anuales, antes de que hayan tenido el tiempo suficiente para generar órganos de reserva (Ramírez, 2021).

## **A.2.4 Flameo**

Se aplica una llama proveniente de un bastidor con uno o varios quemadores de gas propano o butano, deshidratando las arvenses de la misma forma que el vapor de agua. Existen flameadores

o sopletes manuales y flameadores acoplados a tractor. En los últimos años también se han desarrollado quemadores de infrarrojos que implican menor riesgo de combustión. Las altas temperaturas también pueden afectar la vida de algunos microorganismos benéficos del suelo, por lo que se recomienda la adición de microorganismos para compensar sus niveles (Lugo, 2020; Ramírez, 2021; E RM).

## A.2.5 Electricidad

Aplicar electricidad a las malezas de modo que se rompen vasos conductores y células de tallos y raíces, muriendo por quema. Se produce un efecto similar al de los herbicidas sistémicos. Se recomienda su uso para arvenses pequeñas, o recién emergidas. Los equipos para manejo eléctrico de arvenses son adaptables a tractores (Ramírez, 2021).

## A.3 Uso de coberturas, arroje o mulch

Al momento de preguntar la importancia de proteger el suelo con una cobertura, Laura (E MMF), nos dice: “Proteger el suelo con un “sombbrero” para que la vida del suelo se preserve. Y es parte de los objetivos de emplear una cobertura, arroje o mulch, cuidar el suelo, y eso implica cuidar los microorganismos benéficos que suelen estar en lo que se conoce como rizosfera. Pero también tiene la ventaja de mantener la humedad de la tierra y por supuesto la disminución en la germinación de las semillas de las arvenses (Lugo, 2020; Ramírez, 2021).

### A.3.1 Residuos de cosecha o de poda y otras cubiertas orgánicas

Gonzalo (E EFG) comparte que para que no se ocupe más mano de obra al no utilizar herbicidas, es necesario prever las buenas prácticas para el manejo de arvenses, por lo menos la práctica de dejar la cobertura de los cultivos asociados.

Estas coberturas además de los beneficios mencionados en el apartado anterior, mejoran la retención de agua e incorporan lentamente materia orgánica y nutrientes al suelo y permiten reutilizar los restos de poda, evitando gastos en la disposición de desechos. Se pueden usar como cobertura pajas y restos vegetales de cualquier cultivo, la broza del café, el pseudotallo del plátano, la fibra del tallo de algunas palmas, las cañas (tallos) del maíz, como todos estos materiales son ricos en carbono, es importante agregar fuentes de materia orgánica rica en nitrógeno, como estiércol, para así equilibrar la relación Carbono/Nitrógeno y contribuir a la mejora en la fertilidad del suelo.

También, se pueden usar como cobertura algunas arvenses que se dejan crecer en algún área del agroecosistema, éstas además pueden ser hábitat y alimento para polinizadores y enemigos naturales de las plagas de los cultivos (Lacosta, 2003; Lugo, 2020; Ramírez 2021).

Dentro de las experiencias compartidas, en la región de Cárdenas, Tabasco, más de 20 grupos de productores de caña de azúcar, dejan el rastrojo y los residuos postcosecha en la zona, así tienen poca emergencia de arvenses y ya no hacen la quema en los cultivos (E DC).

En Matehuala, San Luis Potosí, los productores de nopal optaron por ocupar como acolchado natural o mulch a la *Salsola kali*, comúnmente conocida como Rodamundo, esto lo lograron sin invertir un solo peso, porque esa planta crece de forma abundante en la zona. En la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), en el área de agroecología, ocupan como acolchado natural o mulch la hojarasca generada en sus cultivos de moras. También han ocupado como acolchado una *Tillandsia* sp., comúnmente conocida como Heno o Paxtle, ya que ésta tarda mucho tiempo en degradarse, hasta dos años en lugares con radiación solar muy alta. Éste conserva la humedad, evita la emergencia de arvenses y no se debe invertir dinero para su reproducción (E RJG).

En Tlaxcala recomiendan incorporar las hierbas o rastrojos a la parcela (previamente realizando rastro, es decir, picado). Cuando existe humedad residual en la parcela, como las semillas de las hierbas ya están enterradas, suelen no germinar, se pudren, pero se incorporan esos nutrientes al suelo (E PHO).

### **A.3.2 Coberturas inorgánicas: plástico**

Otra posibilidad de coberturas, son las artificiales, se puede cubrir el suelo con plástico, ya sea antes de la siembra o durante todo el ciclo de cultivo, así se suele hacer en los cultivos de melón, fresa, jitomate, entre otros. (Lacasta, 2003; Lugo, 2020; Ramírez, 2021). El manejo de acolchados artificiales como de plástico (tomando en cuenta el tipo de plástico, calibre y color) para unidades de producción medianas y grandes es funcional, pudiendo cubrir terrenos desde una hasta más de 20 hectáreas (E RJG).

De acuerdo con el manual de acolchado de la Universidad Tecnológica Tula-Tepeji, las medidas comunes del acolchado son de entre 1.2 a 1.5 m de ancho y de 1.25 a 1.50 milésimas de pulgada de grosor, con rollos de 900 m de longitud. Las perforaciones normalmente son entre 5 y 10 cm de diámetro; a una distancia de entre 30 a 50 cm que pueden ser a doble hilera o hilera sencilla. Cuando son a doble hilera se colocan las perforaciones en tres bolillo (Hernández, 2014).

En el caso de cubiertas artificiales, es muy importante tomar en cuenta la gestión de los residuos cuando deje de ser útil, para no producir problemas de contaminación.

## **A.4 Manejo mecánico (arrancar o cortar arvenses)**

### **A.4.1 Deshierbe con herramientas manuales**

Es quizá de las actividades más tradicionales, sobre todo para pequeñas superficies o superficies medias, cuando se hace faena colectiva (tequio o trabajo colectivo), para este caso se recomienda conocer el tiempo adecuado para hacerlo, con la finalidad de lograr la mayor eficiencia del trabajo de deshierbe y considerando el período crítico de competencia entre las arvenses y los cultivos, es decir, el tiempo en el que la presencia de las arvenses ocasiona una pérdida de rendimiento y también en el momento en que es más fácil la intervención (Lacasta 2003; Lugo, 2020; Ramírez, 2021; E RMM; E SAS).

En Oaxaca, aunque anteriormente alrededor del 40% de los productores utilizaban agroquímicos, en el lapso de tres o cuatro años se dieron cuenta de la degradación de los suelos debido a los agroquímicos. Las personas que no utilizaron los productos fueron la pauta para darse cuenta de las diferencias en la producción, observaron que quien no utiliza agroquímicos tenía más constancia en su producción a diferencia de quien sí los utilizaba, los productores de temporal comprenden más el proceso de la salud del suelo, lo que hacen ellos es el chapeo, deshierbe e incorporación de la materia orgánica al sistema productivo. Son comunidades que aplican este modelo de producción limpia (E AMH).

Para el caso de milpa en Tlaxcala, se realiza barbecho (se voltean diez centímetros de tierra), las semillas de las hierbas quedan expuestas al sol, a la humedad y a las aves, eso reduce en cantidades proporcionales. Con el rastreo y barbecho disminuye un 50% de las arvenses, limpieza cuando tiene 10 cm el maíz se reduce otro 25% de arvenses, luego una segunda limpieza cuando la planta tiene 30 o 40 cm limpiaría lo que quedaría de hierbas. El tiempo en el que se hace el deshierbe manual y las lluvias importan mucho, si al campesino o campesina le da tiempo de realizar trabajos culturales en su parcela, no requerirá de ningún herbicida (E PHO).

### **A.4.2 Yunta o arado (tracción animal)**

Por desgracia es una actividad que cada vez se emplea menos a pesar de que son agroecosistemas con manejo integrado: la yunta sirve para eliminar las arvenses, por otra parte también los animales contribuyen con el estiércol para la elaboración de abonos orgánicos, y los animales de la yunta son alimentados con productos de la unidad productiva, haciéndose así un círculo virtuoso del flujo de la materia orgánica y la energía.

Jorge (E EJ), señala que en Oaxaca hay muchos productores a pequeña escala de hasta dos hectáreas, trabajándolo con machete y caballo, machete y tarecua, y yunta.

### **A.4.3 Desbrozadora o chapeadora**

El uso de pequeña herramienta para unidades de producción pequeñas y medias ha resultado en los últimos años una excelente alternativa para el manejo integrado de las arvenses, entre ellas de forma muy práctica y sobre todo en huertas frutícolas se emplean cada vez más las desbrozadora, esta herramienta facilita el trabajo, permite limpiar mayor área en el mismo tiempo y la materia orgánica se incorpora al suelo, en el caso de los árboles se han acoplado aros mecánicos a este equipo para evitar dañar los troncos de los árboles (Lugo, 2020; Ramírez, 2021).

En la Península de Yucatán se realiza la limpieza de tres mecatres por tarde, las mujeres lo pueden hacer, no es caro, no contamina, se reduce el pago por el jornal y la materia orgánica se incorpora al suelo. En la red de guardianes de las semillas, compraron 5 equipos para 10 comunidades. La maquinaria se divide por zonas con cartas compromiso de los responsables que dan mantenimiento constante a las máquinas. Los usuarios reciben asesoría técnica y capacitación para el uso de las máquinas, en las reuniones firman una carta compromiso de recibido para utilizarla durante una semana por comunidad, prestan y rotan las desbrozadoras a diferentes ejidos que las necesitan (Lugo, 2020).

Para el manejo de cítricos han manejado las arvenses de forma manual con azadón o con machete o con apoyo mecánico en el ruedo con chapeadora, segadora, desbrozadora, tractor rastra, motocultor y asociación de coberteras con posterior incorporación con rastra. Lo más sencillo es la desbrozadora, utilizando las eléctricas (E MGC).

Resultó interesante la información que comparte Nestor (E JMT) sobre su experiencia en el caso de plantaciones de limón persa, indicando que se eliminó el glifosato con la ayuda de desbrozadoras para el rodal del árbol y entre las hileras de árboles se trabaja con chapeadoras y podadoras, dejando una línea grande para dejar flores y cuidar el banco de semillas y dejar refugio a los insectos.

### **A.4.4 Motocultor, maquinaria ligera y equipos acoplados a tractores (rastras, surcadoras, chapoleadoras)**

Los equipos motorizados pueden afectar las características físicas del suelo y reducir su capacidad de reciclar nutrientes, dependiendo del equipo y del grado de disturbación que se realice al suelo, su uso podría estimular la germinación de más semillas de arvenses y seleccionar, es decir, permitir la mejor adaptación de arvenses rastreras o perennes, por ello se recomienda usar técnicas mínimas de cultivo, evitar excavar y arar, cortar las hierbas en lugar de arrancarlas. Las rastras que se utilizan para preparar el terreno antes de la siembra se pueden usar para usar para manejar arvenses que hayan germinado recientemente, tal y como se mencionó en el apartado de falsa siembra. Las chapeadoras se usan para las arvenses recién germinadas y en presiembra en cultivos anuales o de forma continua en cultivos perennes. (Ramírez, 2021).

En Oaxaca, la experiencia documentada refiere que las personas que tienen un poco más de mecanización controlan sus parcelas con labores culturales ya sin utilizar azadón. Se han especializado en la conducción de los tractores, hacen un rayado, es decir un primer deshierbe cuando las arvenses tienen de cinco a diez centímetros y después otro a los quince días, de esa manera controlan las arvenses. Ellos mismos se han dado cuenta de cómo los químicos afectan no únicamente la productividad sino también a la biodiversidad porque donde ya se aplicó herbicida, ya no crecen hierbas que son parte de la dieta oaxaqueña como el Chepil, Tomatillo, Chepiches y ya tampoco se aparecen los chapulines, y del otro lado del pueblo quienes no aplicaron herbicidas sí pueden encontrarlos todavía, ese es un buen indicador de cómo este tipo de productos afectan la biodiversidad (E AMH).

En cítricos se pasa el tractor, la chapoleadora para los caminos y la desbrozadora en los cajetes del árbol. Se utiliza más gente, más mano de obra, implica más esfuerzo, pero se gana más en la nutrición del árbol y al final de cuentas los costos de producción van a ser más bajos (E JBG).

## A.5 Manejo biológico

Uludag (2018) señala que el manejo biológico de una arvense se puede definir como el uso de un agente, un complejo de agentes o procesos biológicos para llevar a cabo la supresión de la arvense. Por su parte Morin (2020), propone que en el caso del biocontrol de arvenses, se hable de dos enfoques principales para el manejo biológico: a) clásico (inoculativo o de importación) y b) bioherbicida (inundativo o aumentativo).

El enfoque clásico se ha empleado con mayor frecuencia y consiste en disminuir las poblaciones de una arvense en una región específica mediante la introducción deliberada de enemigos naturales especializados del área de distribución de la arvense. Una vez que se establece un agente de control biológico introducido y su población ha aumentado, puede, a menudo en conjunto con otros agentes y métodos de manejo, causar un daño severo a la arvense que conduce a una disminución en su biomasa, reproducción y/o densidad de población. Aunque los insectos se han utilizado predominantemente en este enfoque, desde la década de 1970 los patógenos vegetales se han convertido en parte del conjunto de tales agentes.

Por el contrario, el enfoque de bioherbicidas basado en microorganismos vivos (microherbicida cuando un hongo está involucrado) se ha basado únicamente en patógenos de plantas ya existentes donde las arvenses objetivo están presentes.

Independientemente del enfoque, lo que se busca es reducir el vigor de las arvenses para que no compitan con los cultivos. Esta práctica requiere de tiempo para lograr el equilibrio de las poblaciones, su efecto no es inmediato. Puede implicar introducir una especie exótica, por lo que se deben estudiar sus posibles efectos ecológicos, pero también puede tratarse de generar las condiciones ambientales que beneficien al ser vivo que puede ayudar como agente de control biológico (CONACYT, 2020; Ramírez, 2021).

### A.5.1 Insectos

Existen ejemplos de insectos que han ayudado a controlar arvenses específicas, por ejemplo, *Neochetina eichorniae* y *N. bruchi* para el lirio de agua (*Eichornia crassipes*) (Ramírez, 2021).

Javier (E RJG) recomienda el control biológico natural, es decir, herbivoría natural promovida por la diversidad del agroecosistema.

### A.5.2 Patógenos

Varios hongos, principalmente royas y tizones, han sido usados para el manejo de arvenses. Existe un listado de patógenos nativos identificados en América Latina publicado en 1999 por Sánchez y Zúñiga (1999) en el libro "Control Biológico de *Rottboellia cochinchinensis* (Ramírez, 2021).

En Costa Rica se ha manejado exitosamente la planta conocida como Lotería o Sainillo (*Dieffenbachia* spp.), cuya savia es irritante y afecta a los trabajadores de limpieza manual y corta de fruta, con bacterias nativas (*Pseudomonas* sp.) en forma de bioherbicidas. La bacteria se encontró en Sainillo tratado con glifosato, se colectó y se maceraron los tallos infectados, se incubó en melaza y luego se aplicó. El bioherbicida promueve la aparición rápida de otras arvenses que ocupan los espacios que el Sainillo dejó, ayudando a que éste tenga menores posibilidades de restablecerse (Ramírez, 2021).

Con agrohomeopatía para controlar las hierbas, se realizó un preparado para pastos, donde gracias a la aplicación llegó una plaga exclusiva para el pasto, controlando y hasta eliminando su crecimiento, hay que valorar este tipo de soluciones alternativas (E AR).

### A.5.3 Animales

En cultivos perennes se usan cabras y borregos para el control de arvenses herbáceas y arbustivas, se ha adaptado un “bozal discriminador” que únicamente permite al animal consumir arvenses del suelo pero no ramonear ni afectar el tronco (imagen 24 en Ramírez, 2021). Se han usado gansos en cultivos de café y frijol, ya que éstos prefieren plantas de hoja angosta. En el sur de Asia se utilizan patos después de cosechar los arrozales, para que coman plantas y semillas de arvenses, pero también otros organismos que podrían convertirse en plaga. La carpa herbívora se ha utilizado en muchos países para las arvenses acuáticas en canales de riego y lagos, aunque se debe considerar el riesgo para los peces nativos, en este sentido se han desarrollado híbridos estériles para que no puedan reproducirse las carpas introducidas.

Cañeros en Tabasco convencionalmente utilizan mucho herbicida en los callejones, para evitar roedores que suelen ser un problema en el cultivo de caña. Ahora utilizan controles biológicos, colocando perchas con varas de bambú en los callejones para atraer a las aves de rapiña, nocturnas, para que puedan posarse. Así también evitan los cebos, porque las aves y zorros se estaban muriendo por todos los venenos (E AR).

Una estrategia para el buen manejo de una pradera y evitar que emerjan arvenses indeseables, se propone la presión de pastoreo, que es una estrategia de manejo de ganado, de simular como lo hacían las grandes manadas de rumiantes en las praderas originales, como los bisontes en América. Son muchas cabezas de animales por hectárea de carga instantánea, hace que el ganado se convierta de selectivo a no selectivo. Lo que quiere decir que come con voracidad, come la hierba que está en la pradera y las arvenses. Cuando salen los animales de la pradera, quedan solo manchones de lo que ya no se comieron. Lo que se comieron lo dejan pisoteado. Las que no se comen se pueden chapear fácilmente sin que implique mucho esfuerzo (E LC).

## A.6 Control químico (moléculas de síntesis química y moléculas contenidas en vegetales)

### A.6.1 Plantas y sustancias alelopáticas, extractos naturales y aceites esenciales

Una gran cantidad de especies de plantas cultivadas y arvenses producen principios activos, también llamados metabolitos secundarios y que se sabe tienen propiedades aleloquímicas que inhiben el crecimiento de otras plantas, a este proceso se le conoce como alelopatía. Los aleloquímicos se pueden utilizar para un adecuado manejo de las arvenses en agroecosistemas, pudiéndose emplear de diferentes formas, por ejemplo utilizando cultivos alelopáticos como cultivos intercalados, rotación de cultivos o mantillo. Algunos ejemplos de cultivos con alto potencial alelopático son: (pero no se limitan a) trigo, arroz, sorgo, centeno, cebada, girasol, así como la calabaza, el cempasúchil y el hinojo. Los aleloquímicos producidos naturalmente en estos cultivos pueden manipularse para suprimir las arvenses (Farooq et al., 2020).

Es necesario evaluar los posibles efectos de las sustancias alelopáticas sobre los cultivos, para que no se inhiba su crecimiento junto con el de las arvenses. Esta práctica de manejo puede ser asociando plantas alelopáticas a los cultivos o usando los aleloquímicos para preparar herbicidas naturales, usando aceite mineral que mejora su efectividad al lograr una mejor penetración en las hojas de las arvenses (Lacasta, 2003; Lugo, 2020; Ramírez, 2021).

Algunas plantas alelopáticas que segregan sustancias aleloquímicas son *Salvia reflexa*, *Eucalyptus globulus*, *Brassica juncea*. Las sustancias alelopáticas incluyen los ácidos fenólicos, flavonoides, terpenoides, alcaloides y quinonas. Se han hecho experimentos con extractos naturales y aceites esenciales, usando altas dosis de sustancias como el D-limoneno, extracto de pino y de romero y encontrando mejores resultados que los de un herbicida sintético, por lo que se recomienda su uso como parte de programas de manejo integrado de arvenses (Lugo, 2020; Ramírez, 2021).

Por lo que diversificar el sistema productivo integrando plantas alelopáticas, no precisamente en asociación, pero sí como barreras o cercos vivos (por ejemplo de Eucalipto, *Crotalaria*) y el extracto de sus sustancias alelopáticas.

En el estado de Chiapas, algunos productores elaboran un herbicida orgánico a base de extractos de coníferas (E RMM).

## A.6.2 Vinagre y ácido acético

Su eficacia como herbicida es menor a la del glifosato, sin embargo es una alternativa si se realiza de manera oportuna y complementaria con otras prácticas de manejo. El vinagre, que posee cerca de un 4% de ácido acético puede destruir la membrana celular, secando las plantas especialmente de malezas de hoja ancha en aplicaciones tempranas. Se ha usado para desecar con efectividad la avena negra, que se utiliza como cobertura y sin alterar el pH en el suelo ni causar impacto negativo sobre la biomasa y actividad microbiana. En otros casos el vinagre ha dado resultados del 82% y usando ácido acético al 10% se ha logrado secar al 99% de las mismas plantas, para algunas arvenses es suficiente usar concentraciones de ácido acético menores a las presentes en el vinagre (Lugo, 2020; Ramírez, 2021; E RM).

El manejo de sustancias naturales que se pueden usar de forma combinada con acolchados, como es el ácido acético (vinagre) son buena opción para las unidades de producción medianas (E RJG).

Por su parte Jaime González Tolentino (Lugo, 2020) señala que: “Estos productos (vinagre y urea) actúan como pre-emergentes, lo cual permite iniciar un cultivo sin o con pocas arvenses. Se debe cuidar de no tocar nuestros cultivos de interés pues ambos productos tienen un efecto de contacto, no son selectivos. Es importante aplicarlos al inicio de las horas de mayor sol para un mejor resultado. Además de tener extremo cuidado de no tener contacto directo con el vinagre pues puede ocasionar irritaciones en la piel”.

Massara Lugo (Lugo, 2020) indica que, para la aplicación de vinagre se recomienda mezclar 2 L de vinagre concentrado con 4 tazas de jabón de preferencia líquido y 4 cucharadas de sal, por cada 20 litros de agua. El vinagre lo pueden hacer los mismos productores a partir de fermentar fruta y además actúa como descompactador de suelos, se puede aplicar antes de la siembra, para el manejo de las arvenses que germinan en una falsa siembra.

Otra propuesta es que el ácido acético o vinagre casero sea diluido al 20 por ciento. Se recomienda que se base el control integrado de arvenses en las fases de la luna; estos líquidos deben ser aplicados 7 días antes o 7 días después de la luna llena, porque la savia de las plantas se encuentra en las partes aéreas y si se aplican estos líquidos entonces las raíces se quedan con poca savia por lo tanto hay menos probabilidad de que rebroten. Segundo, que se apliquen estos líquidos en las primeras etapas de crecimiento de las arvenses y tercero que se apliquen principalmente en arvenses de hojas anchas (casi 90 por ciento de efectividad). El ácido acético es 100 por ciento efectivo en gramíneas. Es importante señalar que esta alternativa fue probada en lugares con alta radiación solar, lo cual favorece su efectividad. No se recomienda esta alternativa para lugares templados (E MCL).

En la zona de Bacalar, Quintana Roo están trabajando desecantes naturales a partir de fermentos de hierba, fermentos de fruta, y agua de mar, al tener un pH ácido si se rocía ayuda a control de hierba (E MMF).

## A.6.3 Urea y orina

La urea se usa como fertilizante pero también reduce el crecimiento de las arvenses cuando se aplica en altas dosis. Se mezclan 7 kg de urea por 20 litros de agua y se agregan 4 tazas de jabón líquido y 4 cucharadas de sal para aumentar su efectividad, se ha utilizado en presiembra en el manejo de las arvenses que germinan después de preparar la tierra y regarla (falsa siembra). La orina tiene un alto contenido de urea y se obtiene de forma gratuita, para aplicarla se mezclan 20 litros de orina con 4 tazas de jabón líquido y 4 cucharadas de sal (Lugo, 2020).

Jorge (E EJ), nos compartió que se puede utilizar la orina de la vaca con un poco de ajo para controlar la hierba. No se debe aplicar en parcelas orgánicas pero es muy útil para el control de hierbas de manera natural.

#### A.6.4 Nitrato de amonio

Existe una experiencia de su uso en cafetales en Costa Rica, que señala que en cafetales se ha aplicado nitrato de amonio en solución de 750 g/l. Éste necrosa a las arvenses, se biosintetiza un fertilizante nitrogenado de liberación lenta, tiene un muy bajo costo y está permitido en agricultura orgánica (Ramírez, 2021).

#### A.6.5 Herbicidas comerciales a base de extractos naturales

Aunque no hay muchas fórmulas en el mercado, se menciona en un texto de Costa Rica una formulación que se comercializa en México cuya ficha técnica se encuentra disponible en: [https://agroplanetmexico.mx/wp-content/uploads/2020/06/Agroplanet\\_Mexico-ficha\\_tecnicaSEC\\_NATURAL200630.pdf](https://agroplanetmexico.mx/wp-content/uploads/2020/06/Agroplanet_Mexico-ficha_tecnicaSEC_NATURAL200630.pdf)

Por su parte Javier (E RJG), nos indica que la fitoquímica también es una alternativa, sin embargo, no es una opción a corto plazo, ya que la síntesis de las sustancias naturales es un proceso que requiere años de investigación y experimentación.

#### A.6.6 Herbicidas de síntesis química con baja toxicidad

Varios productores recomiendan paulatinamente reducir las cantidades de glifosato en una primera fase, realizando manchoneo o aplicando directamente para evitar la dispersión de las semillas de los zacates indeseables (E JBG), por su parte, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) ha emitido una recomendación de usar herbicidas de baja toxicidad, rotándolos, esto como parte de un proceso de transición donde se van modificando poco a poco las prácticas de manejo a partir de las que requieren menos cambios. Sin embargo, se advierte que aún estos herbicidas tienen efectos sobre la salud humana, pueden generar resistencia de las arvenses y provocan contaminación de suelos y aguas. En el contexto del manejo integrado de arvenses solo pueden verse como una práctica complementaria con otras y en el proceso de transición hacia la agroecología, es decir, no como una solución que reemplaza el uso del glifosato para erradicar a las arvenses.

Algunos herbicidas de la familia de las sulfonilureas para control de hierbas de hoja ancha y de pastos, pueden aplicarse cuando las arvenses recién germinan en cultivos específicos como trigo, cebada, arroz, maíz, soya y colza. Nicosulfuron, primisulfuron, prosulfuron, halosulfuron, metsulfuron, triasulfuron (CONACyT, 2020).



