



Manejo de Cultivos y Buenas Prácticas Agrícolas



CEMAAGRI

Manejo de Cultivos y
Buenas Prácticas Agrícolas

Créditos:

Autor

Ramón Castillo Lachapelle

Corrección de estilos

Ramón Arbona

Publicación digital

Primera edición

31 de agosto del 2022

Santo Domingo, República Dominicana

ISBN: 978-9945-18-103-6

Contenido

Índice de Tablas	ii
Índice de Figuras.....	ii
Presentación.....	iii
CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	5
I. Inocuidad de productos agrícolas frescos.....	8
II. Medio ambiente	28
III. Seguridad y salud ocupacional	40
CAPÍTULO II: MANEJO DE CULTIVOS Y BPA.....	53
I. Selección del terreno	58
II. Gestión y conservación de suelos	61
III. Materiales reproductivos	69
IV. Calidad y usos del agua	75
V. Nutrición de las plantas	80
VI. Manejo de fitosanitarios	87
VII. Instalaciones, equipos, maquinarias, herramientas e higienización	89
VIII. Animales domésticos y silvestres	96
IX. Cosecha, empaque y desechos.....	98
X. Gestión humana	103
XI. Registros, documentos y trazabilidad	104
XII. Gestión de procesos de calidad e inocuidad	107
XIII. Certificación y acreditación	110
Bibliografía	115
Créditos por Imágenes.....	120

Índice de Tablas

Tabla 1.	Características de las principales enfermedades de transmisión alimentaria según agente causal.	25
Tabla 2.	Distribución aproximada de partículas y densidad de los suelos según textura.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3.	Factores limitantes de la disponibilidad de los elementos químicos en el suelo.	82

Índice de Figuras

Figura 1.	Bases de las buenas prácticas agrícolas.	6
Figura 2.	Pirámide del proceso de calidad e inocuidad.....	9
Figura 3.	Diagrama triangular de la clasificación del suelo según textura, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.	63

Presentación

Los modelos de producción agrícola han ido cambiando desde hace más de diez mil años antes de Cristo, cuando la alimentación estaba basada en la caza, la pesca y la recolección de frutos, hasta nuestros días. En este proceso evolutivo se han introducido varios elementos tecnológicos como la rotación de cultivos, la introducción del hierro, el tractor de gasolina, la creación de fertilizante artificial, los plaguicidas artificiales (como el DDT), el uso de organismos genéticamente modificados, los drones y muchos más.

Con el crecimiento poblacional y la revolución verde (1950-1970) se mecanizan las labores agrícolas en el proceso productivo y se desarrolla una agricultura convencional. En esta se realizan labranzas intensivas, altas aplicaciones de fertilizantes y fitosanitarios, quema de residuos de cosecha, etc., y se establecen monocultivos. Aumentan las plagas y enfermedades con alta resistencia a los fitosanitarios y se establece una agricultura altamente extractiva en la que se amplía la huella ambiental.

En este periodo aumentan las enfermedades originadas por el consumo de alimentos agropecuarios provocadas por microorganismos patógenos, residuos químicos y físicos. Por esta razón se incentiva la agricultura orgánica basada en la certificación de los fertilizantes para las mejoras de suelo y los fitosanitarios, con una tecnología más limpia para el medio ambiente y más seguridad al consumidor. En este recorrido para proteger a los consumidores, los productores y el medio ambiente y mantener los niveles productivos surge la agricultura integral, que trabaja a partir de la práctica integral del cultivo desde la finca hasta la mesa.

La agricultura integral está compuesta por selección y conservación de terrenos, uso de materiales reproductivos, calidad y uso del agua, nutrición de plantas, manejo de los fitosanitarios, higienización de instalaciones, maquinarias y equipos, manejo de animales domésticos y silvestres, cosecha, empaque y desechos, gestión humana, gestión de procesos de calidad e inocuidad. Todo este proceso tiene el objetivo de reducir costos de producción, prevenir situaciones adversas, aumentar eficiencia, mejorar rendimiento y rentabilidad y llevar trazabilidad para la inocuidad de los alimentos. Esto se logra con la integración de tecnología agrícola a la agricultura integral, a la cual se le llama agricultura 4.0, *agricultural technology* “agtech” o agricultura inteligente, con la previsión del uso de buenas prácticas agrícolas.

Las buenas prácticas agrícolas buscan la seguridad del aplicador, la salud del consumidor y la protección del medio ambiente, protegiendo los recursos naturales (agua, suelo, aire y biodiversidad) para evitar agotarlos, destruirlos o contaminarlos.

Con el requerimiento de una población en crecimiento y cada vez más consciente y exigente, que requiere alimentos inocuos y de calidad, se busca trabajar con un modelo de producción agrícola integral que revierta el cambio climático con una agricultura regenerativa, respetuosa del medio ambiente y de los consumidores.

Este documento es un extracto del libro ‘Buenas Prácticas Agrícolas y Manejo Responsable de Fitosanitarios’, del Centro de Educación para el Medio Ambiente y la Agricultura (CEMAAGRI), escrito por Ramón Castillo Lachapelle y publicado en julio de 2021.

Ramón Castillo Lachapelle
31 de agosto del 2022

CAPÍTULO I: CONCEPTOS GENERALES DE LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS



Las buenas prácticas agrícolas (BPA), también llamadas *Good Agricultural Practices (GAP)*, son prácticas orientadas a la mejora de métodos convencionales de producción para la prevención y control de peligros y lograr la inocuidad de los cultivos cosechados, siempre basadas en normas técnicas aplicables a la producción agrícola.

El objetivo principal de las BPA es producir alimentos con calidad e inocuidad basados en el manejo de los cultivos. Se trata de usar los recursos naturales sin agotarlos, destruirlos ni contaminarlos, y manteniendo vivo el sistema productivo de manera sustentable. El enfoque se centra en la prevención de los peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos.

Las buenas prácticas agrícolas están basadas sobre tres pilares (Figura 1), los cuales están íntimamente relacionados entre sí; estos son:

- a. Inocuidad agroalimentaria
- b. Medio ambiente y
- c. Seguridad y salud ocupacional

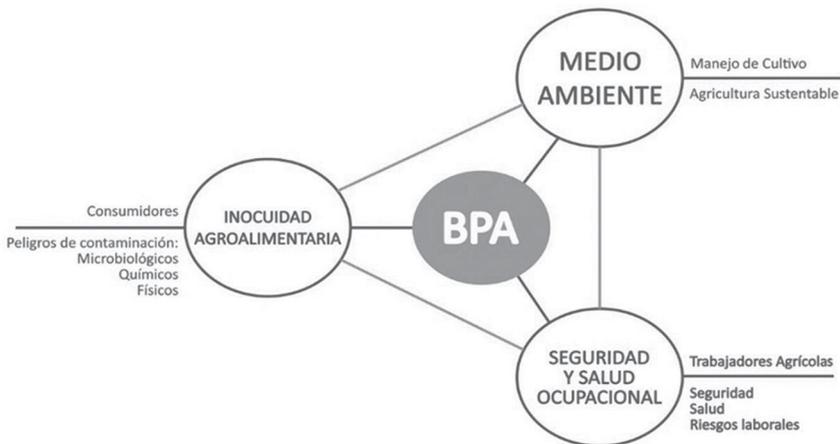


Figura 1. Bases de las buenas prácticas agrícolas.

Fuente: Adaptado de: (Izquierdo, s.f.)

En todo este proceso se busca una agricultura sustentable, bajo un enfoque de desarrollo que permita satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para satisfacer las propias.

Para lograr la sustentabilidad del sistema productivo se deben tener en cuenta los aspectos ecológicos, sociales, tecnológicos y económicos que inciden sobre él. En el aspecto ecológico, se trata de producir cuidando la flora, la fauna, suelo, agua y el aire. En lo social, producir incluyendo a la población local, generando mejores condiciones de vida para estas personas que trabajan y para la sociedad a la que va destinado el producto, incluyendo toda la cadena de distribución.

Los aspectos tecnológicos a considerar para desarrollar un sistema productivo sustentable son los siguientes:

- La correcta selección de los terrenos a utilizar.
- Una adecuada gestión y conservación del suelo.
- La selección y siembra de materiales reproductivos certificados y adaptados.
- El uso de agua de buena calidad en todo el sistema productivo.
- La adecuada nutrición de las plantas.
- Un buen manejo de los fitosanitarios, sin residuos en la cosecha ni en el medio ambiente.
- La higienización de las instalaciones, equipos, maquinarias y herramientas.
- El manejo adecuado de los animales domésticos y silvestres, evitando sus heces fecales y orina.
- Un buen manejo de la cosecha y los residuos de esta, con el debido cuidado y respeto del medio ambiente.
- Una adecuada gestión humana.

Todo esto debe estar documentado, registrado y tener evidencia de las actividades realizadas en su momento, para un manejo de la trazabilidad acorde a la gestión de los procesos de inocuidad y calidad. En todas las acciones buscar siempre la máxima eficiencia de los recursos económicos, con la integración de una agricultura de precisión adaptada a las necesidades particulares de la producción.

I. Inocuidad de productos agrícolas frescos

Es producir alimentos inocuos para el consumo humano, los cuales deben estar libres de microorganismos patógenos, elementos físicos y residuos químicos que puedan transmitir enfermedades y/o provocar daños a la salud del consumidor. En su informe anual del 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020) estima que «Los alimentos insalubres que contienen bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas nocivas causan más de 200 enfermedades, que van desde la diarrea hasta el cáncer.» Las toxinas también son otra causa de estas enfermedades.

La OMS (2020) dice también que cada año hasta 600 millones de personas en todo el mundo (es decir, 1 de cada 10) enferman tras consumir alimentos contaminados y 420,000 fallecen por la misma causa. Un 30% de estas muertes, o sea 126,000, son niños menores de cinco años, que fallecen por enfermedades de transmisión alimentaria prevenibles.

Las enfermedades de transmisión agroalimentaria (ETA) son prevenibles, y todos podemos contribuir a reducir la causa de la presencia de estas enfermedades. Sobre este particular, la (OMS, 2015, pág. 3) plantea que «Estas se pueden propagar muy rápidamente a lo largo de la cadena de suministro agroalimentario y a través de las fronteras de los países en un mundo que comercializa globalmente.» Eso implica que las ETA afectan a los consumidores en cualquier lugar del mundo donde estos alimentos lleguen, sin importar dónde se produzcan.

Para iniciar el proceso de calidad e inocuidad de los alimentos debemos comenzar con la instauración de las normas de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Implementar en todo el proceso de la cadena productiva los Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES); hacer los Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) necesarios; establecer la Norma ISO 9001-2015, sobre el Sistema de Gestión de la Calidad (SGC); y la Norma ISO-22000, sobre el Sistema de Gestión de Inocuidad de los Alimentos (SGIA).

Con lo mencionado anteriormente, se debe establecer una cultura de inocuidad en las organizaciones para proteger la salud del consumidor, porque no hay seguridad alimentaria sin inocuidad. Igualmente, para

manejar y complementar las normas de las buenas prácticas agrícolas incluir la Norma 14001-2018, sobre Sistema de Gestión Ambiental (SGA); y la Norma 45001-2018, sobre Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST). Con este propósito, se debe seguir la pirámide del proceso de calidad e inocuidad (Figura 2).

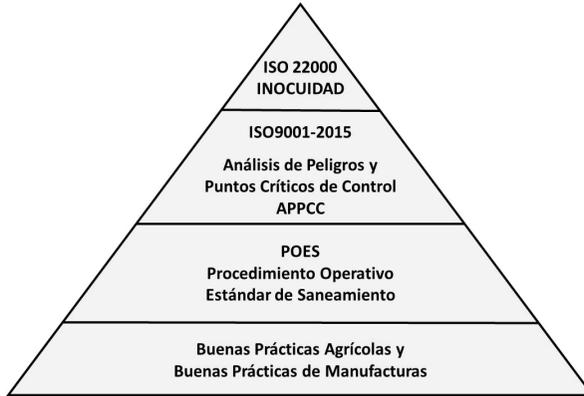


Figura 2. Pirámide del proceso de calidad e inocuidad.

Fuente: Adaptado de Bernal (2013).

a. Enfermedades de transmisión agroalimentaria (ETA)

Las enfermedades transmitidas por alimentos son reconocidas desde muchos años antes de Cristo. En la sagrada Biblia se menciona, en Levítico 11 (1445-1405 a. C.), que cuando Jehová habló a Moisés y a Aarón les reveló las criaturas vivientes que se pueden comer y las que no se pueden comer. Estableció cuáles son animales limpios y cuáles son inmundos, para que les dijeran a los israelitas los animales que se podían comer, como rumiantes, aves, reptiles o animales de agua salada o dulce.

De acuerdo al portal Wilsoft Latinoamericana (2018), la preocupación por la calidad de los alimentos se remonta a siglos de historia de la humanidad. Según este sitio:

El origen del control de la higiene de los alimentos se remonta a los inicios de la historia del hombre. La primera práctica de higiene del hombre primitivo consistía en distinguir los alimentos tóxicos o contaminados. El desarrollo de la caza y domesticación de animales, con el consecuente consumo de las carnes y vísceras de estos y el descubri-

miento del fuego, supusieron cambios radicales en la calidad y conservación de los alimentos.

Más tarde, con el progreso de la agricultura, las civilizaciones egipcia, griega y romana elaboraron alimentos como el pan, vino, miel, aceite de oliva, queso y aplicaron técnicas de salazón y ahumado para conservar pescados y carnes. Fue en esta época que el hombre comenzó a tomar conciencia de la relación entre el consumo de alimentos y la aparición de enfermedades. Se sabe que en la antigua Atenas, se realizaban inspecciones para determinar la pureza y el buen estado de la cerveza y el vino, que los egipcios instituyeron etiquetas para ciertos alimentos y que los romanos tenían un sistema de protección frente a productos de mala calidad y fraudes.

En la Edad Media, los gremios profesionales de las principales ciudades de Europa fueron los responsables de la regulación del comercio, destacándose los gremios de carniceros, pescaderos y panaderos que promulgaron reglamentos para impedir la adulteración de los alimentos. Durante todo este período los conocimientos sobre la higiene de los alimentos se basaban en creencias religiosas y en la observación empírica.

No fue hasta el siglo XIX, con el desarrollo de la química, la veterinaria y la microbiología, que se pudieron perfeccionar y extender los mecanismos de control de los alimentos. Los principales cambios que se produjeron fueron la pasteurización y esterilización. A partir de este momento, el estado asumió un papel mucho más activo en la elaboración e implementación de los reglamentos higiénico-sanitarios en la producción de los alimentos. Se crearon instituciones cuyo objetivo es velar por la seguridad de los consumidores regulando y coordinando la higiene, inspección y control alimentario.

La pasteurización es un proceso que se realiza en alimentos líquidos. Se someten a altas temperaturas (80 °C) por un corto período de tiempo y luego se enfrían rápidamente con la intención de reducir la presencia de agentes patógenos. La esterilización es el proceso por el cual se obtiene un producto libre de microorganismos viables, eliminando la carga microbiana del producto. La esterilización se puede realizar

por métodos físicos (calor húmedo, calor seco o incineración, entre otros) o métodos químicos (alcohol o agua oxigenada, entre otros).

En el siglo XVII (d. C.) se toma conciencia de la contaminación de los alimentos por las observaciones de Anton van Leeuwenhoek, científico holandés, al observar la presencia de gérmenes en el desarrollo de las enfermedades alimentarias. En 1674, Leeuwenhoek observó microorganismos en forma de bastones en las gotas de agua de un lago. Para esto utilizó varios lentes que conformaban un microscopio primitivo.