## B. Prácticas que favorecen que los cultivos tengan mayores posibilidades de acceder a los recursos que las arvenses

### B.1. Cultivar variedades más competitivas

Usar semillas con alto porcentaje de viabilidad y un corto tiempo de germinación, que tengan buen vigor y tolerancia al medio y un crecimiento más rápido en los estados iniciales para que permitan al cultivo crecer rápido y cerrar el paso de la luz hacia la superficie del suelo, de manera que pocas arvenses puedan germinar y si lo hacen sean menos competitivas. También algunas variedades por sus características morfológicas, por ejemplo, en el caso de cereales los de porte alto, son mejores competidoras con las arvenses (Lacasta, 2003; Ramírez, 2021).

### B.2. Uso de almácigos, en los casos que sea factible

En los cultivos en los que se puede sembrar en almácigos y posteriormente trasplantar, se logra que el cultivo esté más desarrollado al momento de llegar a la cama de siembra y llegue a cerrar el paso de la luz más rápido, disminuyendo los periodos críticos de competencia. Esta práctica cada día se lleva a cabo en más cultivos, es muy común en melón, sandía, tomate, chile, cebolla y muchas otras hortalizas, así como en cultivos perennes como café, cítricos, palma aceitera, frutales y plantas ornamentales (Ramírez, 2021).

### B.3. Riego y abonado localizados

Cuando sea posible, al abonar y regar hacerlo en la base de los cultivos y no de manera generalizada sobre el terreno, para que las arvenses no dispongan de los mismos recursos para crecer y ser competitivas (Ramírez, 2021; E RM).

### B.4. Aumento de la densidad de siembra

Las escalas, ecología y biodiversidad del lugar determinan las alternativas que deben implementarse. La siembra cercana y acolchados naturales en unidades de producción pequeña y mediana son funcionales (E RJG).

Aumentando la densidad de siembra se pueden reducir los nichos disponibles para las malezas. Esto puede lograrse con distancias menores entre surcos, variando el ancho de las camas de siembra o colocando las plantas en “tres bolillo” en vez de hileras, también puede lograrse o a través del intercalamiento de cultivos o el policultivo.

En algunos experimentos con cereales se ha demostrado que aumentar la densidad de siembra en monocultivo de cereal reduce los efectos de las arvenses sobre la productividad del cultivo, sin embargo, cuando se trata de cereales en rotación, es la rotación quien marca mucho mejores efectos y la densidad no hace mucha diferencia (Lacasta, 2003; Ramírez, 2021).

Lo anterior tiene que ver también la densidad entre planta y planta para que el suelo esté sombreado y no se presten las condiciones para que crezcan más hierbas (E MMF).

En general se puede decir que al aumentar la diversidad y densidad de siembra, es decir, plantas más juntas. Estas alternativas no son soluciones aisladas, deben integrarse para que funcione el agroecosistema. Con esto se asegura una mayor producción de biomasa (E RMM). También se debe tomar en cuenta que la densidad de siembra depende del tpo de suelo, disponibilidad de agua y nutrientes.

## B.5. Cultivos mixtos o policultivo

Esta práctica se basa en el hecho de que las plantas se complementan, por ejemplo un cultivo de porte alto con otro de porte bajo, que se pueden sembrar en diferentes tiempos para evitar una competencia por luz, un cultivo de leguminosa con una gramínea, o intercalar hileras de plantas aromáticas o nectaríferas con el cultivo.

Se pueden sembrar leguminosas arbustivas asociadas a los cultivos, se podan constantemente para que no invadan y su hojarasca se incorpora al suelo. En Ixhuacán de los Membrillos, Jalisco, se siembra el sistema milpa (maíz, frijol, calabaza) intercalada con árboles frutales como guayabo y limón.

La calabaza en la milpa sombrea el suelo y ayuda a que haya menos arvenses, se cosecha mayor diversidad de plantas y el frijol fija nitrógeno en el suelo. En San Luis Potosí se ha probado la asociación y rotación de cultivos con girasol, ortiga, chicalote, etc. En la aproximación de Sistemas Agroforestales (SAF) se busca establecer los tres estratos vegetales, el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo al mismo tiempo, de esta manera se reducen las arvenses así como la incidencia de plagas y la competencia entre las especies cultivadas y se pueden satisfacer las necesidades y preferencias de cada productor.

También algunos productores están probando con cultivos anuales durante los primeros años de cultivos perennes, como frijol y palma africana, café y frijol, yuca y maíz, entre otros (Lugo, 2020; Ramírez, 2021; E CAB; E JMH; E RJG; E RMM).

Jorge (E EJ) nos comparte que sembrando milpa, jamaica, okra, ajonjolí negro y blanco y variedades de frijoles. La siembra manual es mejor porque se puede sembrar camote, papa voladora, milpa, algodón y se cosecha un poco de todo.

Guadalupe (E MLM), por su parte nos compartió que en la región del alto desierto de Guanajuato existe el Proyecto de Mil Millones de Agaves. Esta estrategia combina el crecimiento de las plantas de agave y especies forestales de compañía que fijan nitrógeno (como el mezquite), con pastoreo rotacional de ganado.

Van plantando entre 1600 y 2500 agaves por hectárea. Estos agaves, de crecimiento rápido y de alto contenido de biomasa y por tanto fuente de nutritivo alimento, se plantan entre especies de árboles preexistentes -500 por hectárea- de raíces profundas y que fijan el nitrógeno -como el mezquite-, o entre plántulas de árboles.

Cuando los agaves tienen 3 años, y durante los siguientes 5 a 7 años, los agricultores pueden podar las hojas o pencas, picarlas finamente con una máquina y después fermentar el agave en contenedores cerrados por 30 días, idealmente combinando las hojas del agave con un 20% de vainas y ramas de leguminosas por volumen para darles un nivel proteico más alto.

En Guanajuato, los árboles de mezquite comienzan a producir vainas que pueden ser cosechadas en 5 años. Para el séptimo año, los mezquites y agaves forman un bosque bastante denso. Del año 8 al 10, la piña (que pesa entre 45-91 kilos) del agave está lista para cosecharse produciendo mezcal. Mientras tanto, los hijuelos de las plantas de agave madre son trasplantados de manera continua en el sistema de agroforestería, garantizándoles crecimiento de biomasa continuo y almacenamiento de carbono. En este sistema de agroforestería, los agricultores evitan el sobrepastoreo al integrar pastoreo rotacional de su ganado a través de sus tierras. Alimentan a sus animales suplementando su alimento de pasto con forraje de agave fermentado.

## B.6. Abonado presiembra o abonado de fondo

Estimular el crecimiento de los cultivos a través del abonado ayuda a un mejor control de las arvenses, en experimentos bajo manejo ecológico se han encontrado menos plantas arvenses por unidad de superficie cuando el cultivo está abonado (Lacasta, 2003).

También se puede hacer el abonado de fondo, cuando sembramos frutales, en tal caso, lo que procede es hacer una cepa (hoyo) que tenga la superficie recomendada, luego se pondrá composta hasta el fondo y se agrega una pequeña capa de tierra, al final se regará y se evitará que las arvenses puedan prosperar.

## B.7. Modificación del tiempo de siembra

Vera et al. (2020) indican que el período crítico de competencia entre las arvenses y el maíz se ubica entre 21 y 49 días posterior a la germinación, momento imperativo para realizar labores de manejo de arvenses. Antes y después de este período, no beneficia al cultivo y se incrementan los costos de producción. La competencia en las primeras etapas es irreversible y no existe recuperación del cultivo, para disminuir este efecto, se propone adelantar o retrasar la fecha de siembra, con base en las arvenses que se quieran disminuir o favorecer (Lacasta, 2003).

En este sentido es recomendable llevar una bitácora para ir registrando aquellas arvenses que pueden favorecer el incremento de la fertilidad del suelo o aquellas que son difíciles de eliminar o empobrecen el suelo, por lo que la composición de especies es muy importante, porque hay especies que son más competitivas con el cultivo, otras que no son muy dañinas (nobles).

En la actualidad se considera que mantener diferentes especies de arvenses dentro de los cultivos tiene un profundo impacto en la composición de la entomofauna (insectos) presente en un cultivo. Con un manejo adecuado de ellas se consigue protección de los suelos, regulación de las aguas, la conservación de la biodiversidad y reducción de los costos por el deshierbe (Vera et al., 2020).

## B.8. Uso de coberturas vivas o cultivos de cobertura

Al igual que en las coberturas mencionadas en el apartado A, un principio que guía esta práctica es la de tener el suelo cubierto, para evitar que haya luz y recursos disponibles para las arvenses pero también para evitar que se erosione y se degrade, esto se logra porque el cultivo de cobertura y el cultivo principal exploran zonas distintas del suelo sin llegar a interferirse entre ellas.

Las coberturas vivas se pueden sembrar al mismo tiempo que el cultivo principal o en rotación con éste y mejorar muchas características del suelo, así como aportar en el ciclo de la materia orgánica y la fertilidad del suelo. Es importante valorar las necesidades hídricas del cultivo de cobertura para evitar que haya competencia por este recurso e impacte de manera negativa en los rendimientos.

En Costa Rica se cultiva Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) con la palma africana, uno de los cultivos de mayor área en ese país y en el que se consumen grandes cantidades de glifosato. Otras especies que se cultivan como cobertura son *Mucuna* sp., *Stylosobium* sp., *Calopogonium* sp., *Vigna* sp., *Arachis* sp., *Crotalaria* sp., *Desmodium* sp. (Lacasta, 2003; Ramírez, 2021; C MNV).

También es importante el uso de coberturas nativas de porte rastrero. Se han utilizado especialmente en cultivos perennes especies como *Syngonium* sp., *Geophila* sp., *Drymaria* sp., *Wedelia trilobata*, *Portulaca oleraceae*, *Pilea* sp, e incluso especies de poáceas como *Oplismenus burmanni* y algunas *Brachiarias* (*Urochloa* spp.) También se pueden mezclar varias especies como cobertura y así se aumenta la biodiversidad del agroecosistema (Ramírez, 2021).

La experiencia de Arturo (E HR) en el caso de la siembra de *Mucuna pruriens* como cobertura es que se siembra un mes o mes y medio antes de la siembra principal para que se extienda sobre el terreno, así genera sombra y materia orgánica. Esa cobertura se chapea y se incorpora al suelo. Así se controlan las arvenses y se aporta a la fertilidad. Por otro lado el frijol mucuna es comestible, es decir de su siembra se obtiene alimento y también se ha recomendado su consumo como medicinal, al contener una sustancia llamada L-DOPA altamente energizante. Hay estudios que recomiendan el consumo de *Mucuna pruriens* para el mal de Parkinson.

Para la misma especie, Jorge (E EJ) comenta que con el arropo no sale mucho monte, además se ha buscado compradores a precios justos para el frijol y así los campesinos se han convencido de replicar el método.

Martín (E RMM) nos compartió que *Mucuna pruriens*, se siembra 15 o 20 días después de la siembra del cultivo deseado, se deben podar las guías de la *Mucuna* para evitar que invada el cultivo. Otras plantas arbustivas como *Canavalia* y Frijol también funcionan como coberturas.

En el 2004 se comenzó a promover el uso de abonos verdes en una comunidad de Oaxaca, también la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) promovió el uso de abonos verdes en el sistema de milpa. Utilizaron abono de frijol mucuna en rotación y asociación con el maíz. Se siembra en diferentes fechas y se deja ahí para que se integre al suelo. En la costa de Oaxaca está el Centro regional universitario de Chapingo (CRUC) que ha promovido mucho

los abonos verdes. Sobre todo, con productores de subsistencia de comunidades indígenas (Chinantla, con sistema milpa) (E JJJ).

Otra leguminosa que se cultivó como cobertera y abono verde es *Crotalaria juncea* en cítricos para su posterior incorporación con rastra (E MGC).



## C. Prácticas que buscan incidir en la composición de las comunidades de arvenses

### C.1. Entendimiento y buen manejo del suelo, visto como un ecosistema (rizosfera)

Muchas arvenses aparecen como respuesta a problemas en la estructura del suelo: los suelos compactos, donde no circula bien el agua, suelen tener arvenses de más difícil manejo.

Incorporando materia orgánica (cuidando que no contenga semillas de arvenses) y evitando labores que compactan se mejora la estructura del suelo, de igual manera manteniéndolo cubierto ya sea con coberturas muertas (apartado A) o coberturas vivas (apartado B).

El uso de herbicidas y plaguicidas provocan la muerte de organismos benéficos del suelo, no únicamente microorganismos sino también escarabajos y abejas que anidan en él, de tal forma que evitar el uso de herbicidas incide directamente en la mejora de la salud del suelo (Lugo, 2020; Donley y Gunstone, 2021).

La observación de la dinámica de las poblaciones de arvenses nos puede ayudar a entender cómo se refleja en ellas las necesidades del suelo, esta es una mirada nueva de cómo las arvenses se relacionan con nuestros cultivos (Lugo, 2020). Por ejemplo, cuando hay monocultivo proliferan ciertas especies de arvenses, cuando se alternan un cultivo de cereal con una leguminosa, las arvenses que brotan son aquéllas ávidas en nitrógeno (Lacasta, 2003).

### C.2 Aprovechamiento de arvenses en el agroecosistema

Muchos productores conocen los usos de las arvenses, identifican las comestibles o útiles y no las eliminan con el resto de las arvenses (E HM). Las arvenses también proporcionan beneficios ya mencionados para la diversidad del agroecosistema, como ser hábitat para los polinizadores y enemigos naturales de las plagas.

Por ello se aconseja mantener arvenses en los márgenes de los cultivos y setos. En experimentos de agricultura ecológica de cereales de dos hectáreas rodeado por un seto se ha comprobado que en el seto pueden habitar mayor número de especies de arvenses que en el cultivo y las arvenses más abundantes en el seto no están presentes en el cultivo (Lacasta, 2003). Como se mencionó en el apartado de coberturas muertas o restos de poda, algunas arvenses también pueden ser cortadas y utilizadas como fuente de arropo.

## **C.3 Minimizar la adaptación y competitividad de las malezas**

### **C.3.1 Rotación de cultivos**

Rotar cultivos rompe el ciclo de las arvenses que se adaptan al cultivo principal, de esta manera se vuelve más competitivo el cultivo y en la mayoría de los casos se incrementa su rendimiento (Ramírez, 2021). Las diferentes especies consumen y/o aportan diferentes nutrientes, así como sus raíces exploran distintos volúmenes y profundidades del suelo, de esta manera se mantiene más fértil el suelo, se aumenta la solubilización de reservas y se disminuye el riesgo de parásitos y enfermedades. En diversos experimentos en cultivo de cereales (Lacasta, 2003) se ha encontrado que las rotaciones son suficientes para mantener las poblaciones de arvenses dentro de niveles que no interfieren en las producciones e incluso se observa un incremento del rendimiento del cereal.

Se pueden rotar los cultivos poco competitivos (zanahoria, cebolla) con los más competidores (papa, maíz, alfalfa), o plantas que requieren de mayor abonado (papa, maíz) con otras menos exigentes (acelga, espinaca, lenteja). También se pueden alternar cultivos de hoja, seguidos de raíz y tubérculos, de bulbo y finalmente de fruto. Otra opción de rotación es gramíneas seguidas de dicotiledóneas, por ejemplo, maíz y girasol; o cultivos de ciclo distinto. Otra guía en las rotaciones es evitar que se sucedan dos cultivos de la misma familia botánica e introducir periódicamente una leguminosa (Lacasta, 2003).

### **C.3.2 Rotación de prácticas de manejo**

Las prácticas agrícolas influyen en la composición florística presente en un cultivo, porque suscitan las condiciones ambientales favorables para una u otra especie de arvense, de tal manera que si una especie de arvense está siendo difícil de manejar, cambiar las prácticas de manejo ayuda a que ésta no encuentre las mismas circunstancias a las que ya estaba adaptada. Es conveniente que cambiar regularmente las prácticas de manejo, a manera de rotación, o cambiar su cronología, sea parte del programa de manejo integrado de arvenses de las unidades productivas (Lacasta, 2003; Conacyt, 2020).

# El uso del glifosato como desecante y alternativas

La agricultura de monocultivos y de gran escala ha empleado a los herbicidas como desecantes, buscando homogeneizar el momento de cosecha, para así disminuir los costos de producción.

Así el proceso de secar los cultivos previamente a la cosecha, es un elemento más que busca facilitar el proceso de producción industrial. Sin embargo, al hablar de sistemas de producción a una escala intermedia y menor podemos hablar de otras alternativas.

Esta sección, presenta algunas reflexiones en torno a dejar de usar el glifosato como desecante, porque como hemos visto, las consecuencias para la salud de las personas y la estabilidad de los agroecosistemas son grandes.

El efecto de un producto que se emplea como desecante está vinculado con la destrucción de la membrana celular, provocando de esta manera el que se sequen los tejidos y la planta (Allan, et al., 2016).

## Propósitos de usar glifosato como desecante y alternativas

- a) El glifosato se ha usado para cortar el ciclo en cultivos cuyos granos se desarrollan y maduran de manera heterogénea (por ejemplo, el garbanzo, la soya, girasol, entre otros). El llenado del grano también puede ser disparejo debido a las precipitaciones en esta etapa de desarrollo del cultivo o a factores agronómicos como la baja densidad de plantas, el mal manejo de ciertas arvenses o el inadecuado crecimiento de plantas por siembras demasiado profundas. Al realizar un secado de manera artificial se logra una mejor deshidratación de la masa vegetal y se facilita la cosecha mecanizada (Baricco, 2015; Jingwen Xu, 2019).

En este sentido, entre las alternativas que se vislumbran está la cosecha manual de vainas o plantas maduras, de tal forma que se pueden cosechar en una fecha las que están maduras y posteriormente las demás. También forma parte de las alternativas el cuidar los factores agronómicos que se sabe afectan la maduración homogénea como son la densidad, el control de arvenses y la profundidad de siembra. Si se tiene mayor cuidado en estos detalles, la maduración se puede dar de manera más homogénea, facilitando el trabajo de cosecha sin el uso del glifosato.

- b) El glifosato se usa para adelantar la cosecha y obtener “semillas de calidad” al evitar que las condiciones de humedad relativa y temperatura afecten el potencial germinativo y el vigor de las plántulas, que conjuntamente se conocen como el potencial fisiológico de las semillas. Luego de alcanzar la madurez fisiológica, los granos permanecen cierto tiempo en el campo antes de ser cosechados y las condiciones del clima, las arvenses y las plagas, pueden afectar su calidad (Baricco, 2015).

Entre las alternativas está la siembra de variedades de maduración temprana en las condiciones locales (Antier et al., 2020), a fin de poder cosechar antes de que las condiciones del clima se tornen desfavorables para los granos en campo. Por otra parte, vale la pena hacer notar que según la información disponible, no solamente las condiciones ambientales pueden afectar el potencial fisiológico de las semillas, la aplicación de glifosato también puede afectarlo (SAGARPA, 2014; Baricco, 2015), de manera que es cuestionable este argumento para el uso del glifosato como desecante pre-cosecha.

- c) Para planificar y/o regular la fecha de cosecha. En Alemania desde 2014 ya no se permite la aplicación de glifosato como desecante con esta finalidad (M. Danne et al., 2019). La misma alternativa planteada en el inciso anterior, la siembra de variedades de

maduración temprana en las condiciones locales (Antier et al., 2020) puede ayudar en la planificación de la cosecha.

- d) Para evitar que las arvenses que no fueron controladas de manera oportuna, afecten la calidad estética del grano y disminuyan su valor comercial (Baricco, 2015), incluso una infestación tardía de arvenses podría imposibilitar terminar la cosecha y este es el único caso en el que se permite la aplicación pre-cosecha del glifosato en Alemania (M. Danne et al., 2019).

El manejo integral de arvenses ha sido planteado como la alternativa al uso del glifosato como herbicida. En este caso nos damos cuenta que el manejo integral y oportuno de la flora arvense también previene una de las condiciones bajo las cuales se llega a pensar necesario el uso del glifosato en su doble propósito de herbicida y desecante pre-cosecha del grano, si las arvenses no han proliferado durante el ciclo de cultivo, no habrá afectación a la cosecha por parte de las arvenses.

- e) Por suposiciones erróneas sobre los efectos del glifosato en el rendimiento de los cultivos, se puede sobreestimar su uso en relación a los beneficios económicos (Armin Wiese, 2020).

En la agricultura industrializada las prácticas incluyen un paquete tecnológico que en ocasiones es aplicado por las y los agricultores como tal, como paquete, sin sopesar las consecuencias de cada parte del paquete y sus interacciones. Así por ejemplo, se usan los herbicidas sin sopesar la pérdida de fertilidad del suelo. En el caso del uso del glifosato y otros herbicidas como desecantes pre-cosecha de los granos, se suponen beneficios como la “calidad de las semillas” por no estar sujetas a las condiciones del clima por un par de semanas más y la eficiencia en la cosecha, sin embargo, como alternativa se sugiere hacer el balance entre los supuestos beneficios y los perjuicios, entre ellos los claros daños a la salud y el medio ambiente, así como las afectaciones a la fertilidad del suelo que se estudiaron en su uso como herbicida, pero también la pérdida de cualidades químicas de los granos, la posible reducción del rendimiento y de la calidad de las semillas según el momento en que se haga la aplicación de herbicidas sintéticos.

Según el INIFAP (2011), para el caso de la soya, si el glifosato se aplica cuando las vainas tienen un 100% de llenado y hojas verdes, no se afecta el rendimiento pero sí se afecta la calidad del grano. Para no afectar ni el rendimiento ni la calidad del grano se tendría que aplicar cuando ya hay un 50% de defoliación, esto significa que el grano tiene que esperar mayor tiempo en el campo para que no se afecte el rendimiento y la calidad y esto hace que la presunta ventaja de cosechar antes para que el grano no estuviera expuesto a las condiciones del clima, no exista en realidad. Con la aplicación temprana se puede afectar el rendimiento y calidad del grano, perjudicando su posterior conservación, disminuyendo su valor como semilla y afectando su calidad industrial.

Según la SAGARPA (2014) la aplicación temprana de glifosato como desecante en sorgo puede resultar en una pérdida de rendimiento y reducción en la calidad del grano, que incluye una reducción en la germinación o en el vigor de la misma. No solamente hay consecuencias por la aplicación temprana, con una aplicación tardía la planta y el grano pueden sufrir deterioro y esto puede causar pérdidas antes de la cosecha por desgrane, acame, o panojas quebradas, así como se pueden incrementar las pérdidas provocadas por la propia trilladora, al no encontrar un cultivo en buenas condiciones de recolección.

Whigham et al. (1979, citado en Baricco, 2015) encontraron a través de estudios de poder germinativo en soya que las aplicaciones de glifosato redujeron significativamente la germinación y el vigor de las plántulas, observando muchas deformaciones en hojas unifoliadas, lo que hace pensar que el herbicida transloca a los embriones en desarrollo, en este sentido, la presencia de glifosato en el embrión depende del estadio de madurez del grano al momento de la aplicación.



## **Riesgos del glifosato como desecante pre-cosecha**

Los residuos de glifosato en los cultivos y productos procesados son mayores cuando se usa como desecante pre-cosecha que cuando se usa únicamente como herbicida

Entre más tarde en la temporada, más cerca de la cosecha, se rocíen los plaguicidas, dan niveles de residuos más altos, esto se encontró en 25 cultivos, entre ellos trigo, centeno, cebada, avena, chícharo, que recibieron herbicidas como glifosato, en diferentes tiempos previo a la siembra, durante el crecimiento y pre-cosecha (Jingwen Xu, 2019).

Como se sabe que los residuos son mayores en su uso como desecante así como en las plantaciones de cultivos transgénicos, las instancias internacionales permiten mayor cantidad de glifosato residual, es decir los Niveles Máximos de Residuos (NMR, MRL por sus siglas en inglés) son generalmente mayores para cultivos donde el glifosato es utilizado como desecante que para aquellos cultivos donde el glifosato no es rociado directamente sobre el cultivo, sino que se usa para limpiar un campo antes de la siembra (Pedemonte Castro, 2017), lo cual es perjudicial para las personas consumidoras que se exponen a la ingesta de sustancias peligrosas para la salud.

Jingwen Xu y colaboradores en el 2019 publicaron un resumen de las concentraciones de glifosato y su principal metabolito AMPA (Ácido aminometilfosfónico) en alimentos a base de granos y realizan un resumen de los Niveles Máximos de Residuos determinados por diversas agencias como la FAO/OMS, Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Comisión Europea y Health Canadá (ver cuadro 2). México y otros países de América Central, América del Sur y África, no han establecido aún los límites para los residuos de glifosato en los alimentos procesados. Debido a la falta de regulación, en las industrias de fabricación de cereales, harina, bocadoillos, tortillas y tostadas en México, se utiliza maíz que contiene alto nivel de glifosato (Gonzales-Ortega et al., 2017 en Ledoux, 2020).

**Cuadro 2. Niveles máximos de residuos (NMRs, mg/kg) de glifosato determinados por diversas agencias.**

Granos	FAO/OMS	EU-EPA	Comisión Europea	Health Canadá
Cebada	30	30	20	10 15*
Maíz	5 3 (maíz amarillo)	5 0.1 (maíz palomero) 3.5 (maíz amarillo)	1	3
Mijo	30	30	.1	
Avena	30	30	20	15 35*
Arroz		0.1	0.1	
Centeno	30	30	10	
Sorgo	30	30	20	
Teff	30	5		
Trigo	30 20	30	10	5 15*
Frijol	2	5	2	4
Lenteja	5	5	10	4
Altramuces		5	10	
Chícharo	5	8	10	5
Quinoa	30	5		
Semillas de algodón	40	40	10	40 (indefinido)
Semillas de cáñamo		40	0.1	
Semillas de lino		40	10	
Semillas de mostaza		40	10	
Cacahuete		0.1	0.1	
Semillas de calabaza		40	0.1	
Semillas de colza	30	20	10	20
Semillas de cártamo		40	.1	
Semillas de ajonjolí		40	0.1	10
Soya	20	20	10	20
Semillas de girasol	7	40	20	

\*NMR para fracciones de molienda excepto harina. Datos recopilados a partir de 2/26/2019 (Fuente: <http://www.fao.org>; <http://www.ecfr.gov>; <http://www.ec.europa.eu>; <http://www.hc-sc.gc.ca>) tomado de (J. Xu, 2019).