Doscientos años después, en 1854, John Snow descubrió que el agua contaminada podía transmitir el cólera. En 1864 Luis Pasteur y Claude Bernard descubren el proceso de pasteurización. En 1880 el mismo Pasteur investigó las enfermedades de animales y hombres, y demostró que eran causadas por bacterias. Más adelante se confirma que la fiebre tifoidea puede ser difundida por el agua.

Con estos acontecimientos se impulsa el desarrollo de la microbiología y la química, y representan el inicio del establecimiento de procedimientos para el control de la inocuidad de los alimentos. A través del tiempo, las crisis de enfermedades de transmisión agroalimentaria se han presentado en múltiples ocasiones, lo cual ha provocado la creación de normas de producción y consumo que siguen evolucionando hasta nuestros días.

b. Inicio y desarrollo de las BPA

Desde antes del 1906 se habían dado ya varios hechos relacionados con la falta de inocuidad en los alimentos, provocando situaciones lamentables de enfermedades de transmisión agroalimentaria. En ese año los Estados Unidos crean la Agencia Federal de Alimentos y Drogas (FDA, por sus siglas en inglés). En 1938 se promulga el acta de alimentos, drogas y cosméticos, en el que se introduce el concepto de inocuidad.

En el año 1959 se crea y se desarrolla el proceso sistemático preventivo de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC, también llamada HACCP por sus siglas en inglés) con la participación de la compañía Pillsbury, la NASA y laboratorios de la Armada de los Estados Unidos. Este proceso sistemático preventivo fue desarrollado en Estados Unidos para los primeros programas espaciales, como un sistema de control de la seguridad microbiológica alimenticia. Este proceso

APPCC se implementó en la industrialización de los alimentos como un control sistemático preventivo de la inocuidad alimentaria. Ha sido aceptado a nivel mundial y sigue los estándares marcados por la normativa ISO.

La APPCC se hace de forma lógica y objetiva y se aplica en la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética y todo tipo de industria que fabrique materiales alimenticios. Este proceso ha sido impulsado por la FDA. Los análisis APPCC se pueden realizar en el suelo, agua, personal de campo, enmiendas, documentación y multiplicidad de acciones.

Los análisis de la APPCC están basados en siete principios (FAO, 2003b):

1. Análisis de peligros.
2. Identificar los puntos críticos de control.
3. Establecer los límites críticos.
4. Establecer un sistema de vigilancia de los puntos críticos de control.
5. Establecer las acciones correctivas para cada uno de los puntos críticos de control establecidos.
6. Establecer un sistema de verificación.
7. Crear un sistema de documentación.

El *Codex Alimentarius* se inicia en 1963 y es una institución que crea normas, directrices y códigos de prácticas internacionales de inocuidad alimentaria para la protección de la salud de los consumidores. Es un órgano intergubernamental conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMS, integrado por 185 estados miembros y una organización miembro (la UE). Fue creado para contribuir con la inocuidad, la calidad y la equidad para el comercio internacional de alimentos. En muchas ocasiones sirve de base para las legislaciones nacionales y resoluciones de diferencias comerciales. El *Codex Alimentarius* adoptó el sistema APPCC.

El *Codex Alimentarius* tiene varios comités, entre los cuales está el 'Comité del *Codex* sobre Residuos de Plaguicidas (CCPR)'. Este es el encargado de establecer los límites máximos de residuos (LMR) fijados para residuos de plaguicidas en alimentos específicos o en grupos de alimentos o piensos que comercializan internacionalmente.

Otras organizaciones internacionales formulan normas de medidas fitosanitarias (FAO, 2005):

Las normas no son instrumentos reglamentarios en sí mismos, sino que entran en vigor cuando los gobiernos establecen requisitos en su legislación nacional. La Comisión de Medidas Fitosanitarias (CMF) rige la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF) y esta a su vez crea las Normas Internacionales de Medidas Fitosanitarias (NIMF) que definen las normas, directrices y recomendaciones de medidas fitosanitarias que aplican los miembros de la Organización Mundial del Comercio.

La aplicación de estas normas se hace a través del Acuerdo Sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias -MSF- (OMC, 1988):

Esto se refiere a la aplicación de normas y reglamentos sobre inocuidad de los alimentos y control sanitario de los animales y los vegetales, así como de los productos y subproductos derivados de éstos. Dado que las medidas sanitarias y fitosanitarias pueden ser fácilmente utilizadas como obstáculos al comercio, este acuerdo evita el uso de estas medidas con fines proteccionistas, estableciendo normas claras con respecto a su aplicación.

El acuerdo MSF (Medidas Sanitarias y Fitosanitarias) surge como parte del Acuerdo de Marrakech, firmado el 15 de abril de 1994. La Organización Mundial del Comercio (OMC) asumió el MFS el 1.º de enero de 1995, y también había acogido el proceso APPCC.

En la República Dominicana se emitió el Decreto N.º 515-05, el 20 de septiembre de 2005, que crea el Comité Nacional para la Aplicación de las Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF).

Antes de todos estos acontecimientos, en la década de 1970, el sector agrícola mundial se enfocó en producir gran cantidad de alimentos, por el gran crecimiento poblacional que se registraba. Esto se sustentó con el desarrollo de los procesos productivos desde la década anterior (de 1960) con la incorporación a la producción de semillas mejoradas, la mecanización agrícola y el uso de fitosanitarios. En la década de 1980, el foco de la producción pasó de 'alto rendimiento' a 'calidad visual'. Con ese cambio de enfoque, los productos agrícolas se exhibían como productos terminados con color, uniformidad, tamaño, presentación y empaques, que eran los principales requisitos para ganar mercados.

Finalizada la década de 1980, se profundiza la preocupación en los consumidores por las intoxicaciones y la transmisión de enfermedades agroalimentarias, junto al aumento de la globalización de los mercados. Como consecuencia de esto, aumenta la tendencia del consumo de productos orgánicos. No obstante, la inocuidad de los alimentos se convierte en objetivo principal.

En el año 1992 se funden las dos principales cadenas de supermercados al por menor que agrupaban el 90 por ciento de los comercios minoristas y grandes cadenas comerciales especializadas en el Reino Unido (*British Retailers' Association y Retail Consortium*). En 1996 se comenzaron a redactar y a desarrollar los sistemas de normas de seguridad alimentaria. En 1998 se publica la norma técnica BRC (*British Retail Consortium*) para alimentación y el protocolo para proveedores de alimentos, con una serie de normas de seguridad alimentaria que deben de ser cumplidas desde la producción de alimentos hasta su venta al consumidor final.

Con el interés de los supermercados de ofrecer a sus clientes un producto agrícola atractivo, inocuo y que dé confianza al consumidor, se unifican 24 grandes cadenas de supermercados ubicadas en diferentes países de Europa Occidental. Esto fue organizado por el Grupo Europeo de Minoristas (*Euro-Retailer Produce Working Group - EUREP*) e iniciaron también un programa privado de certificación de 'Buenas Prácticas Agrícolas' con el nombre EUREGAP. Las siglas EUREGAP estaban relacionadas al sector minorista. Su objetivo principal fue aumentar la confianza del consumidor en la sanidad de los alimentos.

Las 24 cadenas estaban constituidas por: *Asda, Marks & Spencer, Sainsbury's, Somerfield, Tesco y Waitrose* (Reino Unido); *Ahold, Albert Heijn, Laurus, Superunie y Trade Service Netherlands* (Holanda); *Coop y Migros* (Suiza); *Delhaize, DRC, Belgium Auction M.* (Bélgica); *Coop* (Italia); *Eroski* (España); *McDonald's y METRO* (Alemania); *Spar* (Austria); *Super Quinn* (Irlanda); *Pick'n Pay* (Sudáfrica); y *Coop e ICA* (Suecia).

En este programa se desarrollaron y armonizaron las normas y procedimientos para un sistema de certificación independiente en buenas prácticas agrícolas que integraba la producción agrícola, la producción ganadera, la acuicultura, los materiales de reproducción vegetal y la fabricación de alimentos para animales compuestos. El nivel de exigencia incluía BPA, BPM y el APPCC.