## **Alternativas naturales que funcionan como desecantes**

Sosa et al. (2020) reportan que existen algunos productos naturales que pueden funcionar como desecantes, por ejemplo el d-limoneno, conocido como el “aceite de los cítricos” y el ácido pelargónico o ácido nonanoico, presente en los aceites esenciales de “geranios” del género *Pelargonium*. Estos compuestos poseen una conocida acción desecante y han sido utilizados como postemergentes, se descomponen rápidamente y no se acumulan en el suelo.

El vinagre (ácido acético), es una alternativa como desecante para plantas de cobertura y por lo tanto se dice que puede funcionar como un herbicida natural, para el manejo de arvenses, ya que actúa por contacto, destruyendo la membrana celular, provocando un desecamiento de los tejidos (Montero et al., 2017), Allan et al. (2016) encontraron que el ácido acético del vinagre puede funcionar como un herbicida natural, ya que funciona como un desecante de los tejidos vegetales. Puede controlar varias arvenses de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas con una eficacia de más del 85% y funciona bien en dosificaciones de 20%, siempre y cuando se aplique en etapas tempranas de desarrollo fenológico de las plantas. Posee la ventaja de no ser un producto residual y por lo tanto no contaminante.

Es importante mencionar que todas estas prácticas no son alternativas aisladas para la sustitución de agrotóxicos, más bien deben hacerse en conjunto para lograr transitar hacia la agroecología.

## **La eliminación del glifosato y de la transición hacia la agroecología en México es viable**

**Una de las realidades que hacen dudar de la viabilidad económica de la eliminación del glifosato es que este último es muy barato y el deshierbe manual, que se piensa casi automáticamente como la alternativa, requiere mucha más mano de obra y por tanto tiene mayor costo económico. Para hacer visible que producir sin glifosato no es necesariamente más caro, necesitamos considerar más variables en cuanto a lo que implican las alternativas al glifosato.**

**La primera es que no se puede poner en la balanza únicamente el costo económico del glifosato y de los jornales necesarios para su aplicación, contra el costo económico de la mano de obra requerida para el deshierbe manual o con equipo mecánico.** El uso del glifosato responde a la creencia de que erradicar las arvenses es la única manera de que no compitan con el cultivo y de esta manera no se pierda productividad ni haya pérdidas económicas. Sin embargo, gran cantidad de agricultores y especialistas nos han mencionado que el uso del glifosato no garantiza la productividad, únicamente elimina las arvenses (aquellas que no se han vuelto resistentes) pero tiene también efectos negativos sobre la fertilidad del suelo que impactan en la productividad. Para mantener la productividad se hace necesario invertir no únicamente en glifosato sino en un paquete tecnológico que, no solamente no es sostenible en términos ambientales y de salud, sino que a la larga tampoco es sostenible económicamente.

Siendo así, del lado izquierdo de la balanza está lo que cuesta el glifosato y los jornales necesarios para su aplicación, más lo que cuestan los fertilizantes y plaguicidas que se hacen necesarios por los desbalances ecológicos que este modelo de simplificación y eliminación genera, más los jornales que se requieren para la aplicación de estos otros insumos. Algunos productores de cereales a gran escala en Argentina están transitando hacia la agroecología con el objetivo de mejorar la rentabilidad de la producción ya que producir con este paquete tecnológico ha generado aumento en los costos, en las cantidades y en los problemas (E SS); la misma razón está motivando a transitar hacia la agroecología a productores del sur de Veracruz y de San Luis Potosí (E CAB; E RJG).

Tendríamos que añadir a ese mismo lado de la balanza, los costos externalizados que son pocas veces calculados pues no se asumen de manera directa por el agricultor, costos en salud del mismo agricultor y en salud de los consumidores, costos ambientales de contaminación y degradación de los recursos naturales (C JSM; E AKV; E JMT; E GA; E LSJ; E MGC; E RMM; E TH). Incluso la pandemia de COVID19 nos ha puesto al frente la necesidad de cambiar la manera en que producimos alimentos (E TR). En algunos casos, como el de Tabasco, los daños por contaminación del agua son especialmente notorios pues el manto freático se puede encontrar hasta medio metro abajo del suelo (E AR).

Del otro lado de la balanza tendríamos que recordar, que la alternativa planteada al uso del glifosato es el manejo integrado de arvenses (MIA), que consiste en una amplia gama de prácticas y no se reduce al deshierbe manual, de modo que los cálculos de en cuántos jornales se deshierba y cuánto dinero cuesta esa actividad, no son suficientes para entender cuánta mano de obra se necesitaría y a qué costo. Existen prácticas que previenen la germinación de las arvenses, otras que ayudan a que las arvenses no sean tan competitivas y por tanto no causen problemas de productividad, haciendo que probablemente el deshierbe manual no llegue a ser necesario o que si lo es, no se necesite hacer con la frecuencia que se haría si se partiera del supuesto de que se trata de erradicar las arvenses, pero en lugar de usar el glifosato, usando herramientas y/o equipos. Como mencionó un productor: “Cuando no se utilizan herbicidas, pero no se prevén las buenas prácticas para el manejo de arvenses sí se ocupa más mano de obra, por lo menos la práctica de dejar la cobertura de los cultivos asociados” (E EFG).

Se entiende que el lado derecho de la balanza no se mide en jornales para deshierbe sino en el costo de llevar a cabo una variedad de prácticas adaptadas a cada circunstancia particular, es importante agregar que dichas prácticas no sirven únicamente al propósito de manejar las arvenses, sino que promueven otros procesos agroecológicos como el enriquecimiento del suelo con materia orgánica, mejoran su estructura, aumentan la retención de agua, el reciclaje de nutrientes, la presencia de organismos benéficos, en ocasiones implican la producción y posible comercialización de otro producto agrícola (como en el caso de algunos policultivos o cultivos de cobertura) y por tanto aumentan la productividad, de tal manera que ese lado de la balanza no incluye únicamente costos sino también ganancias y los costos no atienden únicamente al rubro de manejo de arvenses sino el manejo de la fertilidad del suelo y en general la productividad del cultivo (E DC; E HR). “Podría parecer que es más caro producir sin glifosato por que vas a gastar más cortando la maleza, el zacate, pasando el tractor, la chapoleadora, vas a utilizar más gente, necesitarás más mano de obra, implica más esfuerzo, pero se gana más en la nutrición del árbol y al final de cuentas tus costos de producción van a ser más bajos” (E AB; E JBG). En algunos casos el deshierbe manual no es tan importante para la productividad como las demás prácticas agroecológicas. “Un cacaotal enmontado no afecta tanto los rendimientos, influyen en el rendimiento y calidad del cacao la poda, la densidad de siembra, el abonado con la cascarilla, las compostas y las podas de aclareo que se dejan en la parcela para la desintegración y aporte de microorganismos” (E JJJ).



**Cuadro 3. Balanza entre costos al producir con glifosato y costos y ganancias al producir sin glifosato**

Costos al producir con glifosato menos (-)	Costos menos (-) y ganancias más (+) al producir sin glifosato
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glifosato y jornales para su aplicación</li> <li>- Fertilizantes y jornales para su aplicación</li> <li>- Plaguicidas y jornales para su aplicación</li> <li>- Pérdida progresiva de fertilidad</li> <li>- Pérdida de organismos benéficos</li> <li>- Contaminación de agua</li> <li>- Contaminación de suelo</li> <li>- Deterioro de la salud de los productores</li> <li>- Deterioro de la salud de los consumidores</li> <li>- Deterioro de la salud de la fauna y flora silvestre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jornales para prácticas de manejo (sirven a varios fines, no únicamente a manejo de arvenses)</li> <li>+ Fertilidad del suelo</li> <li>+ Disponibilidad de agua</li> <li>+ Productividad del cultivo</li> <li>+ Organismos benéficos</li> <li>+ Salud de productores</li> <li>+ Salud de consumidores</li> <li>+ Calidad ambiental</li> <li>+ Biodiversidad silvestre</li> </ul>

Otra aproximación al tema de la viabilidad económica tiene que ver con distinguir la agricultura con fines únicamente comerciales, de aquélla que es de autoconsumo y en la que también se comercializan los productos. En la primera únicamente se pondera cuánto dinero cuesta producir y cuánto dinero se gana al vender la producción. En la segunda se pondera cuánto cuesta producir, en dinero pero también en tiempo y otros valores, y todo lo que se obtiene a cambio: alimentos diversos para comer, alimentos para vender, salud de la familia, del suelo, del agua y de los seres vivos (CJSM). Los productores de pequeña escala se aproximan más a esta segunda forma de ver la cuestión económica y vale la pena recordar que los pequeños agricultores producen el 70% de los alimentos a nivel mundial (Comisión de Desarrollo Rural, s.f.).

En pequeña escala la viabilidad se logra diversificando la producción, en lugar de tender hacia los monocultivos, valorar los recursos disponibles, las especies alimenticias tradicionales y las plantas útiles, cultivar especies de uso familiar y local con algunas especies que estén inmersas en el mercado. En un sistema de milpa pueden haber hasta 60 plantas diferentes que pueden ser aprovechadas por su valor nutrimental (E BF; E CAB; E GLM; E RM; E RZ). Hay que darle valor a la milpa, en la experiencia de la Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias (RASA), en Jalisco, se ha añadido valor a través de comercializar frijol mucuna, limón, guayaba, que se cultivan asociados a la milpa. Rodrigo menciona que, en números, utilizar el frijol mucuna es ya mejor alternativa que meter trabajo manual para deshierbar (E EFG; E JMH).

La transición hacia la agroecología pasa por cambiar la compra de insumos externos por la utilización de recursos locales, transformarlos e integrarlos al sistema productivo mediante trabajo, mano de obra. Algunos especialistas hacen hincapié en cómo los costos bajan a partir de la utilización de recursos locales (E LGT; E MCL; E MMF). En lugares donde se ha dejado de invertir en herbicidas y el resto del paquete tecnológico y se ha contratado mano de obra, las personas han valorado el hecho de que el dinero se queda, se distribuye en la comunidad y genera movimiento de economía, genera empleo (E AR; E JMT). Se ha visibilizado la importancia de que se valore el trabajo de los campesinos y ellos puedan quedarse en sus comunidades a producir, ya que hay mucha migración, en ocasiones hay déficit de mano de obra en las comunidades al mismo tiempo que hay muchos jóvenes sin empleo en las ciudades (E AKV; E HM).

En el caso de la ganadería sustentable, sin embargo, los productores comentan que sabiendo manejar los potreros con presión de pastoreo y con Pastoreo Racional Voisin (PRV), no es necesario sustituir el glifosato con más trabajo y por tanto es más barato producir, “un buen manejo te acaba ahorrando el glifosato. No es un gasto adicional” (E LC; E LSB; E JFG; E JS). En naranja y limón, en Río Verde, SLP reportan que invirtieron prácticamente lo mismo para producir sin glifosato, incluso fue 10% más económico (E JMT). **También en producción de cítricos, en Veracruz, después de 2 años de producir sin químicos les ha resultado 20% más económico (E LGT).**

Este año, con el Programa de producción para el bienestar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) han podido subir al doble la producción de maíz, de una tonelada y media a tres toneladas disminuyendo los gastos de producción para esas tres toneladas de \$13,000 a \$11,000 (E AMH). En la cuenca del Río Pixquiac se gastan entre 60 y 80 mil pesos por cada hectárea de cultivo de papa con glifosato y entre 28 y 30 mil pesos por hectárea de cultivo de papa sin glifosato. El modelo agroecológico requiere muchos más cuidados y requiere más inversión de tiempo (E GV). En la producción de caña se realiza una labor manual, con machete, haciéndolo a tiempo para no invertir en muchos jornales y dejando el rastrojo en la zona como cobertura, así las malezas tardan en salir y el cultivo ya le ganó ventaja, haciendo que sea más barata la producción sin glifosato (E DC).

En el caso de las hortalizas, cuyos costos de producción son altos debido a los insumos, los productores están buscando alternativas, no solamente a partir del manejo de arvenses, sino sobre todo desde el manejo integrado de plagas, por lo cual la producción agroecológica se ve como una opción económicamente viable (E YM). En Guanajuato, una empresa de hortalizas a gran escala ha podido disminuir el uso de glifosato en un 70% en 6 años, usando aún el glifosato en el 10% de su área de producción para mantener las orillas de los campos, o los campos mismos cuando no están presentes los cultivos, libres de arvenses oportunistas, sobre todo cuando no es fácil entrar con maquinaria; en su experiencia sí se puede producir sin glifosato, preparando de manera mecánica el suelo, lo cual incrementa un poco el costo de producción.

El costo económico que puede generar el aumento en mano de obra o en uso de maquinaria, impacta la economía de los productores en un corto plazo, al principio, cuando se están aprendiendo las nuevas prácticas y se está regenerando el suelo (E HM), pues por un lado, las personas necesitan aprender mucho sobre su agroecosistema y por otro, los procesos ecológicos que se empiezan a promover, o que se dejan de agredir al dejar de usar productos tóxicos, toman un tiempo antes de lograr un equilibrio en el que se refleje la mayor productividad de la que hemos hablado. “Los procesos ecológicos hacen viable la producción sin glifosato, en cualquier ecosistema” (E SS). Los productores que han iniciado este camino de transición hablan de cómo a mediano y largo plazo resulta que es más barato y mucho más viable económicamente hablando, producir sin glifosato (E DLQ; E HR; E JSM) y generalmente si se cuenta con mano de obra suficiente la inversión se reditúa y los cambios se pueden ver en menor tiempo (E CLL).

En este sentido, algunos mecanismos que han ayudado a soportar esta mayor inversión inicial en mano de obra están relacionados con el mercado, es decir, con el mejor precio que los consumidores están dispuestos a pagar por ser un producto sin químicos, agroecológico, orgánico. Los productos agroecológicos se llegan a pagar desde un 50% hasta un 200% más caros (E JVM; E LGT; E DLQ). El mejor precio pagado por productos agroecológicos no tiene que ser demasiado caro e inaccesible para el promedio de los consumidores. Cuando hay mercados e iniciativas locales de comercialización directa, los productores venden directamente al consumidor final y de esta manera el rendimiento económico para ellos es mucho mayor que cuando venden a través de intermediarios o coyotes (E MMF), por ello se pone como una prioridad vincular a los consumidores con los productores (E JMH; E PHO).

Por otra parte, los precios de exportación también compensan la inversión en mano de obra para algunos productos, ya que en varios países importadores se han impuesto limitaciones respecto del glifosato y los cultivos Genéticamente Modificados (GM) y solamente se puede acceder al mercado internacional al producir sin glifosato, este es el caso de la miel y el café (E MGC). Otros productos como el limón producido en Tabasco, aunque no tuvieran limitaciones específicas por el glifosato, tienen ventaja para ser exportados por ser producidos de manera agroecológica (E AR).

La transición agroecológica requiere de recursos, de inversión, de equipo, como por ejemplo máquinas desbrozadoras y maquinaria para preparar los terrenos (E MGC; E EMP), y también requiere de información, es necesario contar con cuadros técnicos de especialistas,

investigadores, campesinas y campesinos con experiencia en estas prácticas, que puedan hacer visibles y compartir las técnicas y los resultados (E MGC; E AMH). Como ejemplo, aunque varios productores mencionaron en el caso de la ganadería sustentable que la producción sin glifosato no genera un costo extra, el proceso de conversión sí implica una inversión económica, por el cambio de razas, el alambre y el material para elevación y conducción de agua, la capacitación y supervisión del personal que trabaja en el rancho (E MGJ; E SJM).

Por tanto, “la transición agroecológica no debe descansar solo en la iniciativa individual de los agricultores sino debe ser acompañada de una política de asistencia técnica, de créditos diferenciales” (E FB), se requieren apoyos financieros gubernamentales para la transición gradual (E JMH) y se sugiere que estos apoyos financieros estén articulados con las otras organizaciones que dan crédito agrícola, por ejemplo, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (E FB).

La viabilidad de la eliminación del glifosato depende también del apoyo que dan las instancias gubernamentales a uno u otro modelo, ya que como parte de programas gubernamentales, los insumos agroquímicos los recomienda o incluso los reparte el Estado y se requieren cambios institucionales ya que la inversión pública para impulsar los agroquímicos es mayor que la que se destina a la agroecología (C KB; E GLM; E JJJ; E HR; E YM). Las políticas públicas deben influir para impulsar y promover el cambio (E MGC) y lograr que “no sea más caro comer sano que comer alimentos ultraprocesados” (E AKV).

Se detecta la presencia de intereses económicos alrededor de las ventas de los agroquímicos y cómo esto hace que el eliminar el glifosato no dependa solamente de que se pueda producir sin él, sino de que cambien las reglas del juego para que se pueda decir que es viable producir sin glifosato (C CEC; C PB; E MMT; E YM). Se ponen en la balanza los intereses económicos de empresas transnacionales contra los derechos de las y los campesinos y de las y los consumidores, el derecho a la salud, el derecho a una alimentación suficiente, de calidad y culturalmente adecuada, el derecho al medio ambiente sano (E RRL), es necesario que cuando esas controversias se llevan a instancias jurídicas, las sentencias protejan los derechos humanos (E RMM). En este sentido se hace necesario que desde las instituciones de gobierno se esté brindando información clara sobre los efectos nocivos de los agroquímicos y las alternativas disponibles, de cómo trabaja el suelo y cómo de él depende la vitalidad de las plantas (C PB; E AR; E JVM; E RRL), ya que se percibe que las empresas vendedoras de agroquímicos dan información falsa y engañan a las personas diciendo que sus productos son necesarios para mantener la productividad y no dañan la salud (E AR; E EFG; E FB).

Finalmente, para que la producción sin glifosato sea viable, se hacen necesarios cambios en la formación de los agrónomos y el papel de las universidades en investigación. Muchos agrónomos se dedican a la venta de agroquímicos pero su papel debería ser colaborar en la generación de conocimiento y buscar soluciones para cuidar la vida (C JSM; C KB; E JBG; E RMM; E RRL), no seguir los métodos verticales del extensionismo sino encontrar estrategias horizontales, donde haya diálogo con las personas campesinas y productoras y no se quieran imponer ni soluciones ni recetas (E BF; E CAB; E HM). Los académicos que llegan a trabajar con las comunidades no deben llegar a enseñar sino a aprender, del conocimiento local, de la evidencia práctica, y junto con los productores proponer alternativas (C JSM; E GLM; E RMM). “Dicen que la agroecología es ciencia, movimiento y acción, también es corazón” (E RMM).

Es necesario impulsar sistemas agroalimentarios sustentables, desde las diferentes disciplinas y áreas de conocimiento, se debe buscar un manejo sustentable de los agroecosistemas, con la finalidad de alcanzar la soberanía alimentaria, reconociendo que nuestros sistemas agroalimentarios son complejos y necesitan ser vistos y transformados de una manera integral desde la producción hasta el consumo.

En la Universidad Autónoma Chapingo hay 10,500 estudiantes, de los cuales, únicamente 120 están inscritos en Agroecología (E MGC), esto da cuenta de que la transición agroecológica no es solo a nivel de productores sino que debe ser también en los programas educativos (E FB; E JJJ). La mayoría de egresados de Agroecología de Chapingo trabajan en el sureste de México donde la producción es a pequeña escala (E JJJ). Esta transición en las escuelas es también un proceso lento, pero seguro, la Secretaría de Educación Pública (SEP) firmó un convenio con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la SADER para que la Agroecología esté presente en la currícula de los Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTAS) (E RMM).

Se necesita también la labor de los científicos (C MNV; E YM) generar líneas de investigación en esta dirección, por ejemplo respecto de semillas nativas y el uso de coberturas vegetales (E

HR) y sobre todo enfocar la investigación no solamente en prácticas de manejo individuales sino en los procesos ecológicos entorno al manejo integrado de arvenses (Menalled, 2010). Se necesita acompañar a los productores desde la academia (E BF), para generar planes de manejo agroecológico, para hacer muestras de suelo y conocer las plagas y enfermedades (E LGT) y para que las líneas de investigación respondan a las necesidades e incorporen los conocimientos de los agricultores (Menalled, 2010).

## Casos de estudio

Existen casos de estudio en diferentes cultivos y agroecosistemas; casos que se pueden considerar exitosos en la sustitución del herbicida glifosato y de otros agroquímicos dañinos para la salud y el medio ambiente. En el cuadro 4 se podrán encontrar diferentes casos de estudio de cultivos de pequeña, mediana y gran escala de maíz, sistema milpa, ganadería, agroforestales y de café, policultivos, papa, aguacate, amaranto, cacao, blueberry, cítricos y hortalizas sin glifosato y otros agroquímicos.

*Debido al intenso acoso, hostigamiento a activistas ambientales, los nombres utilizados en los testimonios en los siguientes capítulos son ficticios, los verdaderos se reservan por cuestiones de seguridad.*

<b>Cuadro 4. Casos de estudio</b>		
<b>Agroecosistema</b>	<b>¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?</b>	<b>Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró</b>
<b>MAÍZ</b>		
<b>Cultivo de maíz criollo</b> Pequeña escala Tlaxcala Tomás	En la producción utilizan el arado con el cual voltea el pasto y la gente que va atrás va sacudiendo el pasto para eliminarlo por completo. Siembra de forma individual, 70% siembra maíz nativo, 30% híbrido. Su familia ha trabajado anteriormente con yunta y en conjunto. Regresó a practicar lo que su papá le enseñó: Triturando el pasto y utilizando abono de los animales.	Su familia se disgregó y se quedó solo, entonces empezó a utilizar herbicida Hierbamina en pequeñas cantidades para facilitar el trabajo, pero leyendo sobre sus efectos secundarios y que contamina los mantos freáticos, dejó de utilizarlo.
<b>Cultivo de maíz</b> Pequeña escala Sierra de Santa Marta, Veracruz Ángel	Aún no han logrado una sustitución exitosa, debido a que es difícil hacer cambiar de ideas a personas que por mucho tiempo ocuparon agrotóxicos e hicieron un manejo inapropiado de sus recursos. La transición de la agricultura convencional a la tradicional ha sido muy lenta. Las prácticas que llevan a cabo para transitar hacia la agroecología son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Curvas de nivel para sembrar maíz</li> <li>• Evitar que las cárcavas crezcan</li> </ul>	Aún es muy común que en la Sierra ocupen la práctica de tumba, roza y quema, la siembra de maíz a favor de la pendiente y poco uso de prácticas de conservación de suelos.  Muy pocos agricultores se han convencido de que es necesario un cambio porque están perdiendo suelo, agua y diversidad.

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>MAÍZ</b>		
<p><b>Cultivo de maíz</b> Gran escala, 510 mil hectáreas (ha) Sinaloa Rodolfo en prensa: <a href="https://imagenagropecuaria.com/2020/agricultores-de-sinaloa-alcanza-alto-rendimiento-de-maiz-sin-glifosato/">https://imagenagropecuaria.com/2020/agricultores-de-sinaloa-alcanza-alto-rendimiento-de-maiz-sin-glifosato/</a></p>	<p>Son grandes productores de maíz en Sinaloa con sustitución exitosa utilizando las siguientes prácticas para no usar glifosato:</p> <p>Regar la parcela, dejan que salgan las hierbas, descostran el suelo con maquinaria y con ello quitan las hierbas que emergieron por el riego; siembra y de forma conjunta fertilizan al hacer lo anterior el maíz le gana a las hierbas en su emergencia y al haber una alta densidad de plantas por ha (110 mil plantas) las malezas emergen en mucha menor cantidad, no siendo necesario aplicar herbicidas químicos.</p>	<p>Los rendimientos son superiores a 12 toneladas por hectárea de maíz blanco en 90% de la superficie maicera de la entidad. Durante el evento “Cosecha de maíz blanco con transición agroecológica y sin glifosato” organizado por la Secretaría de Agricultura que se llevó a cabo en el ejido Canán, municipio de Culiacán, Sinaloa.</p> <p>Los productores reportan un rendimiento de 14.28 toneladas por hectárea sin uso de agroquímicos, con un costo por tonelada de dos mil 800 pesos, esto es 584 pesos por debajo de un predio “testigo” cultivado con agroquímicos, donde el rendimiento es de 14.7 toneladas por hectárea. El evento fue transmitido en directo y se puede ver en el siguiente link: <a href="https://youtu.be/zRqt3AIUoAw">https://youtu.be/zRqt3AIUoAw</a></p>
<p><b>Cultivo de maíz</b> Gran escala 85 ha Balancán, Tabasco Rodrigo</p>	<p>Se tuvo una sustitución exitosa y ya no se utiliza glifosato. Se aplican prácticas como: Mecanización del suelo (rastreo y cultivo) trabajando bien la tierra para evitar el crecimiento de malezas en el cultivo.</p>	<p>Se usaba glifosato con bombas de mochila o con aspersora. Ahora tienen productividad de hasta 6.5 toneladas por hectárea. Menciona que las condiciones laborales, las condiciones del medio ambiente y otros productos que ofrecen lo mismo sin dañar el medio ambiente han sido la clave para cambiar este producto.</p>
<b>SISTEMA MILPA</b>		
<p><b>Milpa</b> Pequeña escala Sur de Jalisco Sara</p>	<p>Producción orgánica usando rotaciones, cuidando el suelo con materia orgánica, haciendo manejo de control de hierbas, control manual y mecánico de arvenses, aplicación de compostas, acolchados orgánicos e inclusive con plásticos.</p>	<p>Este grupo en la parte sur de Jalisco lleva más de veinte años sin utilizar herbicidas de síntesis química</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>SISTEMA MILPA</b>		
<p><b>Milpa intercalada con Frutales y Sistemas Agroforestales</b> Reporta gran escala, 500 ha Zona Maya, Municipio de Tulum, Quintana Roo, Comunidades Chanchen I, Hondzonot, San Juan de Dios y Coba. Paulina</p>	<p>En el programa Sembrando Vida se brindan talleres de sensibilización y acompañamiento en la elaboración de abonos orgánicos.</p>	<p>En el programa Sembrando Vida se promueve el uso de abonos orgánicos y el no uso de glifosato. En este caso llevan poco más de un año produciendo sin glifosato y otros agrotóxicos.</p>
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería</b> Pequeña escala Sierra de Santa Marta, Veracruz Ángel</p>	<p>En el caso de la ganadería, han comenzado a trabajar con sistemas silvopastoriles.</p>	<p>Ha sido muy lenta la transición de la agricultura convencional a la tradicional. Se debe regresar a los métodos de agricultura indígena y tradicional.</p>
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico</b> Mediana escala, aprox. 12.4 ha Municipio de Xicotepec de Juárez, Puebla Teodoro</p>	<p>Han aplicado técnicas como pastoreo con cerco eléctrico, manejo y conducción de agua, aumento de la carga de animales en superficies pequeñas, enseñan al ganado a comer de todo, es decir, también hierbas, no solamente los pastos y han aplicado el uso de hongos entomopatógenos (que causan enfermedades a los insectos) para balancear las plagas propias del pasto.</p>	<p>Gracias a este cambio han podido integrarse a un grupo de Abonos de carbono, en el cual les dan un pago por capturar toneladas de carbono en el suelo. Comenzaron hace dos años a transitar hacia una producción más natural y saludable. Actualmente aún se encuentran en transición.</p>
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico</b> Mediana escala, aprox. 20 ha. Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 17 (CBTA 17). Ursulo Galván, Veracruz Daniela</p>	<p>Escuela agropecuaria en la que trabajan producción ganadera a pequeña escala, de Torettes Simmental Fleckvieh, los cuales venden en aprox. \$5,000.00 por animal a ganaderos de Veracruz, Chiapas, Quintana Roo, Oaxaca, Puebla. En la actualidad tienen 3 proyectos: 1.- Sistema Silvopastoril intensivo, 2.- Sistema silvopastoril con Pastoreo Racional Voisin y 3.- Identificación, cantidad y diversidad de escarabajos estercoleros. Tienen prohibido hacer fuego, por ello cuando se chapean los linderos los restos del chapeo se dejan incorporar al suelo. Actualmente están empezando a probar el vinagre como herbicida. No tienen resultados todavía.</p>	<p>Anteriormente fueron formados con el conocido “Tumba, roza y quema” para establecer monocultivos; pero desde hace 25 años no aplican fertilizantes químicos. No han podido tener una sustitución de agrotóxicos completamente exitosa, ya que se encuentran en una región cañera, y aunque ellos no usen agrotóxicos, sus praderas están rodeadas de cañales en los cuales arrojan agrotóxicos con helicópteros, por ende estos llegan a sus praderas a través del viento.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico, producen carne, becerros y toretes.</b> Mediana escala, aprox. 25 ha Coyutla, Veracruz. Clima tropical húmedo. Rocío</p>	<p>Comenzaron a poner en práctica el sistema Pastoreo Racional Voisin (PRV), ya que pertenecen a un grupo de ganaderos donde el Médico Veterinario Enrique Alamilla Melo los asesora para que lleven a cabo este sistema en sus praderas. Algunas de las prácticas que tuvieron que cambiar fueron la implementación del sistema PRV, las razas de sementales más resistente a la garrapata y al clima de la zona, capacitación del personal, supervisión constante y mucha observación.</p>	<p>Anteriormente trabajaban con ganadería convencional, usaban el glifosato para fumigar las hierbas que el ganado no se comía, pero desde hace 5 años comenzaron a cambiar sus métodos de producción. Al implementar el sistema PRV, identificaron que el ganado come la mayoría de las hierbas y solo se chapea lo que no se come. Lograron adaptarse a este cambio dos años después de haber comenzado, es decir, tienen 3 años produciendo de forma exitosa. Aún no consideran que su producción sea suficientemente rentable porque siguen vendiendo la carne como convencional, ya que no tienen certificación de producción orgánica.</p>
<p><b>Leche orgánica</b> Mediana escala, 33 ha En el municipio de Tecpatán Chiapas Ramón</p>	<p>Anteriormente se aplicaba glifosato para el control de malezas, con mochila sin ningún cuidado. Afortunadamente se han implementado prácticas agroecológicas (Chapeo manual, cultivo de cobertura, asociación de especies). Tienen producción de 80 a 100 litros de leche.</p>	<p>Desde hace 14 años se dejó de usar glifosato y otros agroquímicos Se pasó por un período de transición en donde se comprendió el daño que provoca este tipo de agroquímico.</p>
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico, producen leche y becerros para rastro</b> Pequeña escala, aprox. 35 ha Ozuluama, Veracruz, región noreste. Zona con clima tropical Mateo</p>	<p>Implementaron el método de Pastoreo Racional Voisin (PRV). Gracias a este método ha aumentado la biodiversidad en el predio, hablando de animales pequeños, grandes e insectos. También se comenzó a cultivar maíz, limón, tomatillo criollo, naranja cucha, ciruela y humos (Guamuchis). La producción es vendida al mercado nacional y de exportación.</p>	<p>Antes usaban algunos agrotóxicos en cantidades bajas para controlar malezas y plagas. Sin embargo, desde hace aproximadamente 5 años ha trabajado en transitar hacia lo natural. Pertenece al mercado de Bonos de Carbono, en el cual se les paga una cantidad de dinero por cada tonelada de carbono capturada. A la fecha siguen trabajando en ese cambio hacia lo natural, saludable y orgánico.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería, producción de leche y quesos orgánicos</b> Pequeña escala(30 a 50 cabezas de ganado) Municipio Tecpatán, Chiapas Ramón</p>	<p>Varios productores de ganadería ahora orgánica, antes sí usaban glifosato. Sin embargo, fueron conscientes de que su uso estaba dañando la salud de su ganado y de su familia, porque ocurrieron casos de intoxicación. Ante esa situación es que se convencieron y comenzaron a transitar hacia la ganadería orgánica, dejando de usar todo tipo de agroquímicos, hormonas y antibióticos que contaminaban a la vegetación, suelo, agua e incluso leche y quesos que producían.</p> <p>Las alternativas que usan actualmente para no usar glifosato y otros agroquímicos son: prácticas agroecológicas para conservar la diversidad de plantas que existen en las praderas.</p> <p>Siembra de leguminosas para mejorar la alimentación del ganado.</p> <p>Control manual o mecánico de plantas tóxicas para el ganado, primero identificándolas y luego controlándolas manualmente (chapeándolas). De esta forma los animales no se intoxican y es más diversa su dieta porque no se elimina a todas las plantas.</p> <p>Introducción de especies de cobertura de suelo, para conservar la fertilidad del mismo y conservar la diversidad de plantas.</p> <p>Introducción de árboles que generan microclimas, éstos mejoran la vista del paisaje e incluso esta práctica puede impulsar el turismo ecológico, que está basado en la conservación de zonas en donde paralelamente se lleva a cabo la producción ganadera.</p> <p>Ahora estos productores a pequeña escalavenden sus quesos y leche en diversos tianguis agroecológicos y mercados orgánicos, lo que ha hecho que tengan más vínculos con sus consumidores y otras personas que se dedican al procesamiento de alimentos a base de leche.</p>	<p>Desde la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) se desarrolló un proyecto piloto Chiapas. Convencidos de que era necesario un cambio en la forma de producción ganadera es que en 2006 y 2007, gracias a un proyecto financiado por Conacyt, se crean vínculos desde la academia con ganaderos convencionales, para comenzar a transitar hacia una ganadería ecológica y orgánica. El clima y medio ambiente del municipio favorece una ganadería basada en el pastoreo.</p> <p>Se organizaron en un grupo, a través de una metodología participativa para brindar charlas y talleres de sensibilización sobre los efectos negativos de los agroquímicos en el ambiente, alimentos y salud humana, y paulatinamente los ganaderos dejaron de usar todo tipo de agroquímicos para el control de malezas y en 2010 lograron certificarse como productores de leche orgánica y de esta forma darle un plus a la leche y generar más ingresos económicos (se aumentó su precio), así como cuidar al ambiente.</p> <p>Algunos de los ganaderos convencionales que entraron a ese proyecto desertaron con el paso del tiempo ya que a veces es más fácil usar herbicidas en lugar de hacer otro tipo de manejo de arvenses. Sin embargo, muchos otros aún siguen vigentes y con muy buenos resultados, además de que ellos han sido quienes han creado más vínculos con otros ganaderos convencionales, de otras regiones de Chiapas y México (en específico de los estado de Veracruz, Edo. Mex., Sonora, Jalisco) para que transiten hacia la ganadería orgánica.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico, producción de ganado vacuno.</b> Gran escala, aprox. 54 ha Zona costera de Tuxpan, estado de Veracruz Humberto</p>	<p>Implementaron un método de pastoreo intensivo, el cual consiste en meter mucho ganado en superficies reducidas, dejando que los animales coman todo tipo de hierbas que broten en la pradera. Están convencidos de que producir sin agrotóxicos sí es rentable y sobre todo mejora las condiciones ambientales de sus praderas, lo cual beneficia al ganado y la alimentación de la población. Lo que producen es vendido al mercado local y a la exportación.</p>	<p>Hace mucho tiempo utilizaban algunos herbicidas para el control de malezas dentro de sus potreros y huerto. Pero, desde hace diez años implementaron un método de pastoreo intensivo en el cual no requieren de agrotóxicos. Aún no consideran que su ganadería sea orgánica, ya que si bien han podido abandonar el uso de herbicidas y fertilizantes, aún se ven obligados a usar en pequeñas cantidades algunos plaguicidas para erradicar garrapata, mosco y otros parásitos.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería agroecológica, producción de leche y becerros</b> Gran escala, 60 ha Municipio de Ozuluama de Mascareñas al norte de Veracruz Damián</p>	<p>En 2015 implementaron el sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV) y con los buenos resultados se convencieron de que tenían que transitar a la agroecología. Comenzaron a tener en sus praderas 70 por ciento de pastos y 30 por ciento de arbustos para diversificar la alimentación y balancear la nutrición del ganado. El equilibrio ecológico ha mejorado el ecosistema y han llegado aves que ayudan al control de plagas en el ganado. También se ha podido aumentar un poco la carga animal por ha (una carga de 1.5 Unidades Animal por ha), la cual se alimenta únicamente de la producción forrajera del mismo rancho, producción que incluso sirve para solventar las necesidades de futuras temporadas críticas, como la sequía del 2017 al 2020. Actualmente producen 150 litros de leche con 35 vacas.</p> <p>Alternativas: Dejar crecer los árboles que nacen en las praderas. Limpieza o clareo de praderas con azadón, solo cuando el pasto crece demasiado y se pone fibroso usan chapoleadora. Establecer <i>Leucaena leucocephala</i> y otras leguminosas en las praderas. No cortan la pastura Hacer pastoreo a fondo para no dejar tallos, ya que estos emiten más dióxido de carbono y para que el rebrote salga con nutrientes Establecer potreros de reserva de pastura para las temporadas críticas Incorporar razas más adaptadas al pastoreo Implementaron una red de conducción de agua para todos los potreros.</p>	<p>Iniciaron desde 1983 trabajando con ganadería tradicional. En 1986 buscaron tecnologías para aumentar la producción y comenzaron a sembrar pasto, maíz y frijol con el método convencional. En 1998 dejaron de hacer barbecho y utilizaron una sembradora de cero labranza, pero siguieron utilizando agrotóxicos. En 2011 comenzaron a hacer sistemas silvopastoriles y sembraron forrajeras arbustivas, como la <i>Leucaena leucocephala</i>, para fijar carbono en la vegetación y el suelo; dejaron de depender de abonos químicos. En 2015 conocieron el sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV) y se convencieron de que tenían que transitar a la agroecología, desde entonces dejaron de usar muchos agrotóxicos. Sin embargo, no pudieron hacerlo en su totalidad porque tenían que usar garrapaticidas por el problema que hay en la zona norte del estado. Hace aprox. 8 meses dejaron de comprar esos garrapaticidas ya que gracias al PRV el ecosistema del rancho ganadero se ha ido equilibrando, haciendo innecesario el uso de agrotóxicos.</p> <p>Actualmente producen 150 litros de leche con 35 vacas. Han incrementado los empleos.</p> <p>Datos de producción en 2019: Leche: 57 165 litros con un costo de \$6.50 por litro, lo que equivale a \$371 572.50 al año. Carne: 10 050 kilos con un costo promedio de \$40 por kilo, lo que equivale a \$402 000 al año. En total el rancho tuvo un ingreso bruto de: \$773 572.50 en ese año. En 2019 contaban con 120 cabezas de ganado en 60 ha, divididas en 101 potreros. De las cuales eran: 67 vacas, 3 toros y 50 becerros Costo de mantenimiento (podas) por Ha (5 jornales): \$1 000 Costo de mantenimiento (garrapaticidas) por ha (5 jornales): \$600 Costos de combustible mensual: \$1 000 Otros insumos: \$500 Costos de implementación de un sistema silvopastoril con <i>Leucaena</i> por ha: Semilla de <i>Leucaena</i>: 8 Kg con un costo de \$1600 Semillas de pasto: 5 kg con un costo de \$1 000 Mano de obra (15 jornales): 3 000 Siembra con tractor y cero labranza: \$1 000 al día Siembra de árboles al borde de las cercas (8 jornales) \$1 600 Dos cabezas de ganado por ha: \$29 000 Gasto total: \$37 200</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico, producción bovina</b> Gran escala, 90 ha Papantla, Veracruz. Axel</p>	<p>Desde 2015 dejaron de usar herbicidas, plaguicidas, fertilizantes, insecticidas, y fungicidas. Su objetivo es revivir y conservar el suelo de las praderas. Alternativas: Chapeo manual con machete para control de hierbas que el ganado no se come Dejar crecer todas las hierbas en las praderas para diversificar la dieta del ganado Conservación de árboles y arbustos nativos, para sombrear las praderas Poda de árboles para que el ganado pueda comer los rebrotes Chapeo en franjas, para intercalar franjas chapeadas con franjas con vegetación. Uso de preparados naturales para control de garrapatas Han arribado más aves a las praderas y ellas ayudan en el control de las garrapatas. Se ha podido incrementar la carga animal y por ende la productividad.</p>	<p>Tienen más de 100 años haciendo ganadería, desde entonces habían estado trabajando con métodos convencionales. Desde los últimos 20 años el ingreso económico había venido mermando, es por ello que durante un año se dedicaron a buscar alternativas que se adaptaran a su tipo de producción y condiciones ambientales del trópico. En 2015 la alternativa que encontraron y comenzaron a trabajar fue el sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV) que preside Luiz Carlos Pinheiro Machado. El sistema consiste en la producción de forrajes sin agrotóxicos. Es un proceso que en el mejor de los casos logra establecerse en cinco años o más, todo depende del grado de degradación del predio.</p>
<p><b>Ganadería holística</b> Gran escala, entre 40 y 120 has Valles centrales, en el centro de Chiapas Tomás Zacarías</p>	<p>Usan poco el glifosato en ganadería porque nacen más hierbas de hoja ancha. Con apoyo de FIRA y la UNACH han ido adoptando y adaptando un modelo de producción basado en el pastoreo rotacional y el manejo holístico. Dejaron de quemar y utilizar herbicidas con el pastoreo rotacional con manejo manual de arvenses, solo eliminando lo que no se comían las vacas, o plantas que tuviera mucha espina que pudiera lastimar al ganado. Todo lo demás ahí se quedaba. Están reconstruyendo el suelo a una tasa muy rápida gracias a esas prácticas.</p>	<p>En 1994 formaron el Club de Pastoreo Intensivo Tecnificado Las Villas (PIT Las Villas). Gracias al manejo del pastizal han mejorado la composición de la vegetación, únicamente limpiando un año sí y un año no.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería en transición hacia lo agroecológico</b> Gran escala, aprox. 100 ha Municipio de Pánuco, al norte de Veracruz, en la región Huasteca alta. César</p>	<p>Anteriormente usaba el Sistema de Pastoreo Intensivo Tecnificado (PIT) para su producción. Sin embargo, este sistema estaba dejando de ser rentable ya que los costos para su implementación y mantenimiento estaban incrementando.</p> <p>En 2010 conocen el sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV) en el cual se llevan a cabo las siguientes prácticas: reforestar las praderas con árboles nativos, dejar crecer a todas las plantas que emergen en las praderas para que sean comidas por el ganado, meter mucho ganado en áreas pequeñas para que los animales cambien sus hábitos alimenticios y aprovechen toda la vegetación. El PRV ofrece muchos servicios ecosistémicos a los suelos. Un bovino puede emitir hasta 3 500 kg de carbono a lo largo de su vida. En pasturas con un buen manejo, la fijación de carbono puede llegar a ser hasta de 14,467 kg por hectárea por año. En un período de 3 años (considerándolo como la vida media de un bovino), la fijación sería de aprox. 43,400 kg de carbono, es decir, por cada unidad de carbono emitida por un bovino, se fija 12.5 veces más en las pasturas (Pinheiro, 2011).</p> <p>Desde ese entonces, en el rancho se ha dejado crecer y se ha reforestado con Leucaenas, Guineas, Palo de sol o primavera y Guasimas. Esto ha mejorado la alimentación del ganado (esto lo podemos observar en las excretas, que se degradan con más rapidez ya que hay más escarabajos en el suelo) y por ende la producción de carne y leche. Incluso las garrapatas han disminuido, ya no son tan invasivas como con el sistema PIT, sin embargo no han podido eliminarlas en su totalidad, y para ello agregan azufre en el alimento del ganado, esto ha ayudado a tenerlas bajo control.</p>	<p>En 2010 en la Unión Ganadera de la Región del Norte de Veracruz, el Dr. Luiz Carlos Pinheiro Machado impartió una serie de charlas y talleres acerca del sistema Pastoreo Racional Voisin (PRV). Este sistema consiste básicamente en establecer un equilibrio entre el suelo, las plantas y el ganado, reduciendo costos, generando alimentos de alta calidad, mejorando la vida del suelo, elevando la productividad del rancho, elevando la capacidad de carga del terreno y ofreciendo mejores condiciones de vida para los ganaderos y consumidores.</p> <p>Desde hace 4 años han habido sequías en la zona norte del estado de Veracruz y pese a ello, no han tenido mayores problemas con el ganado y su producción, esto se lo atribuyen a las mejoras ambientales que trae consigo el PRV. Con el paso del tiempo y la mejora en las condiciones ambientales de las praderas se ha ido metiendo ganado de razas más rústicas como el Lechero tropical, el Romosinuano, entre otros. Su producción es vendida a Tampico, la leche a las pasteurizadoras y la carne al rastro municipal, mientras que la producción de becerros es para crecer y engordar. Los costos de producción han disminuido hasta un 50%.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería orgánica, producen leche y becerros</b> Gran escala, aprox. 125 ha Municipio de Ozuluama de Mascareñas, Veracruz Francisco</p>	<p>La producción ganadera orgánica siempre le ha sido rentable al productor, ya que no gasta en químicos que nunca ha necesitado. Las prácticas que lleva a cabo son: siembra y conservación de cercos vivos de Leucaena, Guásima y Neem, así como la reforestación de sus praderas. Producen en promedio 300 litros diarios de leche, también becerros y becerros que son vendidos al mercado regional o son exportados a USA.</p>	<p>Desde hace aproximadamente 16 años se ha practicado ganadería libre de agrotóxicos.</p>
<p><b>Ganadería orgánica, producción de leche y becerros.</b> Gran escala, 242 ha Chinampa de Gorostiza, norte de Veracruz. Luis</p>	<p>Desde hace dos años ya no usa ningún producto químico para el control de la garrapata, los ha sustituido por un insecticida natural elaborado por él a base de Neem, higuera, ajo y cebolla. Dejan crecer árboles nativos en las praderas para que haya más sombra, menor evaporación, mayor bienestar animal, menor impacto de rayos solares y mayor conservación de humedad en las praderas. Pastoreo a fondo, para que el ganado coma todas las plantas que nacen en las praderas. Hacer chapoleo de hierbas y arbustos que el ganado no come para que no invadan los potreros o limiten el crecimiento de los pastos.</p>	<p>Desde 2011 hasta 2015 algunos miembros de la Unión Ganadera del Norte de Veracruz se integraron al programa de Sistemas Silvopastoriles Intensivos, durante ese tiempo trabajaron con sistemas silvopastoriles combinados con Leucaena leucocephala. En 2016 empezaron a trabajar con el sistema de Pastoreo Racional Voisin y lo siguen haciendo hasta la fecha debido a su rentabilidad económica y ambiental. Cambiar de la ganadería convencional a la orgánica ha sido una decisión difícil.</p>
<p><b>Ganadería regenerativa</b> Gran escala, aprox. 375 ha Huimanguillo, Tabasco Ramón</p>	<p>Han tenido éxito en la sustitución de agrotóxicos que antes usaban para el control de malezas de sus praderas. Las prácticas que han tenido que aplicar para no depender de los herbicidas es el pastoreo racional, la selección y control manual de las malezas. Con la ganadería regenerativa ahora hay mejor producción de becerros, con más peso al momento del destete, así mismo ha podido incrementar el número de animales por ha. Su producción es vendida a Engordas Nacionales.</p>	<p>Anteriormente dedicados a la ganadería convencional, deciden transitar hacia la ganadería regenerativa desde hace poco más de cinco años. Para lograr esto también han tenido que cambiar la mentalidad de los trabajadores que se aferran al uso de herbicidas. En la actualidad siguen en transición, sin embargo están más convencidos de que sí es posible producir sin el uso de agrotóxicos.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>GANADERÍA/LECHE</b>		
<p><b>Ganadería orgánica</b> Gran escala, aprox. 700 ha. Tamaulipas, en el municipio de Aldama y Norte de Veracruz Patricio</p>	<p>Comenzaron a percibir el daño al ambiente y a la salud humana y es por ello que deciden cambiar, primeramente buscando información sobre el PRV y luego con cursos impartidos por Michael Rúa Franco.</p> <p>Prácticas amigables con el ambiente: Capturan las emisiones de carbono con los sistemas silvopastoriles racionales.</p> <p>Fomentan la producción y crecimiento de leguminosas como la guásima, chote, coma, chaca, palo de sol o primavera, leucaena, pata de vaca, ya que son aliento para el ganado, también cedros y tamarindos ya que dan sombra y madera.</p> <p>Dejan crecer arvenses que aunque el ganado no las aprovecha las conservan porque son parte fundamental del ecosistema debido a que fungen como sistemas de rebombear de minerales que se lixivian en el suelo, porque poseen raíces muy profundas, estas mismas plantas sirven de cobertura para el suelo, que posteriormente lo abonan y es aprovechado por los pastos de las praderas.</p> <p>No aplican barbecho, porque el suelo con su estructura y vegetación natural absorbe más agua, la retiene mejor y alimenta los acuíferos, es mucho mejor que la tierra trabajada.</p> <p>En la zona norte de Veracruz las garrapatas y las moscas son un gran problema para la ganadería, para ello ya han incursionado bañando al ganado con productos orgánicos como infusiones de Neem, Higuierilla, Cebolla, Ajo o la mezcla de todas.</p> <p>También han ocupado azufre en los minerales que combinan con el alimento del ganado.</p> <p>Cuando el pasto crece muy alto en las cercas eléctricas aplican como herbicida una mezcla de vinagre con agua en distintas concentraciones, según lo requiera el pasto.</p>	<p>Anteriormente manejaban el Pastoreo Racional Intensivo. Desde hace aprox. 10 u 8 años comenzó a cambiar por el método de Pastoreo Racional Voisin (PRV) y Silvo Pastoreo Racional Voisin (SPRV), esta transición fue muy difícil y sigue siéndolo a la fecha porque es cuestión de cambiar casi por completo los métodos tradicionales de la ganadería que conocían y sobre todo el pensamiento de que para producir era necesario borrar el ecosistema para hacer un ecosistema nuevo.</p> <p>En los últimos 4 años pasaron sequías nunca antes vistas, se perdieron varias especies de pastos inducidos, incluso se murieron árboles de raíces profundas por falta de humedad. A pesar de eso, gran parte de las praderas siguieron funcionando bien debido a las mejores condiciones ambientales que propicia el buen manejo del pastoreo.</p> <p>Continúan con el PRV que los potreros dañados para que se regeneren solos.</p> <p>Aún no cuentan con certificación orgánica. Dentro de la Unión Ganadera del Norte del estado de Veracruz se está formando un grupo que pretende vender sus Bonos de carbono</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>AGROFORESTALES Y CAFÉ</b>		
<p><b>Magüey intercalado con Milpa, sistemas agroforestales.</b> Mediana escala, más de diez ha Están en el estado de Oaxaca. Rita Proyecto LAM</p>	<p>Tienen vivero de producción, manejan sistemas intercalados con milpa. Cuentan con bancos de semillas.</p>	<p>Tienen muchas variedades de agaves, los cultivos se encuentran en 7 comunidades. Inician la producción en 1978. Del 2005 al 2018 estuvieron certificados como orgánicos.</p>
<p><b>Nogales con frutales. Producen maíz, frijol intercalados con nogales</b> Pequeña escala (¼ de ha) En el caso de los Nogales (en la Sierra Gorda de Guanajuato). Alejandro</p>	<p>Chapeo al año donde hay mayor radiación solar se cortan gramíneas. Cajetes (chapeo alrededor de las plantas). Siguen la agricultura campesina. Orillas (linderos) de las parcelas dejan que se establezca vegetación nativa (pirules, mezquite, huizaches). Manejo de milpa otoño inv. con leguminosa y avena. Se ocupa el terreno. Febrero-marzo se siembra la milpa. Rastrea la avena. Riego y surca, se siembra. Dos escarbadas y con eso se controla las arvenses. Una vez cosechado el maíz y el frijol se incorpora el rastrojo al suelo.</p>	
<p><b>Sistema AgroForestal: cedro, caoba, ramón, entre otros</b> Milpa Intercalada con Árboles Frutales Pequeña escala Campeche y Yucatán Patricia, productores de Sembrado Vida</p>	<p>Los técnicos que capacitan a los productores del programa han optado por buscar alternativas con líquidos, 1) Ácido acético diluido al 20 por ciento o Vinagre casero. Se recomienda que: primero se base el control integrado de arvenses en las fases de la luna; estos líquidos deben ser aplicados 7 días antes o 7 días después de la Luna llena, porque la savia de las plantas se encuentra en las partes aéreas y si se aplican estos líquidos entonces las raíces se quedan con poca savia por lo tanto hay menos probabilidad de que rebroten tan fácilmente; segundo: que se apliquen estos líquidos en las primeras etapas de crecimiento de las arvenses y tercero que se apliquen principalmente en arvenses de hojas anchas (casi 90 por ciento de efectividad). El ácido acético es 100 por ciento efectivo en gramíneas. 2) Microorganismos de montaña en fase líquida de forma directa después del chapeo, la descomposición de la materia orgánica se acelera, hay más nutrientes disponibles para las plantas, además de que esa cobertura que se genera evita el crecimiento de las arvenses.</p>	<p>El programa gubernamental Sembrando Vida tiene prohibido el uso de agrotóxicos en los cultivos. Los técnicos que capacitan a los productores han optado por buscar alternativas con líquidos, ya que parte de la transición agroecológica es enfrentarse a que la gente está acostumbrada a comprar un líquido para esparcirlo en las parcelas y de esta forma eliminar a las malezas; entonces utilizar líquidos puede ayudar a que la gente se anime a usarlos porque no tendrían que hacer otras prácticas que impliquen mucho esfuerzo, como es en el caso de coberturas, chapeo, aplicación de microorganismos de montaña, entre otras. La alternativa del ácido acético ya estaba documentada desde hace mucho tiempo, sin embargo no se conocía o no se aplicaba en Campeche y Yucatán. Justamente gracias al programa Sembrando Vida se ha podido aplicar y dar a conocer entre los productores. Es importante señalar que las alternativas que se están aplicando fueron probadas en lugares con alta radiación solar, lo cual favorece su efectividad. No recomienda estas alternativas para lugares templados.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>AGROFORESTALES Y CAFÉ</b>		
<p><b>Sistema cafetal de sombra Árboles nativos en viveros de biodiversidad</b> Pequeña escala Cuenca del Río Pixquiac, Veracruz. Rebeca, INANA A.C.</p>	<p>Las abejas fungen como indicadores del cambio en el uso del suelo de los ecosistemas. El uso de agroquímicos afectan directamente a las abejas nativas principalmente en la polinización. Prácticas agroecológicas: Meliponicultura agroecológica Mapeo comunitario alrededor (entre 500 metros a 2 km de diámetro) de los meliponarios para identificar afectaciones y oportunidades de las abejas nativas Reproducción y siembra de árboles y plantas florales nativas o adaptadas a la región Enriquecimiento de la biodiversidad del entorno de las abejas Restauración del paisaje Elaboración de abonos orgánicos: bioles, microorganismos de montaña, bocashi.</p>	<p>INANA A.C. es una organización civil interdisciplinaria que desarrolla proyectos comunitarios. En la organización se trabaja con educación ambiental, bajo un enfoque de género y con comunidades de aprendizaje sobre temas de conservación, restauración y manejo de ecosistemas que consideren a las abejas nativas como el centro de la vida o cadena de la misma. Estos proyectos comunitarios se llevan a cabo principalmente en zonas con remanentes de bosque de niebla. Desde 2011 hasta la fecha, siguen trabajando con éxito en proyectos que involucran la experiencia en educación, género y medio ambiente.</p>
<p><b>Cafetal de sombra</b> 3 ha En Limones, Cosautlán de Carvajal Octavio (productor)</p>	<p>La limpia con machete y tener buena sombra en la finca de café. La cantidad de materia orgánica que cae se hace una capa de hojas sobre el suelo que no dejan crecer la hierba, el suelo no se lava y es abono. Poner sombra es caro, pero es una inversión. En una hectárea hay 3 toneladas de café y el costo es de 20 000 a 25 000 pesos por hectárea. La ganancia es que yo me empleo en mi propia finca y todos los productos que obtengo del cafetal biodiverso: fruta, madera, son para la familia. Podría sacar más café, pero entonces tendría que contratar más personas, invertir más recursos y desgastar la tierra.</p>	<p>En poco tiempo, porque fue pocas veces que lo usé y no dependía del glifosato. Dejé de usarlo porque dejaba la tierra muy lavada y se veía claramente que ya no tenía nutrientes. Lo sustituí por el machete.</p>
<p><b>Cafetal de sombra</b> Pequeña escala Sistema diversificado: con árboles de sombra y frutales Alejandro</p>	<p>La matarrasa (cortar árboles de sombra, frutales y café) se puede llevar a cabo pero no se hace. El chapeo es con machete y la materia se queda en el suelo reduciendo la erosión. Menciona que con 2 chapeos al año es suficiente.</p>	<p>Lleva 8 años de producir sin glifosato, donde había café viejo (posiblemente con glifosato).</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>AGROFORESTALES Y CAFÉ</b>		
<p><b>Cafetal de sombra</b> Pequeña escala, 3 ha En San Miguel Tlapécatl, Cosautlán de Carvajal, Veracruz Baltazar</p>	<p>Prácticas implementadas: Asegurando tener árboles para sombra en cafetales, pues se enhierba menos, también sirve hacer terrazas en las zonas donde hay ladera</p>	<p>Asociados a una AC Estudios Rurales y Asesoría Campesina A. C. Llevan 30 años con esta producción. Por la roya que bajó la producción, están en la etapa de renovación del cafetal por ello obtiene baja producción: 16 quintales Pero va incrementando año con año</p>
<b>POLICULTIVOS</b>		
<p><b>Trigo, cebada, centeno, árboles frutales, a mediana escala</b> En Erongarícuaro, Michoacán Mediana escala Julián</p>	<p>Lo hacen con manejo de la fertilidad del suelo, estrategias de control de arvenses con pastoreo voisin, coberturas vivas, arropados, asociación de cultivos. Su producción es de aprox. 1 t/ha</p>	<p>Colectivo de productores de cereales de Erongarícuaro, Colectivo Arista</p>
<p><b>Maíz Calabaza Variedades de frijoles criollos Jamaica Okra Ajonjolí negro y blanco</b> Pequeña escala varios productores organizados Jorge, productor</p>	<p>Son aproximadamente 150 campesinos con los que está colaborando, están incluyendo prácticas para dejar de utilizar glifosato, diversificando cultivos con sistema milpa y otras plantas. Son productores a pequeña escala de hasta dos hectáreas, trabajándolo con machete y caballo y machete y tarecua y yunta.</p>	<p>Se han tenido venta de frijoles criollos por que se comenzó a buscar el mercado para venta a precio justo. Están en 4 municipios en Oaxaca: Tataltepec de Valdez, Amiltepec , San Juan Colorado y Tultepec.</p>
<p><b>Maíz criollo y algodón</b> Pequeña escala Salvador asociación Organización Ñuu Ndito (tierra viva)</p>	<p>Comenzaron a retomar machete y coa para limpiar cultivos, buscando asesorías para mejorar el suelo. Menciona que un compañero del grupo se envenenó con uno de los agroquímicos y que por eso dejaron de utilizarlos.</p>	<p>Presentes en siete municipios de Oaxaca. Realizaron transición para ya no utilizar agroquímicos debido a que se dieron cuenta de que las tierras estaban muy infértiles, prácticamente improductivas, derivado de los químicos que agregaban. En los primeros años fue muy duro el trabajo físico, pero recuperaron suelo, dejaron dependencias de agroquímicos y mantienen productividad.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>POLICULTIVOS</b>		
<p><b>Chile, calabaza, melón, sandía, papaya y granos: como maíz, soya, frijol</b>                      Mediana escala                      Por lo menos 14 hade papaya                      Zona de Ebano, San Luis Potosí                      Ciudad valles San Luis Potosí                      Laura</p>	<p>En la Huasteca, a partir del Colegio de Agrónomos de la Huasteca han logrado el apoyo a agricultores para fabricar sus propios bioinsumos , dejando de utilizar los fertilizantes y plaguicidas químicos, de manera agroecológica con resultados positivos.</p>	
<p><b>Huerta agroecológica con bosque biointensivo:</b>                      Hortalizas de temporada (tomate, cebolla, tomatillo, lechuga, brócoli, acelga, maíz, avena, zanahoria, rábano, calabaza, ejotes).                      Frutales (chabacano, manzano, ciruelo, tejocote).                      Aromáticas medicinales (caléndula, tomillo, girasol).                      Amealco, Querétaro.                      Pequeña escala, aprox. 800 m2                      Joaquín</p>	<p>Convencido de que la agroecología es el paso a seguir para la recuperación de los suelos aplican alternativas para controlar malezas y evitar el uso del glifosato.                      Alternativas para cuidar el suelo:                      Elaboración de composta y té de composta.                      Elaboración de abonos a base de estiércol.                      Elaboración de lombricomposta.                      Aplicación del extracto vegetal de Yucca schidigera.                      Tierra de diatomeas.                      Aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos naturales.                      Cero labranza.                      Cultivos de cobertura o abonos verdes, por ejemplo: avena, girasol, maíz criollo.                      Diversidad de cultivos (arbustos y árboles).                      Siembra cercana.                      Uso de aceite de Neem para el control de plagas.                      Captación de agua de lluvia para estar prevenidos en temporadas de sequía.                      Riego por goteo.                      Siembra de variedades que se polinizan entre ellas para no comprar semillas.</p>	<p>Nunca han usado glifosato ya que haciendo un buen manejo del suelo no es necesario el uso de agrotóxicos.                      Para que la huerta sea productiva y rentable debe haber una buena planeación y administración. En la huerta se ofrecen cursos de inocuidad agrícola. Se hacen tequios con personas de Amealco que también tienen huertas agroecológicas.                      La producción es de autoconsumo y son vendidos en sistema de canastas a mercados orgánicos en Amealco y Querétaro. También se hacen transformaciones postcosecha (ungüentos, cremas, mermeladas, etc).</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>POLICULTIVOS</b>		
<p><b>Huerta agroecológica</b> Pequeña escala Eloy</p>	<p>Al entrar a la Universidad de Chapingo (Carrera Redes agroalimentarias), en la que una de las bases es la agroecología empezó a poner en práctica sus aprendizajes. Se retiró la gravilla de tezontle, sustituyéndolo por tierra y composta. Al graduarse ya tenía un volumen adecuado para empezar a vender de manera local sus productos. Debido a la extensión que es un tanto reducida nunca ha sido necesario aplicar ningún producto y todo el deshierbe se hace a mano, (por tres personas). Aplican el acolchado una vez que deshierban, colocan materia orgánica seca, ya sea hojarasca o paja de los mismos cortes del pasto para hacer una capa encima del suelo. Con el trabajo y el riego se va moviendo y la hierba crece y traspasa el material, pero se retrasa un poco. El deshierbe sirve como materia verde para la composta.</p>	<p>Desde hace 7 años empezó el proyecto. Empezó retomando un invernadero abandonado (su papá es agrónomo). Se bajó recurso para el proyecto de jitomate, durante su funcionamiento siempre había un error y el jitomate salía de pésima calidad, se malbarataba el producto que de por sí era malo. Desconoce si utilizaban herbicidas o algún producto químico.</p>
<p><b>Huerta agroecológica (Hortalizas, granos y frutales)</b> Pequeña escala de aprox. 1 ha Municipio Amealco, Querétaro Antonio</p>	<p>Para conocer algunas de las prácticas que actualmente lleva a cabo han tomado cursos con expertos en el tema. Actualmente la producción agroecológica representa la única forma para producir alimentos de muy buena calidad y comercializarlos en mercados alternativos, tianguis agroecológicos, etc. Algo importante que los ha impulsado a seguir con este tipo de producción es su participación en una cooperativa de intercambio social, en la que participan más productores, se dedican a recolectar y distribuir en Querétaro los productos agroecológicos.</p> <p>Prácticas agroecológicas: Separación de basura. Elaboración de composta, composta aeróbica, lombricomposta y bocashi para nutrir al suelo. Fomentan comunidades de insectos y abejas para tener control biológico y polinización Siembra de hortaliza debajo de los árboles (rábanos, cebollas, zanahoria, coliflor, nabo, frijoles).</p>	<p>Este proyecto nace en 2012 como una huerta para autoconsumo, anteriormente se producía hortaliza de forma tradicional, es decir, no usaban agrotóxicos. Sin embargo, debido a la llegada del glifosato también comenzaron a usarlo porque en esa región se popularizó entre los productores. Posteriormente suspendieron el proyecto y hace dos años reactivaron su producción, dejando de usar agrotóxicos porque 1) ya sabían que sí se puede producir sin ellos y porque nunca les agradó la idea de contaminar el suelo, agua y cultivos.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>POLICULTIVOS</b>		
<p><b>3 ha de soya, 7 ha de maíz y 3 ha de manera diversificada, con más de 10 cultivos diferentes</b>  <b>En total son 13 ha en transición a estar libres de agroquímicos</b>                      En la región de Hopelchén, Campeche                      Arturo</p>	<p>Las estrategias que estoy usando han sido la diversificación de cultivos y el uso del machete, me ha funcionado mucho el poner variedad de cultivos en la misma milpa ya que en algunos de los cultivos como son la calabaza y el camote son productos que se extienden y cubren en toda la tierra y eso permite que la maleza disminuya su crecimiento y sea más fácil de controlar.</p>	<p>Organizados en una Cooperativa (Ceibo Milenario)                      El presidente de la cooperativa reporta lo siguiente: es muy difícil el dejar de usar el glifosato al 100%; en lo particular he dejado de usar el glifosato en un 40% ya tengo 3 años que me propuse ir dejando de usarlo.</p>
<p><b>Agroecología, cultivo de hortalizas, frutales y cereales de la región</b>                      Pequeña escala                      Comitán y la Selva Lacandona, Chiapas                      Ricardo</p>	<p>Grupos organizados de campesinos trabajan con agroecología, lo hacen con el objetivo de resguardar y recuperar sus costumbres y tradiciones ancestrales, también por el impacto ambiental que generan las actividades humanas en el ambiente, así como en la salud y calidad de la vida humana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Siembra cercana.</li> <li>Poca labranza.</li> <li>Asociación de cultivos.</li> <li>Rotación de cultivos.</li> <li>Acolchado.</li> <li>Producción de abonos orgánicos.</li> <li>Elaboración de concentrados caseros naturales para repeler plagas.</li> <li>Control de malezas con azadón y machete.</li> <li>Siembra de barreras naturales.</li> </ul>	<p>Se comenzó a dejar de usar el glifosato porque las personas se han intoxicado y porque ya existe la conciencia de que genera enfermedades como el cáncer. Aún están en transición.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>PAPA</b>		
<p><b>Papa agroecológica Pequeña escala</b> Subcuenca del río Pixquiac (que comprende los municipios de Perote, Acajete, Las Vigas, Tlalnelhuayocan y Coatepec) Rosa, productores de papa agroecológica</p>	<p>Luego de las jornadas para concientizar a los productores del peligro de usar agrotóxicos algunas personas se convencieron y comenzaron a aplicar alternativas para sustituir el uso de éstos, con la ayuda de ingenieros agrónomos y promotores técnicos de SENDAS A.C. La transición comenzó cuando un productor se intoxicó, esto hizo que las personas comenzaran a tomar conciencia de los daños que ocasionan los agrotóxicos. Alternativas usadas: Recuperación de variedades Diversificación de cultivos. Asociación de cultivos. Implementación de huertos agroecológicos. Té de cempasúchil, curados con caña y ortiga se usan para combatir plagas de nemátodo dorado, hongos, rosquilla y hormiga. Abonos orgánicos como: microorganismos de montaña M5, bocashi, caldo bordelés, estiércol compostado</p>	<p>Hace 5 o 6 años, prox. en la cuenca del Río Pixquiac, los campesinos comenzaron a producir de forma convencional papa con aprox. 25 agrotóxicos, un grupo de promotores de la agroecología convoca a estos productores a unas jornadas para advertir sobre los daños ambientales y a la salud que traen consigo el uso de dichos agrotóxicos. Los técnicos dan mucho acompañamiento durante todo el proceso, lo que hace que los productores sigan avanzando con firmeza. Además, para que este sistema de producción sea rentable vincularon a los productores con un mercado, en el cual venden sus productos con el sistema de canastas, de forma semanal, únicamente con productos libres de agrotóxicos tanto de los huertos como de la región.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron  En cuánto tiempo se logró
<b>PAPA</b>		
<p><b>Papa agroecológica</b> Pequeña escala 3 hectáreas</p>	<p>Actualmente lo maneja de la siguiente manera: Labranza. Trabajan el suelo en tres momentos antes de la siembra, el primero es a inicio de año, el segundo después de un mes y el tercero un mes antes de que siembren en las parcelas. Primero hacen barbecho, posteriormente trabajan la tierra con la rastra y en algunas ocasiones con yunta y animales, tratan de que el arado se haga solamente a los 25 0 30 cm de profundidad para no dañar la estructura del suelo. En algunas ocasiones, cuando las arvenses comienzan a crecer en las parcelas, optan por meter ganado para que hagan una primera poda y así ayudan a preparar el suelo. Finalmente se deja un mes entero en barbecho el área a cultivar para que se haga una costra en el suelo que conserva humedad. Luego de esto el terreno está listo para ser cultivado.</p> <p>Biofábrica. Para darle mantenimiento al cultivo de papa, han delimitado un espacio al que llaman Biofábrica, en este espacio elaboran abonos fermentados, compostas, biofertilizantes, bocashi, microorganismos de montaña, entre otros. Los insumos que ocupan son restos orgánicos de las podas de los mismos cultivos, o de las excretas de los animales de traspatio, así como de los recursos naturales que tienen en su comunidad.</p> <p>Siembra de Temporal. Siembran en dos ocasiones al año para aprovechar el agua pluvial. La primera es en abril, en lugares que están a más de los 3000 m.s.n.m. La segunda es en mayo, en lugares que están a menos de los 3000 m.s.n.m. De esta forma aseguran que los cultivos aprovechen la temporada de lluvias.</p> <p>Siembra con la Luna. Se guían por las fases de la luna para sembrar, dar mantenimiento y cosechar.</p> <p>Cosecha. Para poder cosechar la papa sin la necesidad de usar agrotóxicos pre-cosecha han optado por seguir el ciclo vegetativo de la planta, esperar a que la papa madure por sí sola (entre 110 y 120 días después de la siembra), que se marchite la parte aérea de la planta. Hacer un chapeo manual de la parte aérea de la planta 8 días antes de la cosecha. Para saber cuándo la papa ya está lista para ser cosechada, ellos sacan un tubérculo, raspan su cáscara y si esta se cae quiere decir que aún no está madura, cuando la cáscara no se cae, entonces saben que ya está madura.</p> <p>Aplicando las prácticas anteriores ya no se hace necesario usar el glifosato en pre-cosecha para unificar la maduración del tubérculo, porque los abonos orgánicos hacen ese trabajo y de esa forma se asegura el desarrollo óptimo de la planta. Existen algunas variedades de papas “mejoradas” que sí dependen de los agrotóxicos, por ello es importante conservar las semillas nativas.</p> <p>tiene el registro de que para cultivar 1 Ha de papa agroecológica en este año 2021 se gastó 40 mil pesos, mientras que para cultivar 1 Ha de papa convencional se gasta hasta 80 mil pesos, esto refleja que efectivamente producir con glifosato no es rentable, ya que se gasta hasta el doble de que lo que se gasta produciendo de forma agroecológica. También es importante mencionar que no usar glifosato genera más trabajo para la comunidad o la familia campesina, porque el trabajo que “ahorraba” el glifosato, ahora pueden hacerlo los agricultores y ganar el dinero de sus jornadas. Por otro lado, se pueden usar los restos de las podas, ya sea para consumo humano, para alimentar al ganado o para la elaboración de los abonos orgánicos.</p>	<p>Rogelio es un Agroecólogo recientemente egresado. Trabaja directamente con la producción de papa agroecológica en la comunidad de Los Pescados, municipio de Perote, Veracruz. Esta comunidad es la segunda más cercana al Nauhcampatépetl o Cofre de Perote.</p> <p>Hace mucho tiempo atrás la familia de Chávez se había dedicado al cultivo de papa de forma convencional, sin embargo, desde hace aproximadamente 5 años y gracias al apoyo técnico y de acompañamiento de SENDAS A.C. comenzaron a transitar hacia la producción agroecológica. Ocupaban el glifosato en 3 momentos antes de la siembra y ocasionalmente a los 115-120 días después de la siembra, es decir, antes de la cosecha, así aceleraban el marchitamiento de la parte aérea de la planta y aceleraban la maduración del tubérculo. Lo anterior con el objetivo de ahorrar dinero, ahorrar tiempo y cosechar rápido para sacar la producción al mercado. Cabe mencionar que los productores de papa convencional tienen la idea de que el glifosato en pre-cosecha debe aplicarse mezclado con Calcio y Potasio para que este sea bien absorbido por la planta, de esta forma el Calcio y Potasio favorecen el crecimiento del tubérculo y el glifosato acelera la maduración de la planta y por consiguiente que esta se seque para así acelerar la cosecha. Un pensamiento nada lógico, en palabras de Rogelio, porque entonces el glifosato llega más rápido al tubérculo y lo contamina con más facilidad.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>AGUACATE</b>		
<p>Aguacate Mediana escala Caramicuas, Michoacán. Ramiro</p>	<p>En la finca siempre ha utilizado machete y azadón y poco a poco han empezado a usar maquinaria con herramientas integradas. Chaponeaban con mano de obra por ello usaron glifosato. En temporada de lluvia se cuida que las plantas de guía no se suban a los árboles y dañen al árbol de aguacate. Los entremedios o callejones dejan la hierba hasta 2 m. Meten desvaradora o desbrozadora para cortar el pasto y con ello solo realizan 2 limpiezas por temporada. La tierra queda con materia orgánica para que haya insectos benéficos y que se autorregulen.</p>	<p>Una sola vez utilizaron glifosato hace 22 años. Su papá siempre ha sido partidario de la agricultura orgánica.</p>
<b>AMARANTO</b>		
<p>Amaranto  Se ubican en la Mixteca Alta y Valles Centrales, Oaxaca.  Organizados en Puente a la Salud Comunitaria A.C Mediana escala, reporta 12 ha Renata</p>	<p>Se produce 800 kg por ha, el costo en convencional es de 17 mil pesos y en agroecológico para transición por costo de mano de obra es de 22 mil pesos a 27 pesos por ha. Actualmente el precio del kg de amaranto acopiado al productor es de 35 pesos. Se hace uso de las cañuelas del rastrojo, curvas de nivel, aplicación de abonos de estiércol, bioles, bocashi, harinas de roca , rotación de cultivo y generar asociación de cultivos y agroforestería.</p>	<p>Tuvieron una sustitución exitosa ya que anteriormente la producción era convencional (8 años) y desde el 2018 realizan producción 100% agroecológica.</p>
<b>CACAO</b>		
<p><b>Cacao</b> Gran escala, 50 ha Comalcalco, Tabasco. Valentín</p>	<p>Sin aplicación de herbicidas ni fertilizantes químicos, únicamente composta, con una producción de 456 kg/ha.</p>	<p>Llevaron 32 años sin utilizar agroquímicos, logrando buenos precios en productos.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>CACAO</b>		
<p><b>Cacao</b> Productores de pequeña escala, desde ¼ de ha hasta 1 ha. Sureste de México Ana</p>	<p>Se dejó de usar herbicidas con manejo agroforestal. Se limpia con machete el cacaotal (no entra mucho sol y no crecen muchas hierbas no deseadas, y las que crecen no son tan persistentes). Las hojas de cacao forman acolchado natural. Donde sí hay más luz o son ecosistemas más húmedos si se debe limpiar mucho para evitar enfermedades. Otra alternativa es la agricultura biointensiva, deshierbar de raíz y reincorporar al suelo.</p>	<p>Un incentivo para que se deje de utilizar el glifosato es que algunos compradores ya no quieren comprar el cacao cultivado con herbicidas. En el cacaotal enmontado no afecta tanto los rendimientos, como se busca la calidad porque el cacao está posicionado en el mercado canadiense. El taller está dispuesto a pagar el sobreprecio para obtener un cacao de calidad. Influye en rendimientos: La poda, la densidad de siembra, la fertilización natural de la hoja de cacao, la cascarilla, las compostas y las podas del aclareo se dejan en la parcela para la desintegración y aporte de microorganismos. La producción del cacao sería más caro si no se hicieran estos trabajos y aplicaran herbicida</p>
<b>BLUEBERRY</b>		
<p><b>Blueberry orgánico</b> Ubicados en Zacatlán, Puebla Mediana escala, 29 ha certificadas Hilario</p>	<p>Sin agroquímicos, únicamente los saberes ancestrales y adoptando las normas actuales para la producción ecológica.</p>	<p>Produciendo desde hace 15 años, sin el uso de ningún agroquímico.</p>
<b>CÍTRICOS</b>		
<p><b>Producción de cítricos</b> Gran escala, 70 ha Papantla, Veracruz. Renato, refiere a Sandra</p>	<p>Cultivos de naranjos con manejo de arvenses. Chapeando las hierbas a una altura de cinco a diez centímetros para reciclar nutrientes.</p>	