En este contexto las BPA surgen para asegurar que los alimentos sean sanos y aptos (inocuos) para el consumo humano. Al mismo tiempo, se favorece la protección del medio ambiente y la salud de los trabajadores. Surgió así una agricultura certificada para productos que se consumen en estado fresco o con un mínimo de procesamiento como son las frutas y hortalizas, no para *commodities* (materias primas transables en mercados internacionales). En resumen, las BPA implican hacer las cosas bien y mostrar evidencia y garantía de ello.

El 28 de enero de 2002, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea crearon el Reglamento (CE) N.º 178/2002 (Tepper, 2008, págs. 3-4) que es:

...válido para todo alimento humano o animal comercializado en la Unión Europea, incluyendo tanto productos importados como a los que van a ser exportados), por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria y se crea la Autoridad Europea de Inocuidad Alimentaria (EFSA) que tiene como finalidad evaluar y comunicar todos los riesgos asociados a la cadena de alimentos, ya sean para consumo humano o animal. El Reglamento 178/2002 se basa en los siguientes principios:

1. Lograr un nivel elevado de protección de la vida y la salud de las personas, así como proteger los intereses de los consumidores.
2. Proteger la salud y el bienestar de los animales, los aspectos fitosanitarios y el medio ambiente.
3. Asegurar el libre comercio.
4. Se aplicará el concepto del análisis de riesgo, basado en pruebas científicas disponibles.
5. De no existir pruebas científicas suficientes, se seguirá el principio de precaución.
6. Permitir transparencia en el flujo de información, ya sea durante los procesos de consulta pública o cuando sea necesario comunicar algún riesgo de salud para las personas.

El 7 de septiembre de 2007, en Bangkok, el EUREGAP cambio su nombre y logo a GLOBALGAP y ubicó su sede central en Londres. Luego de la creación de esta institución, varios países han desarrollado esque-

mas equivalentes, como Chile, Japón, China, Kenia, México, Tailandia, entre otros.

En el año 2002, en Estados Unidos se aprueba la Ley Contra Bioterrorismo, que entra en vigencia el 12 de diciembre de 2003. Es una iniciativa que establece una serie de disposiciones referidas al suministro de los alimentos y suplementos dietéticos. El propósito de esta ley es preservar la seguridad alimentaria de los habitantes de Estados Unidos frente al bioterrorismo.

Esa ley establece cuatro normativas:

1. Registro de instalaciones alimenticias.
2. Notificación previa de alimentos importados.
3. Establecimiento y mantenimiento de registros.
4. Detención administrativa.

También en 2002, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), junto al Ministerio de Sanidad y Consumo de España, publican un 'Manual de Capacitación sobre Higiene de los Alimentos' y sobre el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) del Sistema de Calidad e Inocuidad de los Alimentos.

En la República Dominicana todo el proceso de inocuidad inicia con DIGENOR, a principios de 1978, con la ayuda y asistencia del Instituto Dominicano de Tecnología Industrial (INDOTEC). En 2012 el Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) sustituye al INDOTEC, con la promulgación de la Ley 166-12. De acuerdo al portal del INDOCAL (2021):

El INDOCAL es la autoridad local responsable de la normalización y la metrología legal, industrial y científica en República Dominicana. Según la ley, es un componente estructural fundamental del Consejo Dominicano para la Calidad, adscrita al Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes. Es descentralizada, de derecho público, con personería jurídica, patrimonio y fondos propios; con autonomía administrativa, económica, financiera, técnica y operativa, con sede en la ciudad de Santo Domingo y competencias a nivel nacional. Esta institución desarrolla y disemina los patrones nacionales de medición del país, así como la verificación, la calibración y la certificación de los instrumentos

de medición. Para esto cuenta con los laboratorios de flujo, masa, temperatura y mediciones eléctricas. Como organismo normalizador, el INDOCAL tiene como funciones organizar las actividades de elaboración, adopción, armonización, aprobación, oficialización, publicación y divulgación de las normas técnicas, con miras a facilitar el comercio y el desarrollo industrial y servir de base a los reglamentos técnicos.

Para estos fines, el INDOCAL instruye al Ministerio de Agricultura para que elaboren normas y manuales de procedimientos específicos para el funcionamiento del Sistema Nacional para la Aplicación de BPA y BPG en la República Dominicana.

Con los reglamentos para la aplicación general de normas y manuales de procedimientos básicos de BPA y BPG, se regula la disposición general de los registros, sistemas de control y trazabilidad. También la salud y práctica de higiene de los trabajadores agropecuarios y del control de plagas en las buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas ganaderas.

En la República Dominicana, el 4 de febrero de 2008, se emite el Decreto N.º 52/08 sobre el 'Reglamento para la Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas Ganaderas (BPG)'. Luego se emiten las resoluciones N.º 18/2005 y 27/2006 que crean el Departamento de Inocuidad Agroalimentaria -DIA- del Ministerio de Agricultura. Ese Departamento realiza la inspección de las unidades de producción, certificación de BPA y BPM y lleva el registro de productores, empacadores y empresas que certifican BPA y BPM.

El DIA adopta la 'Guía Técnica Regulatoria para la Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Producción y Exportación de Vegetales Orientales' en la República Dominicana. Estos son instrumentos de trabajo oficial obligatorios a fin de regular la producción, cosecha, transporte, empaque y procedimientos de exportación de vegetales orientales en la República Dominicana.

El 4 de enero de 2011 se aprueba en Estados Unidos la 'Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA)', la cual sustituye la Ley contra Bioterrorismo. Consta de siete reglamentos:

1. Estándares para el cultivo, cosecha, empaque y manejo de frutas y hortalizas frescas.
2. Controles preventivos para alimentos de consumo humano.
3. Controles preventivos para alimentos de consumo animal.
4. Programas de Verificación de Proveedores Extranjeros (FSVP) de alimentos.
5. Acreditación de terceros.
6. Defensa de los alimentos.
7. Transporte sanitario de alimentos para humanos y animales.

De acuerdo con ACHIPIA (2016):

Esta ley establece normas en la producción primaria, con estándares científicos para el cultivo, cosecha, empaque y manejo de frutas y vegetales frescos. Incluye requerimientos sobre calidad del agua, higiene y salud de los empleados, animales salvajes y domesticados, abono y estiércol de origen animal, equipos, herramientas e inmuebles. También establece una revisión de las Buenas Prácticas de Manufacturas (BPM) actuales, análisis de peligro y controles preventivos basados en riesgo.

(...)

Los importadores deberán verificar que los proveedores extranjeros produzcan alimentos siguiendo las normativas estadounidenses.

En este aspecto, el diagnóstico estará orientado a evaluar si el importador a Estados Unidos cuenta con un sistema, entre los cuales se puede contemplar los siguientes:

- a. Sistema de auditorías anuales de las instalaciones del proveedor.
- b. Plan de muestreo de los análisis de los productos.
- c. Programa de revisión de los registros del sistema de inocuidad del proveedor.

Los requisitos para el transporte de alimentos aplican a quienes envían, reciben y transportan alimentos en los Estados Unidos de América, ya sea por carreteras o ferrocarriles. Igual aplica a los que estén fuera de los Estados Unidos que envíen alimentos por barco o avión y a quienes posteriormente lo transporten por carreteras o ferroca-

riles. Esta ley aplica para todos los establecimientos e instalaciones extranjeras y locales que produzcan alimentos de consumo humano y animal.

El enfoque de estas normas es principalmente microbiológico, no en peligros químicos. Busca minimizar riesgos de muerte y consecuencias para la salud pública. Al igual que muchas normas, tienen sus exenciones.

Para la aplicación de esta Ley FSMA de Estados Unidos, intervienen las siguientes organizaciones:

- FDA: Food and Drug Administration. Agencia reguladora de alimentos y medicamentos del Departamento de Salud Pública, dándole nuevos poderes a esta institución.
- USDA: Departamento de Agricultura de Estados Unidos.
- La Universidad de Cornell es la encargada de capacitación y difusión de los términos de esta nueva ley.

A fin de apoyar la aplicación de estas normas, se hizo una alianza llamada Produce Safety Alliance (PSA). La Alianza entrena y capacita a los productores agrícolas de productos frescos, dentro y fuera de los Estados Unidos, para cumplir con los requisitos reglamentarios incluidos en las Normas de la Ley de Modernización de la Inocuidad de los Alimentos (FSMA). En este esfuerzo participan esas tres instituciones y socios internacionales de los sectores público y privado.

Para el año 2017 el Parlamento Europeo establece el reglamento de la Unión Europea (UE) 2017/625 relativo a los controles y otras actividades oficiales realizadas para garantizar la aplicación de la legislación sobre aspectos como: seguridad alimentaria, sanidad vegetal, organismos genéticamente modificados, sanidad animal, bienestar animal, piensos, subproductos, intereses o información a consumidores y seguridad alimentaria.

En la búsqueda de que la calidad e inocuidad de los alimentos sea voluntaria y no obligatoria, esta puede considerarse como barrera arancelaria al comercio en algunas ocasiones. Calidad e inocuidad resultan un valor agregado y una diferenciación que da oportunidad para ganar mercados, dada la creciente exigencia del consumidor y el reconocimiento de su importancia. También resulta más rentable para el productor, ya que puede lograr mejores precios. Con la aplicación de las normas de las BPA se mejora significativamente la productividad, cali-

dad e inocuidad y el precio de los productos cosechados, con la interacción responsable de variables económicas, ambientales y sociales.

Hoy se busca la homologación entre gobiernos, productores asociados y productores individuales de normativas de seguridad alimentaria para las certificaciones de las Buenas Prácticas Agrícolas. El comercio internacional exige calidad, inocuidad y certificaciones con trazabilidad, entre otros requerimientos, para una agricultura certificada.

c. Peligros y riesgos de contaminación

La inocuidad de los alimentos es hoy la base fundamental de las buenas prácticas agrícolas para evitar su contaminación y proteger la salud de los consumidores. La inocuidad es la condición básica para garantizar alimentos sanos al momento de que el consumidor los ingiera.

Con el incremento del intercambio comercial en los mercados agrícolas, la calidad e inocuidad de los productos influyen significativamente para evitar peligros de transmisión de enfermedades al momento de su consumo. Los peligros de contaminación se presentan en toda la cadena, desde la finca hasta la mesa, y se deben minimizar en todo el proceso productivo, procesamiento y distribución.

La evaluación de riesgos de contaminación en la producción agropecuaria busca identificar los puntos y aspectos del proceso productivo donde pueden ocurrir, para tomar las medidas pertinentes y minimizar ese riesgo. Esa evaluación de riesgos es una herramienta que permite analizar en qué medida un peligro real o potencial puede generar daños a la salud humana.

Los vocablos ‘peligro’ y ‘riesgo’ a menudo se confunden, a pesar de que son diferentes. El riesgo es la probabilidad de que ocurra una alteración y que aparezcan consecuencias no deseadas en un proceso o situación. El riesgo = peligro x exposición, donde el peligro es una condición o característica propia de los agentes o situaciones que pueden causar efectos adversos bajo ciertas condiciones, como una lesión, una enfermedad o cualquier otro daño.

Cuando hablamos de exposición (o contacto) nos referimos a la cantidad de una sustancia, de un agente físico o biológico y a la frecuencia o período de tiempo con la cual entra en contacto con una persona, grupo de individuos o el ambiente. Entonces, para que exista riesgo,

se necesitan tanto el peligro como la exposición; y si alguno de ellos es igual a cero, por multiplicación entonces no hay riesgo.

El riesgo a la salud se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso para la salud humana, como resultado de la exposición (contacto) a un peligro proveniente de agentes microbiológicos, físicos o químicos. El riesgo, a diferencia del peligro, tiene que ver con la probabilidad de que se produzca una alteración o daño cuando hay exposición (o contacto) a un agente peligroso (González 2015). Existen riesgos al inhalar o ingerir sustancias tóxicas, o por ingerir alimentos contaminados por microorganismos.

La evaluación de riesgo es un proceso científico que determina las condiciones de un peligro. De esta misma manera, la gestión de riesgos son las acciones a tomar para que la exposición al peligro no genere inconvenientes. Se debe mantener siempre la identificación de los posibles riesgos en todo el proceso productivo. Un peligro es una fuente, pero no un riesgo en sí mismo.

Los productos de alto riesgo de contaminación son los que se consumen crudos, como las frutas y vegetales: lechuga, tomate, repollo, lechosa, piña, entre otros. Los de mediano riesgo son aquellos que se comen crudos o a medio cocer, como son brócoli, coliflor, tayota, vegetales orientales, etc. Y los de bajo riesgo son aquellos que se consumen cocidos como son papa, plátano, yuca, batata, yautía, etc. Todos los cultivos tienen sus riesgos, los cuales pueden provocar enfermedades de transmisión alimentaria. No a todos los cultivos de exportación se les aplican las normas de inocuidad.

Las enfermedades de transmisión alimentaria -ETA- son producidas por la ingesta de alimentos contaminados o alterados, los cuales pueden afectar a las personas de por vida y hasta producir su muerte. Los principales peligros de contaminación son:

- Peligros microbiológicos.
- Peligros físicos.
- Peligros químicos.

▪ **Peligros microbiológicos**

Los peligros microbiológicos están íntimamente relacionados a contaminantes de origen microbiológico, los cuales son microorganismos patógenos como bacterias, hongos, virus o parásitos. Entre las princi-

pales bacterias que provocan enfermedades de transmisión alimentaria están:

- *Staphylococcus aureus*
- *Bacillus cereus*
- *Clostridium perfringens*
- *Escherichia coli* O157:H7
- *Salmonella* spp.
- *Clostridium* spp.
- *Listeria monocytogenes*
- *Shigella* spp.
- *Campylobacter jejuni*
- *Entamoeba histolytica* (Ameba)
- *Vibrio cholerae*

Las enfermedades provocadas por estas bacterias entran al organismo a través de alimentos contaminados ingeridos. Causan trastornos gastrointestinales, como náuseas, vómitos, dolor abdominal, postración, diarrea, cefalea, fiebre, parálisis progresiva, meningoencefalitis y septicemia, entre otros. Las bacterias se pueden multiplicar rápidamente en condiciones de humedad, alimento y temperatura adecuada a ellas.

Algunas bacterias liberan toxinas que pueden provocar diversas afecciones. Entre esas bacterias están: *Bacillus cereus*, la cual provoca gastroenteritis; y la bacteria *Clostridium botulinum*, que libera una toxina que paraliza los músculos involuntarios, extendiéndose al sistema respiratorio y al corazón. La bacteria *Escherichia coli* O157:H7 libera dos tipos de toxinas: una que provoca diarrea, vómitos y deshidratación y otra que provoca inflamación del intestino grueso.

Igualmente, la bacteria *Staphylococcus aureus* libera una toxina que provoca gastroenteritis con vómitos, diarrea e inflamación de la mucosa gástrica e intestinal. La bacteria *Shigella* spp. libera una endotoxina que afecta la mucosa intestinal, provocando dolores abdominales, diarreas, escalofríos, náuseas y cefaleas de diferentes niveles de gravedad.

Las toxinas también se producen a partir de hongos: mohos (hongo que se desarrolla al aire libre como en lugares húmedos y con baja luminosidad) y levaduras (levadura o fermento) que producen enzimas

capaces de descomponer diversos sustratos, principalmente azúcares, y alguna estructura proteica. Una de las levaduras más conocidas es la especie *Saccharomyces cerevisiae*. Esta levadura tiene la facultad de crecer en forma anaeróbica, realizando fermentación alcohólica y láctica. Las levaduras crecen en numerosos alimentos como cereales, frutas desecadas y secas, así como especias.