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>CÍTRICOS</b>		
<p><b>Naranjal orgánico-agroecológico</b> Papantla, Ver. 16 ha María Productora junto con su papá Sociedad Taracuan</p>	<p>Cosechan 37 t/ha, mientras los convencionales obtienen 14 t/ha. Se tiene el mismo costo por ha o todo el sistema orgánico empleado. Ya con el uso de prácticas orgánicas gastaban 20% menos que los convencionales; ahora para mantener la productividad e incrementarla gastan casi lo mismo, pero obtienen más ingresos al tener muy buenos precios por ser fruta certificada como orgánica.</p> <p>Prácticas: Desbrozadora. Coberteras de leguminosas (<i>Crotalaria, Mucuna, Canavalia, Glycine</i>, entre otras.) Tractor con segadora y chapeadora, motocultor y chaponeo alto. Además, aplican: Falsa siembra con riego, se deja crecer hierba y se corta. Utilización de técnicas tradicionales. Manejo agroecológico de arvenses. Implementos agrícolas: clima, arvenses, conocimiento de las plagas, etc. Se toma la decisión de lo que se debe de usar. Uso de desbrozadora manual, trabajador hace una ha en un día. Se utiliza tractor con chapeadora o una segadora, se decide a qué altura cortar el pasto. Se siembra leguminosa frijol común, ayocote para que cubra el terreno y cubra el pasto (lo mata). Nitrógeno disponible para el naranjo. Motocultor puede avanzar más de una ha al día. Chaponeo alto 120cm altura, Azadón (10 árboles por día) suelo aireado se disminuyó la caída de naranja madura 5% de caída de fruta. Más caro, pero se recupera. Con desbrozadora (\$7,000) se evita el uso de glifosato.</p>	<p>El naranjal tiene más de 60 años. Si se utilizó glifosato hace 12 años se decidió probar manejo ecológico en una hectárea. Cuando se dominó, se pasó a 16 ha. Requiere más mano de obra, manejo integral de arvenses. Se privilegia el nacimiento de pasto con el glifosato. <i>Mucuna</i> (25cm al día de crecimiento), soya forrajera. En un año hicieron la transición a través de control de hierbas.</p>

tabla continúa en siguiente página

**continúa Cuadro 4. Casos de estudio**

Agroecosistema	¿Cómo ocurrió la sustitución exitosa del glifosato (o la no dependencia de este)?	Qué condiciones hubieron En cuánto tiempo se logró
<b>CÍTRICOS</b>		
<p><b>Producción de naranja orgánica</b> Al menos 8 cooperativas de producción rural Zona norte de Veracruz Javier</p>	<p>Agricultores se dieron cuenta de que estaba decayendo la producción y los precios, por ello determinaron buscar organización para hacer frente a este tipo de problemas. El Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI) de Chapingo ha tenido mucha influencia en la zona para que los productores sean parte de la transición agroecológica.</p>	<p>Se ha alcanzado producciones de 30 a 40 toneladas por hectárea cuando la media nacional es de 15 toneladas,</p>
<b>HORTALIZAS</b>		
<p><b>Lechugas: Bola, orejona, italiana, sangría, mantequilla, escarola y lechugas gourmet, apio, brócoli, ajo, shallot, coliflor, espinaca, espárrago, col blanca y morada, radicchio, cilantro, betabel, elote dulce, chícharo chino, tomates: bola, cherry, grape y heirloom, zanahoria, calabaza, así como fresa, frambuesa y zarzamora.</b> Gran escala, 10 000 ha anuales de cultivo Guanajuato Raúl</p>	<p>A través de prácticas de rotación de cultivos, manejo mecánico de los campos han podido disminuir el uso considerablemente. No tendría ningún problema si lo prohibieran o quitaran, pero para la empresa el glifosato aún sigue siendo una herramienta útil únicamente en el 10% de sus terrenos. Menciona que su producción convencional es biorracional (por el uso de muchísimas herramientas de producción orgánica) utilizan de manera muy puntual e indispensable el glifosato, utilizado bajo un esquema muy racionalizado (muy puntualmente donde es necesario, a veces en orillas de campos o a veces en campos enteros pero cuando no está el cultivo presente y en temporada de lluvias), mismo que si podría eliminarse por completo si no hubiera otra opción. Dentro de las prácticas para la producción orgánica de esta empresa (8-10% del total de su producción) utilizan prácticas fisicoquímicas para control de malezas: deshierbe manual y mecánico.</p>	<p>Tiene terrenos de cultivo ya establecidos desde hace más de 50 años, no trabajan en áreas forestales. Comenzaron hace 6 años a buscar alternativas al glifosato. Actualmente han disminuido su uso en un 70 % respecto al uso que tenían anteriormente de este herbicida en la producción convencional, en su producción orgánica no lo utilizan.</p>



## **Organización social, mecanismos de participación y políticas públicas**

Para que la transición agroecológica sea una realidad se necesita multiplicar conocimiento, aplicar metodologías participativas e inclusivas donde se reconoce el conocimiento de las y los productores y se promueve el intercambio de experiencias y el diálogo de saberes, como la educación popular, encuentros de experiencias, encuentros de escuelas campesinas (E BF; E GA; E RJG; E RMM; E SS). El aprendizaje de campesino a campesino, en los campos de los agricultores, ha demostrado ser uno de los caminos más adecuados, donde se generan vínculos y relaciones y se aprende haciendo (C GIP; E EFG; E JMH; E PHO; E RJG; E RRL; E DLQ). Los productores son muy curiosos y preguntan, quienes reciben a los compañeros comparten los métodos que mejor les han funcionado, para que a todos les vaya bien. De estas experiencias los agricultores se sienten motivados a probar lo que a otros ya les está funcionando (E CGB; E MCL).

También cuando visitan parcelas demostrativas o se hacen valoraciones agrícolas participativas, los productores se acercan a ver lo que se hace, ven el resultado y se sienten dispuestos a replicar la metodología (E MMF), es por ello que en las parcelas demostrativas se necesitan muestras contundentes, visibles y tangibles de los resultados de las alternativas, que incluyan las prácticas más locales, desde el lenguaje propio (E RZ).

Los intercambios de experiencias entre campesinos también son importantes para encontrar soluciones diversas para cada región, en este sentido vale la pena también hacer alianzas con académicos y académicas, personas consumidoras, estudiantes y en ocasiones las autoridades, para que en equipo se pueda dar continuidad a las estrategias que se implementan (E PHO). Los promotores, profesionistas y técnicos, las comunidades científicas, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), todos juegan un papel importante en esta transición. Vale la pena resaltar que el decreto presidencial que marca la sustitución progresiva del glifosato y del maíz transgénico en el cultivo y el consumo, menciona a la industria y a los productores, pero no establece cómo es que la población y la sociedad civil organizada pueden participar (E FB). El trabajo conjunto entre la sociedad, las universidades, las instituciones públicas es muy importante (E CAB) y en particular la vinculación entre las diferentes instituciones gubernamentales (E JJJ). También juegan un papel importante en multiplicar este conocimiento, estas prácticas y la motivación para emprenderlas, las escuelas, iglesias, estructuras municipales y agrarias (E CGB; E EFG).

Hay formas de organización como redes de productores, cooperativas, sociedades de producción rural y empresas de economía social y solidaria que permiten el continuo intercambio de conocimientos y experiencias entre personas productoras y el acceso a asesoramiento técnico (E GV; E RM) buscado por ellos mismos, de modo que responda a las necesidades específicas y se nutra de la participación y de los saberes locales (E CLL). Para que la transición agroecológica pueda consolidarse, es importante que estas organizaciones no trabajen únicamente a nivel productivo sino que integren los componentes de soberanía alimentaria y salud comunitaria, así como el trabajo con jóvenes y el enfoque de igualdad de género (C GIP).

La unidad familiar tiene mucho peso en la organización, desde ahí surgen muchos proyectos exitosos (E HM; E JMT). También los programas de certificación orgánica, los programas productivos, las reuniones sobre inocuidad alimentaria y los programas de servicios ambientales para la conservación de la biodiversidad vinculan a productores y propician que ocurra el intercambio de experiencias, si bien en algunos casos, las reglas, desde el punto de vista agroecológico, no están muy claras (JJJ). Algunos ganaderos también han podido agruparse con motivo de los bonos de carbono y la ganadería regenerativa (E JFG; E LSB).

La política pública local tiene mucho que ver para que las personas se acerquen a las prácticas agroecológicas, muchos grupos de campesinos se reúnen, empiezan a colaborar y a preparar sus propios bioinsumos a partir de las capacitaciones del programa de Acompañamiento Agroecológico (E AMH; E DC). Las redes temáticas de CONACYT eran muy útiles porque tenían financiamientos para los encuentros, esa es una de las prácticas exitosas que motivó a los pequeños productores y ahora ellos aportan sus tiempos, esfuerzo y dinero para compartir experiencias (E GA).

Es importante que se apoye a las organizaciones existentes de campesinos, que las autoridades se vinculen con ellas para dar seguimiento a los esfuerzos (E BF; E PHO) y que no se otorguen apoyos individuales que promuevan la división entre quienes están ya organizados (E HM). Hay muchas organizaciones que estaban a contracorriente y que pueden ahora aprovechar los espacios que se están abriendo para demostrar que sí se puede proveer una oferta de alimentos sanos y suficientes, que además nos permita ir regenerando los suelos y las fuentes de agua con agricultura agroecológica (E YM).

La organización tradicional de las comunidades, los usos y costumbres, la ayuda mutua y el prestarse unos a otros la fuerza de mano de obra para salir adelante y limpiar las milpas de la comunidad entre todos es una práctica muy valiosa para posibilitar la transición agroecológica (E AR; E BGP). La transición funciona a partir de un trabajo colectivo, del tejido social que permita organizarse y compartir saberes sobre una problemática bien identificada y específica (E MMT). De forma individual no se tiene la fuerza pero agrupados sí se puede (E EAV).

En las comunidades campesinas e indígenas se encuentra el conocimiento local, el conocimiento tradicional y los saberes que han acompañado algunas prácticas milenarias (E TR; E RJG). Las organizaciones campesinas necesitan enriquecer su memoria y utilizarla a favor para fortalecer los procesos de identidad, cultura y en especial de resistencia, porque compiten contra el sistema agroindustrial (E MMT). Muchas comunidades se sienten satisfechas de su trabajo y mencionan que hacerlo con el cuidado de nuestra madre tierra les brinda una vida satisfactoria (C CEC).

La población en general puede participar a partir del acceso a la información, es importante que se difunda en medios de comunicación oficiales en radio y televisión y a través de redes sociales, información sistemática de los problemas que causa el glifosato (E FB; E SS), también vale la pena considerar que algunas personas podrían sentirse más motivadas a un cambio en la producción o en el consumo a partir de cuidar la diversidad de plantas comestibles y otros valores asociados a la producción agroecológica (E BGP).

Otra manera de organizarse, participar e incluso incentivar la transición agroecológica, es a través de la regulación, desde las reglas en los programas productivos y sociales como Sembrando Vida (E MCL) hasta la normatividad a una escala más amplia, con legislación a los niveles local y nacional (E PHO; E TRN). Asimismo en los procesos comunitarios de toma de decisiones, como los ordenamientos comunitarios, estatutos ejidales y planes de manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), en los sitios de reserva y sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad (E GLM) en los que se pueden incluir elementos de la transición agroecológica no únicamente como parte de los procesos productivos que se puedan llevar a cabo según sea el caso, sino como parte del logro de los propios objetivos de cada figura jurídica. Por otra parte, la sociedad también puede participar y así lo ha estado haciendo, a través de litigios en donde se

obtengan sentencias jurídicas favorables a la transición agroecológica, si no porque la favorecen, al menos porque protegen de algunas de las amenazas. Tal es el caso de la victoria legal obtenida por la Colectividad del Maíz, integrada por comunidades campesinas, científicas y de la sociedad civil, que ha conseguido mantener suspendidas las siembras de maíz genéticamente modificado en todo el país (E MLM).

Es importante también la participación a través de movilizaciones alimentarias y campesinas, redes nacionales e internacionales, como la Campaña Nacional Sin Maíz No Hay País, alianza por nuestra tortilla, alianza por la salud alimentaria, por otro tipo de agricultura y otro tipo de alimentación (E TRN; E MLM).

La organización y participación de los consumidores es vital, desde tomar conciencia y exigir otro tipo de agricultura, hasta pagar por una buena alimentación, generando vínculos entre el campo y la ciudad (E AMH; E TRN; E YM), buscando alternativas de consumo y promoviendo una alimentación que venga del campo, que valore los recursos disponibles, como los productos de temporada y las especies tradicionales (E GLM; E JC) y desde la cual se pueda apoyar a los productores, con precios justos (E MLM). Es importante abrir espacios de comercialización donde la compra-venta sea directa, segura y sin regateos (E GV), fortalecer los procesos de economías locales e intercambio, con precios locales y consumo justo (E RZ), evitando la comercialización a través de intermediarios o “coyotes” que suelen fijar los precios muy bajos hacia los campesinos y tener un margen de ganancia desproporcionado (E MMF). En la producción del café se reconoce que para que sea viable la producción se requiere la venta de café ya beneficiado, tostado, molido y empaquetado, directamente a los consumidores, no a intermediarios, y si es a través de agrupaciones de productores, mucho mejor (C NRP).

El problema con el mercado orgánico es que en algunos casos, por ser muy caro, se vuelve elitista, pero hay expendios, el mercado alternativo de Tlaxcala, el mercado alternativo del centro de Tlalpan en donde los productores comercializan directamente al consumidor, entonces no necesariamente es caro (E YM). También son importantes otros espacios de intercambio como las ferias del maíz y los foros donde la población y los investigadores platican con los productores (E PHO). Incluso cuando la venta no es directa y los consumidores no conocen a los productores, vale la pena apoyar la trazabilidad de los alimentos para saber a quién se está apoyando con cada compra (E AKV). Los consumidores y la ciudadanía tenemos que exigir que nos digan si los alimentos que consumimos llevan glifosato, de forma que no siga siendo una lucha minoritaria de los agricultores, producir alimentos de mayor calidad (E JMH). El etiquetado de los alimentos fue un gran logro y lo ideal sería que reflejara también los agroquímicos que contienen nuestros alimentos (C MP; E YM).

A continuación en el cuadro 5 se presentan las diferentes prácticas presentadas en el informe en función de su escala y el tipo de cultivo o agroecosistema.

<b>Cuadro 5. Prácticas que se pueden emprender para el manejo integrado de arvenses en función a la escala y el tipo de cultivo o agroecosistema.</b>		
<b>PRÁCTICA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>CULTIVO/AGROECOSISTEMA</b>
A.1.1 Semilla de calidad	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.1.2 Abonos orgánicos libres de arvenses	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.1.3 Semilleros o almácigos libres de arvenses	Cualquier escala	Hortalizas, viveros de frutales y cafetales
A.1.4 Cuarentena de ganado	Cualquier escala	Ganadería, sistemas agrosilvopastoriles
A.1.5 Lavado de equipo y maquinaria	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.1.6 Control en canales de riego	Cualquier escala	Agricultura con riego
A.1.7 Evitar labranza convencional y profunda	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.1.8 Evitar producción de semillas de arvenses	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.1.9 Depredación de semillas	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.1.10 Destrucción de semillas (equipo motorizado)	Gran escala	Monocultivos de cereales, leguminosas y cultivos industriales (cebada, avena, etc.), algodón
A.2.1 Solarización	Cualquier escala	Cultivos de riego e invernadero, cultivos hortícolas de ciclo corto
A.2.2 Falsa siembra	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.2.3 Vapor/ agua caliente	Mediana y gran escala.	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.2.4 Flameo	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.2.5 Electricidad	Gran escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.3.1 Residuos de cosecha o de poda y otras cubiertas orgánicas	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.3.2 Coberturas inorgánicas: plástico	Cualquier escala	Cultivos hortícolas de ciclo corto.
A.4.1 Deshierbe con herramientas manuales	Pequeña y mediana escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.4.2 Yunta o arado (tracción animal)	Pequeña y mediana escala	Cultivos anuales (cuidando la pendiente)
A.4.3 Desbrozadora o chapeadora	Pequeña y mediana escala	Cultivos perennes (frutales, café)
A.4.4 Motocultor, maquinaria ligera y equipos acoplados a tractores (rastras, surcadoras, chapoleadoras)	Mediana y gran escala	Cereales, cultivos hortícolas de ciclo corto, frutales.
A.5.1 Insectos	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.5.2 Patógenos	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.5.3 Animales	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.6.1 Plantas y sustancias alelopáticas, extractos naturales y aceites esenciales	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.6.2 Vinagre y ácido acético	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.6.3 Urea y orina	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema, excepto en parcelas orgánicas
A.6.4 Nitrato de amonio	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema

tabla continúa en siguiente página

**Cuadro 5. Prácticas que se pueden emprender para el manejo integrado de arvenses en función a la escala y el tipo de cultivo o agroecosistema.**

<b>PRÁCTICA</b>	<b>ESCALA</b>	<b>CULTIVO/AGROECOSISTEMA</b>
A.6.5 Herbicidas comerciales a base de extractos naturales	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
A.6.6 Herbicidas de síntesis química con baja toxicidad	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema, excepto en parcelas orgánicas
B.1 Cultivar variedades más competitivas	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
B.2 Uso de almácigos, en los casos que sea factible	Cualquier escala	Hortalizas, viveros de frutales y cafetales
B.3 Riego y abonado localizados	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
B.4 Aumento de la densidad de siembra	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
B.5 Cultivos mixtos o policultivo	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
B.6 Abonado presiembra o abonado de fondo	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
B.7 Modificación del tiempo de siembra	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
B.8 Uso de coberturas vivas o cultivos de cobertura	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
C.1 Entendimiento y buen manejo del suelo, visto como un ecosistema (rizosfera)	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
C.2 Aprovechamiento de arvenses en el agroecosistema	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema
C.3.1 Rotación de cultivos	Cualquier escala	Sólo en anuales o bianuales
C.3.2 Rotación de prácticas de manejo	Cualquier escala	Cualquier cultivo y agroecosistema

## Conclusiones generales

La declaración de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (AIIC), de la OMS sobre la carcinogenicidad de los insecticidas organofosforados diazinón y malatión; y del herbicida glifosato, considerándolos como “probablemente cancerígenos para los seres humanos” (Grupo 2A) es el punto de partida científico, entre otros estudios, para aplicar la normatividad en materia del medio ambiente.

Esa normatividad tiene que ver con normas de carácter convencional (tratados) y normas consuetudinarias (normas relativas a la costumbre o tradición de una comunidad) que pueden aplicarse a aquellos Estados que se rehúsan a obligarse por tratados internacionales que no sean de libre comercio.

Los principios de derecho del medio ambiente, en forma concreta el principio de precaución, tienen una vigencia y obligan a los Estados que los han reconocido a ser parte de tratados internacionales y en forma general a los demás Estados por la vía del derecho consuetudinario.

Es importante que en los tribunales se invoque el principio de precaución que es un principio no solo de naturaleza convencional, sino de derecho consuetudinario, plenamente obligatorio su respeto para los tribunales mexicanos.

Precisamente, los tratados sobre comercio internacional, y con ellos las normas consuetudinarias, han evolucionado favorablemente hacia la protección del medio ambiente y han reconocido la facultad soberana de dictar normas para protegerlo.

La normatividad de los tratados de comercio, y en forma concreta el T-MEC, ha reconocido también la facultad del Estado Mexicano para dictar normas en materia de medio ambiente, aunque es una excepción y por lo tanto su invocación es muy estricta. Esto, desde la perspectiva del derecho internacional del comercio internacional; pero si la aplicación de estas normas contradicen al marco de los derechos humanos, y del derecho internacional del medio ambiente, entonces prevalecen éstas.

Indudablemente, las normas del derecho ambiental son de derechos humanos, puesto que están íntimamente relacionadas con los derechos protegidos por el Pacto Internacional de Derechos Económicos y Sociales de 1966 ya que tutela derechos que tienen que ver con el medio ambiente como los derechos a la salud, la alimentación y el agua.

Desde el punto de vista teórico y práctico estos derechos tienen una jerarquía superior a la de las normas comerciales, pues forman parte del orden público internacional en donde se aplican principios concretos como el de pro homine (Caballero, 2014) y otros más.

Esto nos lleva a afirmar que las normas de medio ambiente y por supuesto el decreto está enmarcado en el derecho internacional que debe de ser aplicado según lo dispone la constitución en sus diferentes artículos que forman un bloque constitucional en materia de derechos humanos.

El decreto es totalmente constitucional y armónico con el derecho internacional tanto de los derechos humanos como de los contraídos por los tratados de libre comercio, como en los últimos años han adquirido una vocación en materia de conservación del medio ambiente.

Asimismo, se debe ver más allá de únicamente el hecho de sustituir el glifosato por algún otro insumo, pues no se trata de buscar sustitutos que mantengan la dependencia de las y los agricultores a agroquímicos. Más bien, se requiere de un cambio de raíz basado en procesos

agroecológicos y en conjunto con los saberes campesinos, que abordan los impactos del cambio climático que ya están experimentando los y las agricultoras y las personas de todo el mundo.

Es importante considerar que el glifosato es uno de los cientos de plaguicidas utilizados en México que continúan ocasionando daños al medio ambiente y a la salud de las personas, por lo que es fundamental que se transforme el sistema agroalimentario actual, desde la producción hasta el consumo, siempre con un enfoque de derechos humanos, a la alimentación, a un medio ambiente sano, a la salud, al territorio, entre otros.

Desde esta perspectiva, como señaló Brandon, experto en nutrición vegetal a base de microorganismos benéficos, se debe ver el problema más allá del glifosato. Se debe ampliar esta visión hacia la autonomía de producción de insumos, para que el suelo esté nutrido. Por lo cual y como nos indica Sofía, “no hay que hablar de “sustitución” de un herbicida, si se busca sustituir, en unos años habrá otra molécula muy parecida al glifosato que será el herbicida de moda, porque lo que en realidad se requiere es una transformación para evitar que las arvenses compitan de forma salvaje contra nuestros cultivos”.

“Hoy en día hay conocimientos y tecnología para poder recuperar el suelo más rápido con las 3M (microorganismos, materia orgánica, minerales)” indicó Ezequiel, se requieren especies autóctonas ya sean criollas o aclimatadas pero de alto rendimiento, esto lo hemos hecho posible a través de un proceso de selección varietal, extrayendo material genético de las huertas.

Visto de esta forma, es importante impulsar procesos de transición agroecológica que sustituyan el uso de productos de síntesis química, no solo el glifosato, sino de todos aquellos que son empleados en la producción de alimentos de manera integral, en donde se perciba que no hay una sola solución, sino múltiples procesos que en conjunto no solo disminuyen las poblaciones de arvenses no deseadas, sino que enriquecen la dinámica biológica del sistema y con ello mantienen la fertilidad del suelo, la diversidad biológica, los ciclos y flujos de energía en el agroecosistema.

Por último, como se pudo observar a lo largo del informe se abordan diversas prácticas sobre el manejo integrado de arvenses, que permiten disminuir la abundancia, evitar el crecimiento de hierbas; favorecer que los cultivos tengan mayores posibilidades de acceder a los recursos que las arvenses e incidir en la composición de las comunidades de arvenses (inversión de flora). La gran mayoría se pueden ejecutar en cualquier tipo de cultivo o agroecosistema y a cualquier escala, sin embargo, hay algunas excepciones que serán más efectivas para ciertos tipo de escala, específicamente diferenciando entre producción a gran escala y pequeña y mediana escala. No obstante, no hay que perder de vista que la manera más efectiva de realizar un adecuado manejo de arvenses es la combinación de diferentes prácticas, adecuadas al agroecosistema y la localidad.

## **Acciones para fortalecer el decreto presidencial que prohíbe el maíz transgénico y el glifosato para avanzar en la transición agroecológica.**

El Gobierno Federal puede/debe:

- Invocar la facultad del Estado Mexicano para dictar normas en materia de medio ambiente reconocidos en el T-MEC.
- Invocar el principio de precaución en la defensa del decreto que es un principio no solo de naturaleza convencional, sino de derecho consuetudinario, plenamente obligatorio su respeto para los tribunales mexicanos.
- Difundir en medios de comunicación oficiales, en radio, televisión y a través de redes sociales, información sistemática de los problemas que causa el glifosato y otros plaguicidas altamente peligrosos a la salud y al medio ambiente.
- Multiplicar conocimiento, aplicar metodologías participativas e inclusivas donde se reconozca el conocimiento de las y los productores, se promueva el intercambio de experiencias y el diálogo de saberes.
- Promover el aprendizaje de campesina(o) a campesina(o).
- No trabajar la transición agroecológica únicamente a nivel productivo, sino que se integren los diferentes componentes de la cadena agroalimentaria que también incluyen la comercialización, la distribución y el consumo.
- Integrar los componentes de soberanía alimentaria, salud comunitaria, así como el trabajo con jóvenes y el enfoque de igualdad de género en la transición agroecológica.
- Realizar trabajo interinstitucional para multiplicar el conocimiento agroecológico, las técnicas agroecológicas y la motivación para emprenderlas.
- Vincular a las autoridades, principalmente Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) con organizaciones existentes de campesinas y campesinos para dar seguimiento a los esfuerzos que ya se realizan y no otorgar apoyos individuales que promuevan la división entre quienes están ya organizados.
- Para reducir el riesgo a las personas consumidoras de la presencia de residuos de glifosato en alimentos se debe considerar la prohibición a corto plazo del uso de glifosato como desecante o madurante previo a la cosecha.
- Respetar la organización tradicional de las comunidades, los usos y costumbres y la ayuda mutua.
- Promover el cuidado de la diversidad de plantas comestibles y otros valores asociados a la producción agroecológica.
- Regular, modificar y adaptar las reglas en los programas productivos y sociales para alinearlas a la transición agroecológica.

- Promover la participación de las y los consumidores para generar vínculos entre el campo y la ciudad , buscando alternativas de consumo y promoviendo una alimentación nutritiva, que valore los recursos disponibles, como los productos de temporada y las especies nativas y desde la cual se pueda apoyar a las y los productores, con precios justos .
- Abrir espacios de comercialización justa y sostenible como las cadenas cortas agroalimentarias.
- Requerir una etiqueta para los productos transgénicos destinados a consumo humano que refleje también los agroquímicos que contienen los alimentos.
- Destinar recursos económicos a la transición agroecológica y brindar apoyo técnico para dicho fin.
- Articular los apoyos financieros que se brinden con las otras organizaciones que dan créditos agrícolas, por ejemplo, Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).
- Evitar que la transición agroecológica descansa solo en la iniciativa individual de los agricultores y más bien que sea acompañada de una política de asistencia técnica, de créditos diferenciales.
- Involucrar a la ciudadanía, a las organizaciones campesinas y de la sociedad civil en la toma de decisiones y seguimiento de planes y proyectos para conseguir la transición agroecológica y los objetivos previstos en el decreto.

# Anexo 1

## Listado de tratados internacionales y otros instrumentos convencionales que toman en cuenta el principio de precaución.