Las micotoxinas más comunes en los productos agrícolas son producidas por las especies de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*. Las más comunes producidas en viviendas son del género *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* y *Stachybotrys*, las cuales pueden producir alergias e inflamaciones del sistema respiratorio. Algunas micotoxinas resisten la cocción y congelación de los alimentos. Las micotoxinas se pueden clasificar en aflatoxinas, ocratoxinas, citrinina y patulina, entre otras.

Los virus que generalmente están presentes en los alimentos ingeridos son:

- Norovirus o virus tipo Norwalk
- Rotavirus
- Hepatitis A

Estos causan varias enfermedades originadas por la ingesta de alimentos contaminados, y en muchos casos las personas contaminadas contagian a otras o animales y viceversa. Los síntomas más comunes por alimentos contaminados por virus son: náuseas, vómitos, diarrea, fiebre, malestar, anorexia, molestia abdominal e ictericia. Los virus son partículas pequeñas que sólo se multiplican en un huésped, no en el medio ambiente ni en los productos agrícolas frescos.

La contaminación por virus comúnmente se relaciona con un trabajador enfermo que manipuló los productos agrícolas frescos (vía fecal-oral) o con agua contaminada. Son muy estables en el medio ambiente.

Los parásitos más comunes en alimentos son:

- *Giardia intestinalis* o *Lambliia intestinalis*.
- *Cryptosporidium parvum*.
- *Cyclospora cayetanensis*.
- *Toxoplasma gondii* (toxoplasmosis).
- *Trichinella spiralis*.

- *Taenia saginata* (gusano plano de carne de res).
- *Taenia solium* (gusano plano de carne de cerdo).

Estos parásitos pueden causar diarreas agudas, acuosas y sin restos de sangre, dolor abdominal, anorexia y desnutrición. Los parásitos son protozoarios o lombrices intestinales que solo pueden multiplicarse en un huésped animal o humano. Son comúnmente transmitidos por el agua.

Pueden ser muy estables en el medio ambiente, y los desinfectantes químicos generalmente no los matan. Pueden sobrevivir en el cuerpo durante largos períodos de tiempo antes de causar síntomas.

Un mal manejo en el momento de consumir los alimentos se puede convertir en un criadero de microorganismos patógenos. Las ensaladas mal lavadas, así como los pescados, mariscos y carnes mal manipulados desde la compra hasta la cocción son potenciales fuentes de transmisión de enfermedades alimentarias.

Las enfermedades alimentarias se pueden clasificar en tipos, síntomas y fuentes, según su agente causal, como muestra la tabla 1.

Patógenos y parásitos asociados a alimentos [tomado de (Chavarrías, 2012)]:

- *Aeromonas* sp.: espárragos, brócoli, coliflor, apio, lechuga, pimiento y espinacas.
- *Bacillus cereus*: berro y pepino.
- *Campylobacter jejuni*: cebollas, lechuga, hongos, papa, perejil, pimiento y espinacas.
- *E. coli* O157:H: jugo de manzana, repollo, apio, cilantro, berro y lechuga.
- *Listeria monocytogenes*: repollo, pepino, berenjena, lechuga, hongos, rábanos y tomate.
- *Salmonella*: hojas de remolacha, apio, repollo, melón, coliflor, cilantro, berenjena, hinojo, cebolla, lechuga, perejil, pimienta, espinacas, tomate y sandía, entre otros.
- *Shigella*: apio, melón, lechuga, perejil y cebollín.
- *Staphylococcus*: zanahoria, lechuga, cebolla, perejil y rábano.

- *Clostridium botulinum*: repollo, hongos y pimiento.
- *Vibrio cholera*: repollo, leche de coco y lechuga.
- *Fasciola hepatica*: berro y otros vegetales de hojas.

Tabla 1. Características de las principales enfermedades de transmisión alimentaria según agente causal.

Agente Causal	Tipo	Síntomas	Fuente
<i>Staphylococcus aureus</i>	Bacteriano	Náuseas, vómitos, dolor abdominal, postración, diarrea	Cárnicos y lácteos
<i>Bacillus cereus</i>	Bacteriano	Náuseas, vómitos, diarrea	Granos, pastas
<i>Clostridium perfringens</i>	Bacteriano	Diarrea, náuseas, vómitos	Carnes
<i>E. coli</i> 0157:H7	Bacteriano	Diarrea hemorrágica	Carnes, agua, lácteos
<i>Salmonella</i> sp.	Bacteriano	Cefalea, dolor abdominal, diarrea, náuseas, vómitos, fiebre	Cárnicos, lácteos, vegetales
<i>Clostridium botulinum</i>	Bacteriano	Parálisis progresiva	Enlatados
<i>Listeria monocytogenes</i>	Bacteriano	Meningoencefalitis, septicemia	Lácteos, vegetales
<i>Taenia saginata</i>	Parasitaria	Anorexia, dolor abdominal, desnutrición	Carnes
Norovirus	Viral	Náuseas, vómitos, diarrea, fiebre	Agua, alimentos en general
Rotavirus	Viral	Vómitos, fiebre, diarrea	Agua
Hepatitis A	Viral	Fiebre, malestar, anorexia, molestia abdominal, ictericia	Agua, alimentos contaminados

Los principales orígenes de los contaminantes con peligro microbiológico son: humanos, animales, agua, mejoradores de suelo, construcciones, equipos y herramientas.

Los trabajadores pueden ser fuente de contaminación a través de las heces fecales, y estas transmitirse desde el suelo o el agua por anima-

les domésticos y silvestres. Todo trabajador debe estar bajo un programa de desparasitación, sobre todo si trabajan en cosecha y empaque.

En muchas ocasiones la principal fuente de diseminación de estas enfermedades son los animales domésticos como caballos, ganado, aves, etc. y silvestres como aves, entre otros animales. Por ello se deben desarrollar medidas para evitar la diseminación en finca. Los microorganismos patógenos pueden ser transmitidos por heces fecales directas, alimentación, hozaduras y movimiento de los animales en los campos.

El agua puede esparcir contaminantes en el proceso de producción (riego, aplicaciones de plaguicidas al cultivo, lavado de equipos, etc.), al igual que el agua usada en poscosecha (tanques de agua, enfriamiento, lavado, encerado, limpieza, etc.). Lo mismo puede ocurrir con cualquier evento inesperado como inundación o escurrimiento.

Las frutas y vegetales nunca deben entrar en contacto con el suelo. Se deben utilizar mecanismos seguros para la cosecha como canastos de plástico higienizados, así como también cualquier otro instrumento de cosecha.

El manejo de las instalaciones, equipos, maquinarias y herramientas también puede impactar los riesgos de contaminación con el contacto de los productos agrícolas frescos. Estas pueden albergar microorganismos patógenos, toxinas, micotoxinas, etc. y convertirse en fuente de contaminación. Siempre es importante mantener la higiene en las construcciones, con los equipos y las herramientas.

En la República Dominicana *Escherichia coli* O157:H, *Entamoeba histolytica* (Ameba), *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp. se encuentran entre las principales bacterias que provocan enfermedades de transmisión agroalimentaria. Todas ellas se pueden contagiar en hogares, hoteles, restaurantes y escuelas. Las personas adquieren estas bacterias al consumir productos contaminados como pescados y mariscos, agua, carnes y aves, lácteos y huevos, cereales y derivados, vegetales y productos azucarados, entre otros (Ministerio de Agricultura-RD, 2010).

Los microorganismos patógenos podrían ser introducidos en la cadena por otros productos agrícolas frescos, el agua, las superficies de contacto con los alimentos u otras fuentes contaminadas. Cualquier elemento que entre en contacto con los productos agrícolas frescos puede resultar en la contaminación cruzada, incluyendo las manos de los

trabajadores, ropa, contenedores de los productos agrícolas frescos, mesas de empaque, bandas transportadoras, equipos, herramientas, etc. (Universidad de Cornell, 2019, pág. M1:23).