Junto con el carácter consuetudinario del principio de precaución también es posible identificar una serie de tratados internacionales que lo contienen, como:

- Protocolo sobre las Sustancias que Reducen la Capa de Ozono (1987)
- Segunda Declaración del Mar del Norte llamando a reducir la contaminación (1987)
- Reporte del Consejo de Gobierno del UNEP, UN (1989) recomendando a los Gobiernos la adopción del Principio de Precaución para prevenir y eliminar la contaminación marina.
- Convenio de Basilea (1989) sobre el Control del Movimiento y Disposición de Residuos Peligrosos, art. 6.4
- Código de Prácticas para el Movimiento Internacional de Residuos Radioactivos (1990), principios 3 y 5.
- Convención de Barnako (1991) de aplicación de los anteriores en África, artículos 2.2, 4.3, 4.4 y 6.4.
- Conferencia del Consejo Nórdico sobre la contaminación marina (1990).
- Tercera Conferencia Internacional del Mar del Norte llamando a reducir la contaminación (1990).
- Declaración de Bergen sobre el Desarrollo Sustentable en la Comunidad Económica Europea (1990).
- Segunda Conferencia Climática Mundial (1990).
- Recomendación del Consejo de la OECD sobre la Prevención y el Control de la Contaminación (1991).
- Declaración de Río sobre Desarrollo y Medio Ambiente (1992), principio 15
- Tratado de Maastricht de la Unión Europea (1994), art. 130R.
- Convenio 155 de la OIT (1981)

### *Convenciones internacionales de alcance universal y el principio de precaución*

En forma especial, por su carácter vinculante y porque además constituyen la expresión de una opinio juris (uno de los elementos del derecho consuetudinario), es posible encontrar en diferentes tratados internacionales la expresión del principio de precaución, de manera no uniforme, pero útil para la conformación teórica de dicho principio. A continuación, hacemos una revisión de los instrumentos convencionales que tienen en sus contenidos el principio de precaución, para ello nos basamos en la investigación de la profesora Zlata Drnas de Clément (Zlata, 2008). **La Convención sobre Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres** (1979), en los párrafos primero y segundo de su Preámbulo, reconoce y toma conciencia, respectivamente, que:

*“(...) la fauna salvaje en sus innumerables formas es un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, que debe ser conservada para el bien de la humanidad”;*

*“(...) que cada generación humana posee los recursos de la tierra para las futuras generaciones y tiene la obligación de asegurar que este legado sea conservado y que cuando se utilice sea usado de forma prudente”.*

Si bien no se hace una expresión clara del principio, si se refiere a su esencia: los recursos naturales son irremplazables y hay una obligación de conservarlos y utilizarlos de forma prudente.

**La Convención de Montego Bay, sobre Derecho del Mar, de 1982** contiene varias disposiciones que se refieren también a la necesidad de conservar y no someter a la explotación excesiva a los recursos marítimos, en sus artículos 61, 64, 66, 67, 117 y otros más.

**El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985)**, en los párrafos primero y quinto de su Preámbulo, expresa respectivamente:

*“Conscientes del impacto potencialmente nocivo de la modificación de la capa de ozono sobre la salud humana y el medio ambiente”.*

*“Teniendo presente también las medidas de precaución que ya se han adoptado en los ámbitos nacional e internacional, para la protección de la capa de ozono (...)”.*

*Como se puede constatar, aquí ya se menciona expresamente el concepto de “precaución”, que, se reconoce, tiene raigambre en el ámbito nacional al igual que en el internacional.*

**El Protocolo de Montreal Relativo a Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (1987)**, en los párrafos segundo, tercero y cuarto de su Preámbulo, expresa respectivamente:

*“Conscientes de que, en virtud del Convenio, tienen la obligación de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos que se derivan o pueden derivarse de actividades humanas que modifican o pueden modificar la capa de ozono”.*

*“Reconociendo la posibilidad de que la emisión de ciertas sustancias, que se producen en todo el mundo, puede agotar considerablemente la capa de ozono y modificarla de alguna manera, con posibles efectos nocivos en la salud y el medio ambiente”.*

*“Conscientes de los posibles efectos climáticos de las emisiones de estas sustancias”.*

*La frase: “la obligación de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente...” implican una obligación de precaución, aunque textualmente no se exprese.*

**El Convenio sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (1989)**, en los párrafos primero y decimocuarto de su Preámbulo, señala que los Estados adoptan el tratado “Conscientes de que los desechos peligrosos y otros desechos y sus movimientos transfronterizos pueden causar daños a la salud humana o al medio ambiente”;

*“Teniendo presente el espíritu, los principios, los objetivos y las funciones de la Carta Mundial de la Naturaleza aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su trigésimo séptimo período de sesiones (1982) como norma ética con respecto a la protección del medio humano y a la conservación de los recursos naturales”.*

También aquí se expresa una idea de precaución ante algo que puede causar daño al medio ambiente.

**Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992)**, en el párrafo quinto de su Preámbulo y en los Arts. 2 y 3.3, establece respectivamente:

*“Tomando nota de que hay muchos elementos de incertidumbre en las predicciones del cambio climático (...)”.*

*“El objetivo último de la presente Convención y de todo instrumento jurídico conexo que adopte la Conferencia de las partes, es lograr de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Convención, la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera en un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse (...) para permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”.*

3. Las **Partes deberían tomar medidas de precaución** para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, no debería usarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, tomando en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático, deberían ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible (...)”

Aquí ya se expresa en forma clara el principio de precaución.

## Anexo 2

### El caso del Atún-Delfín

En el famoso caso del Atún-Delfín, en donde México fue parte en un litigio antes de que la Organización Mundial del Comercio (OMC) empezara a funcionar, en el seno del GATT, a pesar de que no se adoptó un fallo, el Grupo especial que conoció de la controversia decidió que Estados Unidos—que había instrumentado un embargo a la importación de atún mexicano—no tenía razón pues “se evidenció que los países no tienen carta abierta para imponer sus consideraciones ambientales respecto a la conservación del delfín, ni tampoco se pueden escudar en su legislación nacional para mantener medidas proteccionistas. El Grupo Especial por lo tanto confirmó que Estados Unidos estaba violando el artículo XI párrafo 1, relativo a las restricciones cuantitativas y que su conducta no estaba para nada por los párrafos b ó g del artículo XX del GATT” (Buenrostro, 2013),

En otras palabras, desde la perspectiva de la OMC, en el caso del Atún, Estados Unidos esgrimía razones de carácter medioambientalistas, para la protección del atún-delfín, cuando en realidad no lo eran. Por lo que vemos, la OMC en sus decisiones en materia de medio ambiente, en principio, reconoce la procedencia de la argumentación a favor del medio ambiente que está contenida en el artículo XX de la GATT; después, trata de hacer un equilibrio en su aplicación, pues hay casos en que se pudiera alegar medidas del medio ambiente, cuando son meras medidas proteccionistas del comercio, como se decidió en caso del Atún-Delfín, promovido por México.

Sin embargo, nuestra perspectiva es que, en el marco del derecho internacional contemporáneo, el libre comercio, el medio ambiente tienen un lugar específico, en donde “el libre comercio no goza de prioridad absoluta ni siquiera en un proceso que resultase articulado en torno de él, pues no constituye el comercio un fin en sí mismo sino tan solo uno de los instrumentos del bienestar humano” (Monsanto, 2009). En este sentido, se plantea la existencia de un orden público internacional en donde hay una jerarquía de ciertas normas

## Anexo 3

### Los casos sobre comercio de neumáticos en el Mercosur.

La judicialización del comercio internacional con el medio ambiente ya también ha llegado a los países del Mercosur y ha dado resultados interesantes que son motivo de tomarse en cuenta.

La historia del Caso de Brasil sobre los neumáticos empieza en el año de 1991 (Morosini), cuando el Ministerio de Economía, Finanzas y Planeamiento de Brasil adoptó un reglamento, mediante el cual se prohibía la importación de neumáticos usados por Brasil. A este acto de gobierno le siguió otro, en el año de 2000, cuando el ministerio de Desarrollo, Industria y Comercio Internacional promulgó un nuevo reglamento que también prohibía la importación de neumáticos fabricados a partir de neumáticos usados.

Por su parte, Uruguay, que tiene un fuerte comercio de llantas con Brasil, demandó ante los órganos de solución de controversias del Mercosur por considerar que tal Reglamento del año 2000 violaba sus derechos de comercio por afectar sus intereses comerciales. Finalmente, el Tribunal del Mercosur decidió que la prohibición del año 2000 sobre neumáticos importados no es compatible con la legislación del Mercosur y ordenó a Brasil adaptar su legislación a estas resoluciones legales.

En respuesta a la decisión del Tribunal arbitral, Brasil reaccionó de la siguiente manera:

- promulgó un nuevo reglamento eliminando la prohibición de neumáticos importados de otros países del Mercosur;
- emitió un decreto presidencial eximiendo a los neumáticos importados de otros países del Mercosur de las penalidades establecidas por las leyes anteriores;
- sin embargo, el nuevo reglamento establecía expresamente que las importaciones de neumáticos de países no pertenecientes al Mercosur continuarían prohibidas.

Lo interesante del asunto, es cómo mutó la controversia de ser meramente comercial a otra de medio ambiente; pues, aunque ninguno de los argumentos invocados por Brasil ante el Tribunal del Mercosur se refería a preocupaciones con el medio ambiente, luego que este tribunal arbitral emitió su decisión, los medios de comunicación brasileños hablaron del impacto al medio ambiente que trae la comercialización de las llantas usadas.

Así, abonado el ambiente, otro hito importante se dio en julio de 2003, cuando el Fiscal de Brasil, ante una solicitud que cuestionaba el decreto presidencial que eximía a los neumáticos importados de otros países del Mercosur de las penalidades establecidas por la legislación anterior, aumentó los argumentos ambientales de Brasil que no había esgrimido ante el Tribunal del Mercosur.

En efecto, el Fiscal argumentó que la prohibición brasileña de neumáticos usados se justificaba por varias razones:

- Por los efectos adversos que el comercio de neumáticos causa al medio ambiente en sí y a la salud pública en Brasil,
- Porque el comercio de neumáticos violaba el artículo 225 de la Constitución brasileña, que establece que “todos tienen el derecho a un medio ambiente ecológicamente equilibrado, y que el deber de preservarlo y defenderlo para las generaciones actuales y futuras proviene de la colectividad y de la administración pública.
- “Para asegurar este derecho, la administración pública deberá controlar la producción, la comercialización, y el empleo de técnicas, métodos y sustancias que imponen riesgos a la vida, a la calidad de vida y al medio ambiente”.

Para fundamentar este argumento, el Fiscal citó el principio precautorio “que permite la adopción de medidas para proteger el medio ambiente, a pesar de que los riesgos aún no hayan sido comprobados científicamente”, y el artículo 50 del tratado de Montevideo que permite expresamente la adopción de medidas que buscan proteger el medio ambiente.

El asunto de las llantas en Sudamérica no quedó aquí, pues en agosto del año 2002 Argentina promulgó una ley prohibiendo la importación de neumáticos, lo que provocó que, en el 2005, Uruguay demandara a Argentina ante el Mercosur y se dictaron dos sentencias, una de primera instancia y otra en revisión (Monsanto, 2009).

Los argumentos de Uruguay fueron los siguientes:

- la prohibición argentina violaba la decisión 22/00 del CMC que exige que los Estados miembros no adopten ninguna medida restrictiva de cualquier naturaleza, y el principio de derecho internacional de estoppel;
- la prohibición argentina a la importación de neumáticos era incompatible con la decisión 57 /00 del CMC, los Estados miembros deben eliminar restricciones no arancelarias.
- La medida era inconsistente con los principios generales derecho internacional de pacta sunt servanda y buena fe.

Por su parte, Argentina, argumentó que la prohibición a la importación de neumáticos se justificaba por la excepción establecida en el artículo 50 del tratado de Montevideo. El cual debería de interpretarse, de acuerdo con Argentina, de la siguiente manera:

- de manera coherente con los principios generales del derecho internacional, incluso el principio precautorio<sup>16</sup> y,
- el artículo 50 de debe interpretarse para ser aplicado a medidas destinadas a proteger contra riesgos científicamente indeterminados y
- debe ser interpretado muy ampliamente, con base en la referencia a “la preservación del medio ambiente” presente en el preámbulo del tratado de Asunción, y en las provisiones del acuerdo ambiental del Mercosur que reconocen la necesidad de los Estados miembros de cooperar para la protección del medio ambiente y para la utilización sostenible de los recursos naturales, con objeto de alcanzar una mejor calidad de vida y un desarrollo social y económico sostenible.

---

<sup>16</sup> El principio de precaución, por su parte, establece que donde existan amenazas de daño grave o irreversible, la ausencia de absoluta seguridad científica no puede usarse como motivo para posponer medidas costo efectivas para evitar la degradación del medio ambiente.

En su decisión el Tribunal arbitral ad hoc llegó a conclusiones interesantes; por principio de cuentas reconoció que se encontraba ante una disputa que confrontaba dos principios estructurales del Mercosur: libre comercio y preservación del medio ambiente.

Después, decidió a favor de la aplicación del principio precautorio y prevención a la disputa, y reconoció la falta de evidencia científica acerca de los daños que los neumáticos usados causan a la salud y al medio ambiente.

Para el Tribunal, punto clave para su decisión fue el artículo 50 que junto con los principios de precaución y prevención debe de ser interpretado para aplicarse a medidas “destinadas” a proteger contra riesgos al medio ambiente y a la salud que aún no se hayan establecido de manera conclusiva.

Esta decisión “verde”, por así decirlo de alguna manera, fue impugnada por Uruguay ante el Tribunal Permanente de Revisión del Mercosur, que era un nuevo tribunal en aquel momento.

La nueva decisión dictada por el Tribunal de Revisión, al contrario de su predecesor, se inclinó totalmente a favor del libre comercio. Substancialmente, el Tribunal de Revisión concluyó que la prohibición de Argentina violaba el derecho del Mercosur y además no consideraba que la disputa debería ser interpretada como confrontando dos principios igualmente fundacionales: el libre comercio y la protección ambiental.

Para el Tribunal de Revisión, en el Mercosur existe un solo principio fundacional que es el de libre comercio y pueden existir excepciones como el de la protección del medio ambiente, pero, como excepción debe ser sometido a prueba rigurosa.

Para el Tribunal de Revisión, la prohibición de Argentina violaba el libre comercio pues tenía por objeto proteger la industria argentina y no el medio ambiente; en consecuencia, no se justificaba la aplicación del artículo 50 del Tribunal de Revisión. También hay que mencionar que el Tribunal de Revisión no consideró que en el caso hubiera un daño grave e irreversible presupuestos para la aplicación del principio de precaución.

En suma, de los dos casos sobre neumáticos en el marco del Mercosur podemos concluir que, si bien las decisiones fueron totalmente diferentes, es cierto que la problemática medioambientalista versus comercio llegó para posicionarse como un elemento importante en la aplicación de los tratados de comercio internacional.

Ahora bien, el libre comercio tiene excepciones en el medio ambiente, y en el caso concreto en el artículo 50 del tratado de Montevideo, el cual, a su vez, está ligado con el principio de precaución. Recordemos, que la decisión del Tribunal de Revisión no negó la existencia de este principio, sino que no se habían probado sus elementos (daño grave e irreversible).

Hay una tendencia, tanto en la práctica internacional como en la doctrina, que podemos advertir en las decisiones jurisprudenciales, en el seno de la Organización Mundial del Comercio y de Mercosur, a insertar la normatividad en materia del medio ambiente en la mecánica de los derechos económicos internacionales lo cual es erróneo pues como lo señala el profesor Rafael Pérez Miranda:

*“La tendencia a la fragmentación del derecho internacional, atribuido al proceso de globalización y a la dinámica científico tecnológica, genera un número múltiple de enfoques en el análisis normativo de centros de interés; esa fragmentación muchas veces arbitrarias no responden necesariamente a necesidades metodológicas de la investigación jurídica ni de la técnica legislativa, sino a intereses económicos transnacionales. La fragmentación no presenta, por otra parte, un cuerpo jurídico que permita coordinar los puntos de vista diversos mediante una estructura jurídica jerarquizada; por el contrario, la fragmentación deriva en diversidad de sistemas de solución de controversias y diversidad de principios aplicables. Por ejemplo, los conflictos internacionales relacionados con la bioseguridad de los organismos vivos modificados regulados sustancialmente por normas ambientales internacionales derivan en conflictos de comercio internacional; estos se solucionan en tribunales arbitrales regidos por órganos de solución de controversias mercantiles: con árbitros vinculados más al derecho económico internacional que al derecho internacional ambiental” (Pérez, 2021).*

Esta “trampa” metodológica, se puede evitar si tomamos en cuenta la existencia del orden público internacional.

# Listado de personas entrevistadas y personas que respondieron cuestionario

Debido al intenso acoso, hostigamiento a activistas ambientales, los nombres utilizados en los testimonios en este cuadro son ficticios, los verdaderos se reservan por cuestiones de seguridad.

<b>Cuadro 6. Lista de personas entrevistadas (E)</b>		
E ACG	Luis	Productor de limón en Michoacán.
E ADC	Gabriel	Productor ganadero en Veracruz.
E AMH	Omar	Experto en nutrición vegetal a base de microorganismos benéficos. Socio de una empresa dedicada a innovar, elaborar y comercializar insumos agroecológicos para la nutrición de diversos cultivos. Acompaña a técnicos y agricultores en la producción agroecológica.
E AR	Isabel	Participa en el programa de acompañamiento técnico Producción para el bienestar de la SADER.
E AKV	Araceli	Miembro de Semillas de Vida A.C.
E AL	Humberto	Productor de ganadería en Veracruz.
E BR	Antonio	Productor agroecológico en Querétaro.
E BGP	Martha	Tesista de Doctorado en Ecología y Desarrollo Sustentable en Ecosur, Chiapas.
E BF	Tomás	Investigador en Ecosur en el grupo de trabajo de Masificación de la Agroecología en Chiapas.
E CAB	Ángel	Investigador y académico en el Centro Estudios Interdisciplinarios en Agrobiodiversidad de la Universidad Veracruzana.
E CGL	Fernando	Colaborador de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
E CGE	Diego	Investigador en Laboratorio de Agroecología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.
E CRB	Rosa	Profesora de la Universidad Autónoma de Querétaro.
ECLL	Maribel	Investigadora y académica de Recursos genéticos y productividad en el área de materiales vegetales, CIBIOGEM.
E DAM	Ramón	Productor ganadero en Tabasco.
E DLQ	Adrian	Productor orgánico en Veracruz. Inspector en una agencia certificadora en cultivos de cafecultura, hortalizas, cítricos.
E DC	Dulce	Técnico de acompañamiento agroecológico a productores de caña en Tabasco.
E EFG	Gonzalo	Investigador en la FAO. Brinda acompañamiento técnico y coordina programas.
E EJ	Jorge	Productor de maíz nativo en Oaxaca.
E EMP	Raúl	Grupo U- Mr. Lucky en Guanajuato.
E EAV	René	Asesor rural para campesinos. Presidente de la Organización Ñuu Ndito (Tierra viva) en Oaxaca.
E FGM	Alejandro	Productor de Café en Veracruz y Nogales en La Sierra de Guanajuato.
E FPR	Francisco	Productor de ganadería en Veracruz.
E FB	Omar	Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México. Red de acción nacional de eliminación de contaminantes, en América Latina.
E GV	Rosa	SENDAS A.C. en Veracruz.
E GLM	Rogelio	Proyecto de Agrobiodiversidad Mexicana de CONABIO en Oaxaca.
E GA	Martha	Proyecto LAM (Lorenzo Ángeles Mendoza). Productora de agaves nativos de Oaxaca.

tabla continúa en siguiente página

### continúa Cuadro 6. Lista de personas entrevistadas (E)

HR	Arturo	Organización Ecosta Yutu Cuii A.C.
E HM	Sofía	Investigadora en el Grupo de Agroecología de Ecosur en Chiapas.
E IT	Axel	Productor ganadero en Veracruz. Asesor y capacitador de Sistemas de Producción Agroecológica.
E JFG	Juan	Productor ganadero en Puebla.
E JMH	Rodrigo	Profesor e investigador del Centro de Formación en Agroecología y Sustentabilidad. Profesor del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, en Jalisco. Colabora en la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología. Productor agroecológico, Red de Alternativas Sustentables Agropecuarias. Asesor de diversas organizaciones campesinas e indígenas.
E JS	César	Productor ganadero en Veracruz.
E JC	Joaquín	Asesor en agricultura regenerativa. Especialista en huertos urbanos. Productor agroecológico en Querétaro.
E JHH	Luis	Productor ganadero en Veracruz. Unión Ganadera del Norte de Veracruz.
E JBG	Bernardo	Consultoría Empresarial en Agronegocios SA de CV.
E JSM	Ramón	Productor de ganadería en Chiapas. Investigador de la Universidad Autónoma de Chiapas (UACH).
E JMT	Néstor	Académico de la Universidad Autónoma Chapingo.
E JJJ	Ana	Asesora técnica de productores de sistemas agroforestales de cacao y milpa, en el sureste de México.
E JVM	Mario	Productor agroecológico de diversos cultivos en Tlaxcala.
E JAJ	Damián	Productor ganadero en Veracruz.
E JSE	Ángel	Profesor investigador Colegio de Postgraduados
E LGT	Itzel	Productora de cítricos orgánicos en Veracruz.
E LSJ	Mónica	Mujer Tierra, donde brinda asesoramiento en Sistema Milpa, Café, Hortalizas. Acompañamiento de procesos con campesinos en Oaxaca.
E LC	Selene	Trabajadora de CONABIO en el área de Redes Alimentarias alternativas.
E LC	Ruben	Productor ganadero de "La Luna" en Veracruz.
E LSB	Mateo	Productor ganadero en Veracruz.
E MGC	Rodolfo	Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral. Profesor e investigador de la Universidad Autónoma de Chapingo desde 2008.
E CGB	Alejandra	Productora ganadera en Veracruz. Docente en Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 17.
E MMF	Laura	Investigadora independiente. Fundadora del Laboratorio Reprodutor de Organismos Benéficos NAFEX.
E MVG	Nancy	Profesora investigadora de La Universidad Autónoma de Chapingo
E MGJ	Rocío	Productora ganadera en Veracruz.
E MCL	Patricia	Ex Técnica del Programa de Pequeñas Donaciones México (PPD) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en Yucatán. Técnica en el programa gubernamental "Sembrando Vida", en Campeche y Yucatán.
E MMT	Ricardo	Investigador de Ecosur en el área Masificación de la Agroecología en Chiapas.
E MLM	Guadalupe	Vía Orgánica en México.
E PHO	Pedro	Programa de Agricultura sostenible e intercambio de experiencias de campesino a campesino, del Proyecto de Desarrollo Rural Integral Vicente Guerrero A.C.

tabla continúa en siguiente página

### continúa Cuadro 6. Lista de personas entrevistadas (E)

E RM	Roberto	Productor de Maíz en Edo. México. Fundación Tortilla.
E RJG	Javier	Profesor e investigador de la Fac. de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Coordinador del programa educativo Ing. Agroecólogo de la misma universidad. Certificación Participativa.
E RMM	Martín	Funcionario público en la SEMARNAT. Sociedad Mexicana de Agroecología. Investigador de Ecosur en Chiapas.
E RDD	Paola	Empresa Mooj Kaaky impulsando alimentación tradicional Mixe desde el sistema Milpa
E RZ	Rebeca	Organización INANA A.C.
E RR	Sebastián	Las Cañadas, Centro de Agroecología y Permacultura de Veracruz.
E RRL	María	Movimiento Agroecológico Latinoamericano en México. Profesora. 40 años y fundadora de la Licenciatura de Agroecología en la Universidad Autónoma Chapingo.
E SH	Jacobo	Productor ganadero en Veracruz.
E SAZ	Eloy	Productor de cultivos.
E SS	Miguel	Pertenece a la Sociedad Científica Latinoamericana en Agroecología. Pertenece a la Sociedad Argentina de Agroecología. Profesor titular de Agroecología en la carrera de Ing. Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
E SJM	Patricio	Productor de ganadería orgánica en Veracruz. Asesor del sistema Pastoreo Racional Voisin (PRV).
E SAS	Tomás	Productor de maíz en Tlaxcala.
E TR	Simón	Miembro de Certimex Certificadora Mexicana de Productos y Procesos Ecológicos.
E TRN	Rodrigo	Investigador independiente
E VR	Gabriela	Tianguis Chapingo
E YM	Carla	Profesora e investigadora del Posgrado en Desarrollo Rural en Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.

Debido al intenso acoso, hostigamiento a activistas ambientales, los nombres utilizados en los testimonios en este cuadro son ficticios, los verdaderos se reservan por cuestiones de seguridad.

**Negritas: Citados en el texto**

<b>Cuadro 7. Lista de personas que respondieron el Cuestionario (C)</b>					
C AL	Pedro	C <b>GIP</b>	Gerardina	C M	Mary
C AN	Carlos	C HRC	Arturo	C <b>MNV</b>	Christian
C AGS	Luisa	C I	Itzel	C MEL	Claudio
C AG	Gonzalo	C TDV	Pamela	C MKB	Domingo
C ACA	Camilo	C JSP	Brian	C MS	Ernesto
C BRS	Misael	C <b>JSM</b>	Ramón	C MSR	Verónica
C CP	Cruz	C JC	Abel	C <b>NRP</b>	Israel
C CRR	David	C JPC	Aarón	C OPM	Fermín
C CEC	Horacio	C JCH	Adam	C PTG	Gregorio
C CMG	Andrés	C JMA	Alexis	C <b>PVR</b>	Gustavo
C DA	Rigoberto	C JPP	Alfonso	C PVC	Heriberto
C DIO	Manuel	C <b>KB</b>	Renata	C <b>PB</b>	Hilario
C EM	Federico	C LGT	Sandra	C RFC	Iván
C EM	Elsy	C LS	Cinthya	C RC	Jaime
C EPF	Felipe	C LBI	Ángel	C RRR	Jairo
C ENP	Nancy	C LL	Rosario	C R	Ricardo
C EHH	Sabina	C LCF	Baltazar	C RHT	Kevin
C EAV	René	C MGC	Rodolfo	C RM	Leandro
C FCA	Edgar	C MP	Baltazar	C RJH	Carmela
C FH	Julián	C MRG	Leticia	C TEF	Norma
C FRG	Fabián	C MDC	Benjamín	C VGM	Octavio
C FCS	Boris	C MGP	Susana	C VAG	Valentín
C <b>GMM</b>	Araceli	C ZOV	Marcela		
C GAP	Braulio	C M	Martha		

# Metodología

En el presente trabajo se recopiló información de diversas fuentes bibliográficas, videos de simposios virtuales, conocimientos de personas que trabajan con el tema y experiencias de productores con casos reales de sustitución del glifosato en México. Posteriormente, la información compilada fue sistematizada y procesada. Para lograr todo lo anterior se realizaron las siguientes actividades:

## Revisión Bibliográfica:

Se realizó una búsqueda de información en diversos sitios web de revistas científicas nacionales e internacionales, dependencias gubernamentales, periódicos de circulación nacional e internacional, y fundaciones, organizaciones y/o asociaciones no gubernamentales de la sociedad civil. La información relevante se capturó en una base de datos y en fichas estructuradas. Cabe mencionar que la base de datos se mantuvo en constante actualización durante todo el proceso.

## Entrevistas:

Se elaboró una base de datos con los contactos de personas que trabajan con el tema, y productores agrícolas y ganaderos a escala chica, mediana y grande del país. La base de datos se mantuvo en constante actualización durante todo el proceso.

Se elaboró un guión de entrevista (Cuadro 7) y se contactó a todas las personas para agendar las reuniones virtuales, éstas se llevaron a cabo a través de videollamadas o llamadas telefónicas, dependiendo de cada caso y acceso a internet y tuvieron una duración promedio de 40 min. Las respuestas relevantes de cada entrevista fueron capturadas y sistematizadas en fichas estructuradas con los siguientes rubros: Datos personales, Referencias Bibliográficas, Usos del glifosato en México, Casos reales de sustitución exitosa del glifosato en México, y Perspectiva de los retos que existen en la eliminación progresiva del glifosato.

<b>Cuadro 7. Guías de Entrevista a personas con experiencia en el tema</b>	
<b>PREGUNTAS</b>	<b>RESPUESTAS</b>
	En azul están sugerencias para seguir preguntando. Al momento de rellenar las respuestas del(a) entrevistado(a), se podría ya borrar lo que está en azul si no es pertinente.
<b>I. Sobre sus datos personales y experiencia</b>	
Confirмо, su nombre es:	(Checar base de datos para completar)
El Dr. Escalona me comentó que usted ha trabajado y/o tiene experiencia en...	(Checar en base de datos para corroborar) Escribir lo que la persona agrega o corrige
¿Usted trabaja directa o indirectamente involucrado(a) en agro producción?	Según la respuesta, volver a preguntar. ¿En qué escala(s)? ¿En qué cultivo ó agroecosistema?
<b>II. Para entender el uso del glifosato en México</b>	
Desde su perspectiva ¿Quiénes usan, y en dónde se usa mayormente glifosato en México?	Según la respuesta, volver a preguntar. Quiénes, se puede referir a grande/mediana/pequeña escala, y se puede referir a tipos de cultivos. Dónde, se puede referir a lugares geográficos, estados, regiones del país, pero también a agroecosistemas o cultivos
¿Conoce algún documento, informe o reporte del que podamos obtener esta información puntual?	En caso que sí, preguntarle si nos lo puede enviar o los datos específicos de dónde lo "bajamos".
Según su experiencia, ¿Cuál es la función del glifosato?, ¿Hay alguna diferencia del rol que juega el glifosato en agroecosistemas o sistemas productivos de grandes, medianos y pequeños productores?	Según la respuesta, volver a preguntar. Si menciona alguna función o rol que no habíamos escuchado o considerado, pedirle que nos de más detalles o profundice en ella.

tabla continúa en siguiente página

## Cuadro 7. Guías de entrevista a personas con experiencia en el tema

<b>III. Para conocer sobre casos reales de sustitución exitosa del glifosato</b>	
<p>¿Podría usted compartirme qué casos conoce de producción sin glifosato en México o Latinoamérica?, ya sea que los conozca por bibliografía o directamente en campo.</p>	<p>Según la respuesta, volver a preguntar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que nos detalle si el caso comentado es de pequeña/mediana/gran escala o de cuántas hectáreas es. Que nos detalle de qué tipo de cultivo(s) o agroecosistemas se trata.</li> <li>• Que nos detalle si es un(a) productor(a) aislada o es un grupo (para retomar en la pregunta sobre “mecanismos horizontales de participación”).</li> <li>• Que nos detalle si es un caso que desde un inicio produce de manera agroecológica o si anteriormente usaba glifosato (¿en qué lo usaba? Y ¿cómo hizo para dejar de usarlo? ¿qué prácticas le funcionaron mejor?).</li> <li>• Que nos detalle si conoce el caso directamente (pedirle datos o que nos ayude a contactarnos con lxs productorxs) o si lo conoce por bibliografía (pedirle el documento o que nos detalle en qué artículo, reporte, etc.)</li> <li>• En caso de estar hablando directamente con el(a) productor(a), preguntarle, sobre aspectos aspectos agronómicos y socioeconómicos ¿Cómo ocurrió? ¿Cómo usaban el glifosato (herbicida /desecante/ otros usos) y qué prácticas les funcionaron para dejar de usarlo? ¿En cuánto tiempo? ¿En dónde ocurrió? ¿En qué condiciones? Datos específicos de producción.</li> </ul>
<p>En términos económicos, ¿Cuánto cuesta producir sin glifosato y otros plaguicidas altamente peligrosos? ¿Es más caro? Y ¿Cómo se compensa? ¿Cómo se logra que sea viable?</p>	<p>Según la respuesta, volver a preguntar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es más caro, ¿cuánto? Ver si tienen la información en cifras, en rubros.</li> <li>• El cómo se compensa, buscar que nos diga cómo se compensa en lo económico, social, cultural y ecológico. ¿Con qué prácticas se logra compensar? ¿Qué cosas han tenido que cambiar para que sí sea viable?</li> </ul>
<p>¿En su experiencia, cuáles son los mecanismos sociales que están funcionando para que los y las productoras puedan transitar hacia la producción sin glifosato y la agroecología? Es decir, formas de organización, de toma de decisiones colectivas, de participación, etc. que ayuden a hacer esto posible.</p>	
<b>IV. Para finalizar</b>	
<p>Desde su perspectiva ¿Qué retos existen en la eliminación progresiva del glifosato para 2024? Y ¿Cómo superarlos?</p>	
<p>Le agradezco mucho su tiempo y el compartirnos su experiencia. Sobre los datos de contacto y/o bibliografía que se haya mencionado en las respuestas, le pido permiso para volverle a escribir en caso que no logre contactarlos o no encuentre el documento referido.</p>	
<p>¿Usted quisiera hacer algún otro comentario?</p>	

### Cuestionario en línea:

De forma simultánea a la aplicación y sistematización de las entrevistas, se elaboró el siguiente cuestionario en Google Forms: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeRg86Q8thuL6oztyNkbLVITFv\\_Q-PGfVgTBg8uux58ntbZoA/viewform](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeRg86Q8thuL6oztyNkbLVITFv_Q-PGfVgTBg8uux58ntbZoA/viewform). para recopilar información que visibilice casos reales de producción sin glifosato en México y poder llegar a personas con las que

no tendríamos contacto directo. El cuestionario fue enviado vía correo electrónico a personas interesadas en el tema, fue circulado en diversos grupos de productores agrícolas y ganaderos del país, así mismo se le dio difusión en redes sociales para que tuviera un mayor alcance. La información recopilada se depositó en una base de datos en Excel.

Procesado de información:

La información sistematizada en las fichas de la bibliografía, fichas de las entrevistas a personas con experiencia en el tema y productores, y base de datos de casos reales fue categorizada de acuerdo a los términos de referencia que nos corresponden: 1) Alternativas al uso de glifosato, 2) Viabilidad de la eliminación del glifosato y de la transición hacia la Agroecología en México, 3) Casos de estudio, 4) Organización social, mecanismos de participación y Políticas Públicas. Una vez categorizada toda la información se unieron esfuerzos para analizarla de acuerdo al rubro al que pertenecían.

Finalmente se recopiló toda la información y datos de mayor relevancia de cada uno de los rubros en el presente documento.

## Bibliografía citada

Aguilar Jiménez, C.E., Tolón Becerra, A., Martínez Aguilar, F.B., Febles González J.M., Vásquez Solís, H., López Hernández, J.C. (2020). Caracterización del banco de semillas de Cuatro agroecosistemas de la Frailesca, Chiapas, México. *Siembra*, 7(2), 093-107. Recuperado de <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2240>

Alahmed A. , Senay S. (2020). Pre-harvest glyphosate application effects on properties of  $\beta$ -glucan from oat groats. *Journal of Cereal Science*, (96), 103-119. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103119>

Alfaro, D. (2016). "Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF)", en Matus Baeza, Mario, Unger, Mark, editores, Derecho de la Organización Mundial del Comercio (OMC), Universidad Externado de Colombia, Colombia, pp. 295-318.

Allan A., Carrera M., Yance G.. (2016). Estudio del impacto en el control natural de malezas a partir del vinagre, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* (diciembre 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/vinagre.html> <http://hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1612vinagre>

Antier, C., et al. (2020). A survey on the uses of glyphosate in European countries. INRAE. <https://doi.org/10.15454/A30K-D531>

Aquilano, C.G., Ricca, A., Font, A., Bazzigalupi, O. (2017). Germinación y residuos de plaguicida en semillas de coriandro (*Coriandrum sativum* L.) cultivadas con aplicación de glifosato y paraquat en pre cosecha. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, Argentina*, 116(1), pp. 69-73.

Armin Wiese, Horst-Henning Steinmann. (2020). Yield effects associated with glyphosate use in non-GMO arable farming: A review. *Crop Protection*, (134), 105-148. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105148>

Baricco J. I. (2015). Efecto de la aplicación de desecantes sobre la calidad de semillas de Garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Trabajo Final para optar al Grado Académico de Especialista en Producción de Cultivos Extensivos. Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Agropecuarias Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Escuela para Graduados, Córdoba, Argentina.

Becerra Ramirez. M. (2017). Las fuentes contemporáneas del derecho internacional, UNAM, México.

Becerra Ramirez. M. y Martínez, O. R. (coord.). (2018). "El Acuerdo de Asociación TransPacífico (TPP) a la luz de la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados", en *Industria farmacéutica, derecho a la salud y propiedad intelectual: el reto del equilibrio*, IIJ-ANAFAM, México, pp. 299-317.

- Becerra Ramirez, M. (1997). Derecho Internacional Público, UNAM, McGraw-Hill, México, p. 102
- Buenrostro Rodríguez, P. (2013). La protección del medio ambiente y el sistema de comercio internacional: la experiencia reciente de la OMC, en Álvarez Zárate, José Manuel, Grandó Michelle, Hestermeyer, Holger (eds.), Estado y futuro del Derecho Económico Internacional en América Latina, I Conferencia Bianual de la Red Latinoamericana de Derecho Económico Internacional, Universidad del Externado, Colombia, pp. 489-527.
- Caballero Ochea, J. L. y Vázquez, L. D. (2014). En Salazar Ugarte, Pedro (coord.) La reforma constitucional sobre derechos humanos. Una guía conceptual, ed. Instituto Belisario
- Danne M., Musshoff O., Schulte M. (2019). Analysing the importance of glyphosate as part of agricultural strategies: A discrete choice experiment. *Land Use Policy*, 86, 189-207. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.04.023>.
- Carrillo Salcedo, J. A. (1991). Procedimiento espontáneo de elaboración de derecho internacional resultante del comportamiento de los estados. «2». Curso de derecho internacional público. Editorial Tecnos S.A. Madrid, pp. 85-102.
- Clousing, P. (2019). "Glifosato: La controversia europea –Una revisión de las luchas de la sociedad civil y los fracasos regulatorios", *Business and Human Rights Journal*, 4, pp. 351-356, Cambridge University Press, p. 352. Recuperado de Glifosato-Glyphosate. The European controversy. A review of civil society struggles and regulatory failures (2019)-1.pdf Consultado el 5 de mayo de 2021
- Congreso de la República. (2020). Ley que promueve la agroexportación y la seguridad alimentaria nacional. Recuperado de [https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016\\_2021/Proyectos\\_de\\_Ley\\_y\\_de\\_Resoluciones\\_Legislativas/PL05540\\_20200617.pdf](https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Proyectos_de_Ley_y_de_Resoluciones_Legislativas/PL05540_20200617.pdf)
- Comisión de Desarrollo Rural. (s.f.). Productores familiares a cargo del 80% de las explotaciones agrícolas del mundo. La Reforma del Campo. Senado de la República. Recuperado de: [https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo\\_rural/agricultura\\_familiar.php](https://www.senado.gob.mx/comisiones/desarrollo_rural/agricultura_familiar.php)
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2020). Expediente científico sobre el glifosato y los cultivos GM. Recuperado de [https://www.conacyt.gob.mx/PDF/Dossier\\_formato\\_glifosato\\_.pdf](https://www.conacyt.gob.mx/PDF/Dossier_formato_glifosato_.pdf)
- Cohen, O., Gamliel, A., Katan, J., Shubert, I., Guy, A., Weber, G., Riov, J. (2019). Soil solarization based on natural soil moisture: a practical approach for reducing the seed bank of invasive plants in wetlands. *NeoBiota* (51), pp.1-18. Recuperado de <https://doi.org/10.3897/neobiota.51.36838>
- Diario Oficial de la Federación. (2020). DECRETO por el que se establecen las acciones que deberán realizar las dependencias y entidades que integran la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus competencias, para sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas, que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente. 2020, diciembre 31. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609365&fecha=31/12/2020).
- Drnas de Clément, Z. (2008). El principio de precaución ambiental en la práctica argentina, Lerner Editoras, SRL, Argentina.
- Donley, N., Gunstone, T. (2021). Pesticides Are Killing the World's Soils. They cause significant harm to earthworms, beetles, ground-nesting bees and thousands of other vital subterranean species. *Scientific American*. Recuperado de <https://www.scientificamerican.com/article/pesticides-are-killing-the-worlds-soils/>
- El País. (1992). La cumbre de la tierra. Bush considera cuestión de liderazgo su rechazo a firmar el acuerdo de protección de especies. [https://elpais.com/diario/1992/06/13/sociedad/708386412\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1992/06/13/sociedad/708386412_850215.html), consultado el día 24 de mayo de 2021.
- Este País. (2020). T-MEC. Buenas intenciones y la realidad ambiental. Recuperado de <https://estepais.com/ambiente/t-mec/t-mec-buenas-intenciones-y-la-realidad-ambiental/>
- Farooq, N., A, Tasawer Abbas, Asif Tanveer, and Khawar Jabran, (2020). Allelopathy for Weed Management. . In. Marillon, J.M; Ramawat, Kishan Gopal (2020). Series in Phytochemistry Co-Evolution of Secondary Metabolites. Series in Phytochemistry. Pp. 505-515.
- Feledyn-Szewczyk, B., Smagacz, J., Kwiatkowski, C.A., Harasim, E., Woźniak, A. (2020). Weed Flora and Soil Seed Bank Composition as Aected by Tillage System in Three-Year Crop Rotation. *Agriculture*, 10(5), 186. Recuperado de <https://doi.org/10.3390/agriculture10050186>

Bejarano, F. et al.(2018). Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México. México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM). Recuperado de <https://www.rapam.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>

Gill, N. Grahamb, S., Crossc, R., Taylorb, E. (2018). Weed hygiene practices in rural industries and public land management: Variable knowledge, patchy implementation, inconsistent coordination. *Journal of Environmental Management*, (223), pp.140-149. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.017>

INIFAP. (2011). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Región Noreste. <http://www.inifapcirne.gob.mx/Notas%20Informativas/reportesoya7.pdf>

International Law Commission. (2000). Report on the Work of Its Fifty-Second Session. UN GAOR, 55th. Sess., Supp.no. 10, U.N. A/55/10. p.124

Jingwen Xu, Shayna Smithb , Gordon Smithb , Weiqun Wanga , Yonghui Lib. (2019). Glyphosate contamination in grains and foods: An overview. *Food Control*, (106), 106-710. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106710>

Labrada, R., Caseley, J. y Parker, C. (1996). Manejo de maleza para países en desarrollo: FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio Fao Produccion y Proteccion Vegetal. Roma. ISSN 1014-1227

Lacasta Dutoit, C. (2003). Alternativas al uso de herbicidas. *Fundamentos de Agricultura Ecológica. Colección Ciencia y Tecnología*, (41), pp.175-193.

Ledoux Michelle L., Navam Hettiarachchy , Xiaofan Yu, Luke Howard, Lee Sun-Ok. (2020). Penetration of glyphosate into the food supply and the incidental impact on the honey supply and bees. *Food Control*, (109), 106859. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106859>

Liu T., Wang, M., Kumar Awasthi, M., Chen, H., Kumar Awasthi, S., Duan, Y., Zhang, Z. (2019). Measurement of cow manure compost toxicity and maturity based on weed seed germination. *Journal of Cleaner Production*, p.245. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118894>

Lugo, M. (2020). Veinticinco años de experiencias agroecológicas en la Península de Yucatán. Alternativas al uso de herbicidas. Programa de Pequeñas Donaciones México del Fondo para el Medio Ambiente Mundial.

Malalgoda, M., Ohm, J. B., Howatt, K. A., Green, A., & Simsek, S. (2020). Effects of pre-harvest glyphosate use on protein composition and shikimic acid accumulation in spring wheat. *Food Chemistry*, (332), 127422.

Malalgoda, M., Ohm, J.-B., Ransom, J. K., Howatt, K., & Simsek, S. (2020). Effects of Pre-Harvest Glyphosate Application on Spring Wheat Quality Characteristics (10th ed., Vol. (4) 111). *Agriculture*. <http://dx.doi.org/10.3390/agriculture10040111>

Menalled, F.D. (2010). Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, (5), pp.73-78.

Monsanto Alberto E.,(2009), "El derecho internacional ambiental en las decisiones arbitrales del Mercosur", *Anuario Argentino de Derecho Internacional*, XVIII, Córdoba- República Argentina, p. 41

Montero, Cedeño S., João Cardoso G., Diniz Melo C. A., Cañarte Bermúdez, E. (2016). Vinagre como desecante de plantas de cobertura y su efecto en la actividad microbiana del suelo en sistema de siembra directa. *La Técnica*, Julio- Diciembre(16), 16-25. ISSN: 1390-6895 e-ISSN: 2477-8982

Morin, L. (2020). Progress in Biological Control of Weeds with Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 58(6) pp.1-6

Morosini F. (s.f.) El debate sobre la vinculación entre comercio y medio ambiente en el Mercosur: las controversias sobre el comercio de neumáticos, en Álvarez Zárate y otros, *Estado y Futuro del Derecho Económico Internacional en América Latina...* op cit, pp. 541-549.

Ojemaye, C.Y., Onwordi, C.T. y Petrik, L. (2020). Herbicides in the tissues and organs of different fish species (Kalk Bay harbour, South Africa): occurrence, levels and risk assessment. *Int. J. Environ. Sci. Techno*, (17), pp.1637-1648.

Organización Mundial del Comercio. (2021). Entender la OMC: Información básica . 25 de mayo de 2021, de OMC. Recuperado de [https://www.wto.org/spanish/thewto\\_s/whatis\\_s/tif\\_s/fact2\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/tif_s/fact2_s.htm)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2012). Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas: la *Brachiaria brizanta*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/CA3137ES/ca3137es.pdf>

Pedemonte Castro, F. E. (2017). Problemática del uso de glifosato. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3011>

Pérez Miranda, Rafael J. (2021). Biotecnología Agrícola en el Tratado entre México, EEUU y Canadá (T-MEC), Ponencia, en Coloquio de Derecho Ambiental: a 50 años de la primera ley ambiental en México; El futuro del Derecho Ambiental, UAM, México, consultado el miércoles 9 de junio.

Pesticide Action Network International, (2021). PAN International List of Highly Hazardous Pesticides (PAN List of HHPs). Alemania: PAN International.

Petit, S., Trichard, A., Biju-Duval, L., McLaughlin, Ó.B., Bohana, D.A. (2017). Interactions between conservation agricultural practice and landscape composition promote weed seed predation by invertebrates. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (240), pp.45-53. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.014>

Pinheiro Machado, L.C. (2011). Pastoreo Racional Voisin, Tecnología agroecológica para el tercer milenio. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, p.253.

Ramírez Muñoz, F. (2021). El herbicida glifosato y sus alternativas. Serie de Informes Técnicos IRET, (44), p.53.

Red Andaluza de Semillas (RAS). (2012). Protocolo para la gestión de la Red de Resiembra e Intercambio de variedades locales de cultivo en Andalucía. Red Andaluza de Semillas "Cultivando Biodiversidad". Sevilla, España, p.13.

Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A. C. (RAPAM). (2021). Los plaguicidas altamente peligrosos (PAP). Infografía. recuperado de <https://www.rapam.org/los-plaguicidas-altamente-peligrosos-pap/>

SAGARPA. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. (2014). Desección química de sorgo para grano (Primera Edición ISBN: 978-607-37-0296-6 ed.).

Sánchez, Rosalía. (2019). "Austria prohíbe el uso del herbicida glifosato" Recuperado de [https://www.abc.es/sociedad/abci-austria-prohibe-herbicida-glifosato-201907031343\\_noticia.html](https://www.abc.es/sociedad/abci-austria-prohibe-herbicida-glifosato-201907031343_noticia.html), consultado el 2 de junio del 2021.

Sánchez Sheila, Lozano, Luis Fernando. (2020). "T-MEC y el agro mexicano: los riesgos con la estacionalidad y el trabajo forzoso", F México, <https://www.forbes.com.mx/t-mec-y-el-agro-mexicano-los-riesgos-con-la-estacionalidad-y-el-trabajo-forzoso/>

Sarabi, V. (2019). Factors that influence the level of weed seed predation: A review. *Weed Biology and Management*, (19), pp.61-74.

Seethal, R.C., Sheeja, K.R., Krishnasree, R.K. (2021). Integrated weed management in vegetables: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(2), 2694-2700. Recuperado de <https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i1a1.13765>

Salazar Ugarte, P, et al. (2014). La reforma constitucional sobre derechos humanos. Una guía conceptual. México: Instituto Belisario Domínguez, Senado de la República, p. 22. Recuperado de <http://www.corteidh.or.cr/tablas/r33063.pdf>

Sosa, G. M., Belgrano, M. J. Alumno practicante USAL: Marchesse, E. N. (2020). Desarrollo de nuevas formulaciones para incrementar la eficiencia y el uso racional de agroquímicos. Anuario de investigación USAL, (VII), 20132014.

Swissinfo. (2021). Austria prohíbe usar glifosato en parques y jardines pero no en agricultura Recuperado de [https://www.swissinfo.ch/spa/austria-glifosato\\_austria-proh%C3%ADbe-usar-glifosato-en-parques-y-jardines-pero-no-en-agricultura/46637870](https://www.swissinfo.ch/spa/austria-glifosato_austria-proh%C3%ADbe-usar-glifosato-en-parques-y-jardines-pero-no-en-agricultura/46637870) consultado el 8 de junio del 2021

Towns, V. (2021). "T-MEC. Buenas intenciones y la realidad ambiental", <https://www.milenio.com/negocios/t-mec-entra-vigor-1-julio-mexico-26-anos-tlcan>, consultado el 7 de mayo del 2021

Uludag, A. (2018). Non-Chemical Weed Control. *Biological Weed Control*, pp.115-132.

Unión Europea. (2020). Reglamento (CE) 1107/2009) EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=EN> consultada el 6 de mayo del 2021

Vazquez-Carrillo, M., Martínez-Gutierrez, A., Zamudio-González, B., Espinoza-Calderón, A., Tadeo-Robledo, M., Turrent-Fernández, A. (2020). Estabilidad de rendimiento y características fisicoquímicas de grano de híbridos de maíz en Valles Altos de México. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 11(8), pp.1803-1814.

Vera, D., Castro, A., Gutierrez, M., y G. Vasconez. (2020). Alternativas agroecológicas para el control y manejo de arvenses en competencia específica con el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Recuperado de : <https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/06/arvenses-maiz>. <http://hdl.handle.net/20.500.11763/caribe2006arvenses-maiz> consultado el día 13 de mayo de 2021.

Vienna. (2020). Glyphosat-Totalverbot in Österreich: Antrag an EU-Kommission geschickt. Recuperado de <https://www.vienna.at/glyphosat-totalverbot-in-oesterreich-antrag-an-eu-kommission-geschickt/6622979>.

Weisberger, D., Nichols, V., Liebman M. (2019). Does diversifying crop rotations suppress weeds? A meta-analysis. Plos One, 14(7). Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219847>

Zaller, Johann G., Carsten A. Brühl. (2021). Capítulo 7- Direct herbicide effects on terrestrial nontarget organisms belowground and aboveground. En Emerging Issues in Analytical Chemistry. Editor(s): Robin Mesnage, Johann G. Zaller. Herbicides, Elsevier. Páginas 181-229. ISBN 9780128236741. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823674-1.00004-3>.

Zimdahl, Robert L. (2018). Capítulo 20 - Herbicides and the Environment. En Fundamentals of Weed Science (Fifth Edition), Academic Press, Editor: Robert L. Zimdahl. Páginas 557-590. ISBN 9780128111437, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811143-7.00020-2>.

## Videos

Cosecha de Maíz blanco de Sinaloa, Otoño /Invierno 2020-2021. Transición agroecológica y sin glifosato. Realizado el 12 de junio de 2021, organizado por SADER. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=9VvIApeA4V0>

Ganadería holística, producción sustentable en La Frailesca, Chiapas, México. Publicado por Bruce Ferguson. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=bgEoxddxpJY&t=1037s>

Huerta Agroecológica de cítricos de Manuel Angel Gómez Cruz, publicado por AgroCultivosTV. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=G5dXtgrO4WQ&t=160s>

Semana de la Agroecología: Hacia la eliminación gradual del glifosato. Realizado del 12 al 16 de abril de 2021, organizado por SEMARNAT. Disponible en: [https://www.facebook.com/watch/live/?v=276398694029467&ref=watch\\_permalink](https://www.facebook.com/watch/live/?v=276398694029467&ref=watch_permalink)

**Autores:**

Miguel Ángel Escalona Aguilar  
Manuel Becerra  
María Isabel Noriega Armella  
Clarissa Cerdán Fernández  
Ariadna Tercero Pérez  
María Isabel Vilis Hernández

**Coordinación:**

Viridiana Lázaro  
Verónica Patraca

**Revisión editorial:**

Angélica Simón

**Diseño:**

Dulce Perezchica

*Ciudad de México, 2021*



# Agricultura sin glifosato

ALTERNATIVAS PARA UNA  
TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA



**GREENPEACE**