La mayoría de las enfermedades de transmisión alimentaria provocan trastornos gastrointestinales con síntomas como fiebre, fatiga, deshidratación, dolor de cabeza, problemas renales y del hígado. Si la infección es grave puede, incluso, atentar contra la vida del paciente.

▪ **Peligros físicos**

Los peligros físicos que contaminan los alimentos pueden estar en las instalaciones, equipos, maquinarias, herramientas, etc.

Se debe evitar que aparezcan en los alimentos fragmentos de vidrios, sean de botellas rotas o, sobre todo, de bombillas o cualquier otro material. También son contaminantes materiales extraños como piedra, arena, tierra, polvo, pedazos de metal, etc.

Igualmente, se debe evitar que aparezcan fragmentos vegetales como espinas, semillas y cualquier otra parte de las plantas, así como pedazos de madera provenientes de cualquier lugar en el proceso de cosecha, empaque o transporte. Si se usan paletas de madera, deben ser tratadas y certificadas.

▪ **Peligros químicos**

Los peligros químicos pueden llegar a los alimentos por diferentes vías, desde la siembra hasta la mesa. Sus orígenes pueden ser diversos. Pueden ser contaminantes ambientales (dioxinas, PCB, etc.), tóxicos naturales (de moluscos, por ejemplo), productos de limpieza o productos usados contra plagas urbanas, medicamentos veterinarios, fitosanitarios y fertilizantes, toxinas producidas por bacterias, metales pesados (cadmio, mercurio, plomo, selenio, arsénico, cianuro, entre otros), lubricantes, aditivos auxiliares, cera alimenticia, entre muchos otros.

II. Medio ambiente

Todas nuestras actividades dejan una huella de carbono, la cual es una medida de cuánto se impacta el medio ambiente según la cantidad de dióxido de carbono emitido. Entre las actividades humanas que provocan mayor emisión de dióxido de carbono están: desechos de alimentos, uso de energía producida con derivados del petróleo, uso del transporte, desechos del turismo, etc.

Durante el proceso de fotosíntesis, las plantas absorben dióxido de carbono y liberan oxígeno (O₂). El dióxido de carbono es necesario para nuestra supervivencia pero, en exceso, se ha demostrado que altera el clima y potencializa el efecto invernadero de forma natural.

La naturaleza revierte este proceso de calentamiento global, al absorber y reducir el dióxido de carbono del aire y fijarlo al suelo. Por esto, el cambio climático se puede mitigar de dos maneras: 1) reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, y 2) mejorar los almacenes de carbono de la naturaleza. Evidentemente, hacer las dos cosas resulta de mucho más impacto.

Entre las actividades agropecuarias, la más importante emisora de metano es la ganadería, ya que el ganado lo produce como un subproducto de su digestión. Más del 90% de ese gas llega a la atmósfera a través de sus eructos. El metano es un potente gas de efecto invernadero, que ha atrapado 28 veces más calor que el dióxido de carbono durante 100 años.

La protección de los recursos naturales para el cuidado del medio ambiente es fundamental para evitar los impactos negativos en este. Por ello, siempre se debería implementar la norma ISO 14001:2018 sobre Sistemas de Gestión Ambiental (SGA).

a. Recursos Naturales

Un sistema productivo sustentable cuida los componentes de recursos naturales, de manera tal que se mitiga el impacto ambiental, protegiendo los recursos naturales sin agotarlos, destruirlos ni contaminarlos. Los recursos naturales disponibles y escasos que tenemos que cuidar y proteger son:

- Agua
- Suelo
- Aire
- Biodiversidad

• Agua

El agua es un recurso escaso con tendencia a aumentar su demanda y reducir su disponibilidad. La mayor demanda de agua de uso agropecuario se debe a la necesidad de ampliar la siembra en nuevas áreas, ocasionado por el incremento poblacional y la consecuente demanda de alimentos y materias primas agropecuarias.

Se espera que para el año 2050 seamos 9.3 billones de personas sobre la tierra, con un 60% de disponibilidad del agua que tenemos hoy. Ese incremento de seres humanos requerirá un 50 a 60% más de alimentos, de los cuales el 85% será suministrado por la agricultura. Actualmente estamos en un momento en el que más del 40% de la población está en condiciones de escasez de agua.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2017):

El agua es esencial para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. Es el elemento vital de los ecosistemas, incluyendo bosques, lagos y pantanos. La seguridad alimentaria y nutricional de las generaciones presentes y futuras depende del agua. Sin embargo, nuestros recursos de agua dulce están disminuyendo a un ritmo alarmante. La creciente escasez de agua es ahora uno de los principales desafíos para el desarrollo sostenible. Un reto cada más relevante con la creciente población mundial, con estándares de calidad de vida más altos, cambios en las dietas y la agudización del cambio climático.

La agricultura es la principal causa de la escasez de agua. Representa casi el 70 por ciento de todas las extracciones de este recurso, y hasta el 95 por ciento en algunos países en vías de desarrollo. Sin embargo, hay mejoras que podemos hacer en lo que respecta a la forma en que usamos el agua para producir alimentos. Por ejemplo, la elección de los cultivos es relativa a la cantidad de agua que estos necesitan.

El agua es el recurso natural más importante para la preservación de la vida en la tierra. Su conservación es de vital importancia para el futuro del planeta, por lo que debemos cuidarla y conservarla con programas específicos para mejorar la sostenibilidad productiva y la calidad de

vida. Según el Programa ONU-DAES (s.f.), este líquido es «Es un recurso que resulta indispensable para la salud y el bienestar humano, así como para la preservación del medio ambiente.»

El ahorro del agua inicia en nuestras propias casas, con el uso de las duchas, inodoros, lavaplatos, limpieza, lavado del carro, etc. Así mismo, con el riego en la agricultura, aplicando tecnología de regadío, tecnologías con agricultura de precisión, cultivos biotecnológicos resistente a sequías, etc.

De acuerdo al Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, s.f.)

El ciclo del agua describe la presencia y el movimiento del agua en la Tierra y sobre ella. El agua de la Tierra está siempre en movimiento y constantemente cambiando de estado, desde líquido, a vapor, a hielo, y viceversa. El ciclo del agua ha estado ocurriendo por billones de años, y la vida sobre la Tierra depende de él; la Tierra sería un sitio inhóspito si el ciclo del agua no tuviese lugar.

En este sentido, la conservación o cuidado del agua implica la aplicación de medidas alternativas y acciones para un uso responsable. Es urgente iniciar programas sobre la reducción del gasto del agua, para lo cual se necesita un conjunto de técnicas sustentable que conlleven a preservar, proteger, reducir, mantener y ahorrar el agua para las futuras generaciones.

Este líquido debe ser usado de forma eficiente, sin que se contamine. Los contaminantes pueden ser generados por agentes microbiológicos, físicos o químicos. Las alteraciones microbiológicas del agua vienen dadas por bacterias, virus y parásitos que sobreviven en el agua. Esa contaminación puede ocurrir por los animales o los seres humanos, al depositar en sus fuentes o cauces materias fecales y otros elementos.

De acuerdo con el Programa ONU-DAES (s.f.), en un día mueren alrededor de 3,900 niños a causa del agua sucia y de la falta de higiene. Las enfermedades transmitidas a través del agua o de los excrementos humanos constituyen la segunda causa de muerte infantil en el mundo, después de las enfermedades respiratorias.

La contaminación física del agua puede ser provocada por la influencia de cambios de temperaturas, color, sabor, olor, suspensiones, etc.

Las químicas se relacionan con el contenido de ácidos, solventes, fertilizantes, fitosanitarios u otros elementos volcados a las fuentes de aguas que vienen de lavados de establos, residuos de todo tipo (descargas industriales, etc.), sea de forma accidental o intencional.

- **Suelo**

El suelo es un recurso no renovable que cumple un rol fundamental en la producción de alimentos y el cuidado del planeta, por lo que merece ser respetado y preservado. El suelo es el sustrato natural en el cual se desarrolla la vida de los seres humanos, plantas y animales. Es el producto de un proceso de descomposición de rocas y otros minerales, y está compuesto de elementos microbiológicos, físicos y químicos, que determinan su riqueza. La calidad del suelo es básica para la producción agropecuaria y forestal. La relación que se dé entre suelo, agua y plantas determina la productividad de un sistema. Hoy el 25% del suelo fértil se ha degradado.

Es fundamental dar un manejo adecuado al suelo, siendo este un recurso natural agotable y la base de nuestra producción. El suelo es nuestra fábrica de alimentos. Su conservación depende del usuario para el cuidado de la erosión, su contaminación y la degradación de su fertilidad. La pérdida del suelo depende de factores como la erosión, la contaminación y la degradación de su fertilidad:

- *Erosión*

Es un proceso natural de degradación determinado por el viento y el agua. Si la erosión la provoca el agua, se llama hídrica; y si la causa el viento, eólica. Estos dos factores (viento y agua), junto a la pendiente del terreno, favorecen la erosión. Este fenómeno puede dejar al suelo sin cobertura vegetal. Se debe evitar la pérdida del suelo, porque este es la matriz del desarrollo de la vida.

De acuerdo a la FAO (2018) la pérdida de suelo afecta el agua que bebemos, el aire que respiramos, todos los organismos del planeta, el medio ambiente y la producción de los alimentos que consumimos, los cuales son claves para la seguridad agroalimentaria. Un centímetro de suelo puede tardar entre 100 y 1,000 años para formarse. Esto da una idea de lo importante que es evitar la erosión del suelo.

- **Contaminación**

La contaminación del suelo puede ser biológica o química. Ambas provocan una reacción en cadena que afecta la biodiversidad y el agua subterránea, reduciendo la materia orgánica que es el filtro de los contaminantes.

La contaminación de los suelos puede ocurrir por la acción del hombre, por el mal uso de sustancias químicas, y de forma natural. En la formación del suelo se liberan sustancias que también pueden alcanzar niveles tóxicos.

A fin de evitar su contaminación y degradación, se deberá establecer un manejo para la conservación, restauración o recuperación del suelo. El suelo puede retener el triple de carbono que la atmósfera, evitando la migración de dióxido de carbono a la atmósfera, el cual contribuye al efecto invernadero que provoca el calentamiento global. Por eso, el cuidado del planeta debe comenzar en el suelo, siendo este un filtro para los contaminantes y la base de la biodiversidad.

- **Degradación de la Fertilidad**

La degradación de la fertilidad de los suelos puede ser biológica, física o química. La degradación biológica ocurre cuando se reduce la materia orgánica. La degradación física puede ser por la pérdida de la estructura del suelo, provocando la disminución de la permeabilidad, o capacidad de retención del agua. La degradación química puede ser causada por la pérdida de nutrientes por acidificación o salinización, entre otras.

- **Aire**

El principal componente del aire es el vapor del agua. El resto se distribuye en oxígeno, dióxido de carbono y otros. La calidad del aire puede disminuir por las actividades humanas, los procesos industriales, la minería, la agricultura y la pecuaria. Su contaminación puede ocurrir por fenómenos naturales y por las actividades de los seres humanos, siendo esta última la de mayor preocupación.

El aire puede ser afectado por la liberación de carbono y formación de dióxido de carbono (CO₂) con el oxígeno. La contaminación del aire puede ocurrir, principalmente, por:

- Partículas en suspensión (polvo, humo) que provocan afecciones respiratorias y reducción de la fotosíntesis.

- Contaminantes gaseosos, los cuales pueden ser emitidos por:
 - Sustancias en degradación,
 - La digestión de animales,
 - La combustión, que puede provocar el efecto invernadero y el calentamiento global.

• Biodiversidad

La naturaleza está compuesta por la sumatoria de los componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos). De acuerdo al Convenio de Diversidad Biológica (ONU, 1992), la biodiversidad o diversidad biológica «es la variabilidad de los organismos vivos que conforman los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la variabilidad genética de las especies, la diversidad entre especies y entre ecosistemas.»

La biodiversidad incluye plantas (flora) y animales (fauna) mayores y menores, además de otras formas de vida como son los hongos, bacterias, virus, etc. Un ecosistema está determinado por los organismos vivos y sus variadas relaciones de alimentación, reproducción, mutualismo, etc.

Las redes de relaciones de alimentación entre los organismos vivos determinan las llamadas cadenas tróficas. Los animales herbívoros (que se alimentan de plantas) constituyen el alimento básico de otros grupos de animales, los cuales servirán de alimento a otros, formando la cadena de alimentación. Su ruptura se traduce en un número de especies amenazadas que quedan sin alimentación.

La interrelación y el equilibrio entre agua, suelo, aire y biodiversidad influyen en gran medida sobre la flora y la fauna. Es por esto que, en todos los casos, los recursos naturales se deben manejar con mucho cuidado sin agotarlos, destruirlos ni contaminarlos, manteniendo vivo el sistema productivo de manera sustentable para tener una agricultura sostenible. Es por ello que la producción agrícola se debe manejar con un enfoque de manejo de cultivos en buenas prácticas agrícolas.

b. Impacto ambiental

Los principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables al cultivar alimentos con buenas prácticas agrícolas están fundamentados en la protección del medio ambiente para la reducción de la huella de carbono. Con la reducción de la huella de carbono se reduce la

cantidad de dióxido de carbono que va a la atmósfera y se regulan los niveles equilibrados de oxígeno en el aire. Eso contribuye a evitar el efecto invernadero y el calentamiento global del planeta y que estos provocan. Los efectos del cambio climático se pueden convertir en un detonante de escasez y altos precios de los alimentos, por los efectos de sequías, inundaciones y ataques de plagas y enfermedades, y afectar la seguridad alimentaria.

La huella de carbono es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero que produce el ser humano al fabricar un producto o realizar sus actividades diarias. Es la huella que dejamos a nuestro paso en el planeta, la cual se expresa en toneladas de CO₂ emitidas en cada una de estas actividades. Todas nuestras actividades dejan una huella que impacta el medio ambiente.

El carbono es un elemento químico que siempre ha estado en la naturaleza y posibilita la vida en el planeta. Se puede encontrar en tres estados, líquidos (todo lo que se encuentra bajo la tierra como el petróleo), sólido (en casi todas las cosas que existen, como animales, plantas, suelo, seres humanos, etc.) y gaseoso (en el aire cuando las materias orgánicas se pudren o se queman). El carbono que constituye los seres vivos en algún momento se libera a la atmósfera, se une con el oxígeno (O₂) del aire y forma el dióxido de carbono que es uno de los gases de efecto invernadero.

Las plantas captan y absorben el dióxido de carbono a través de la fotosíntesis, liberan el oxígeno al aire y acumulan en su interior el carbono (C), que es el elemento que necesitan para crecer. Al fijar carbono atmosférico a su estructura, los árboles y las plantas se convierten en actores fundamentales en la reducción del dióxido de carbono en la atmósfera, asegurando la vida en el planeta.

La huella de carbono es un índice de evaluación de los impactos ambientales que un producto, proceso u organización ocasiona sobre el planeta, a lo largo de su ciclo de vida. Además de la huella de carbono, son importantes la huella ambiental, la huella ecológica, hídrica y la huella social, ya que todas provocan un impacto ambiental.

En la Unión Europea la huella ambiental de los productos y de las organizaciones es una medida multicriterio del comportamiento ambiental de un bien o servicio, o de una organización que proporciona bienes o servicios, a lo largo de su ciclo de vida.

En la huella ambiental se estudian varias categorías de impacto ambiental: acidificación, agotamiento de la capa de ozono, agotamiento del agua, agotamiento de minerales fósiles, cambio climático, ecotoxicidad (para ecosistemas de agua dulce), efectos a la salud humana (tanto por cancerígenos como por no cancerígenos), partículas/sustancias inorgánicas con efectos respiratorios, eutrofización (terrestre, de agua dulce y marina), formación de ozono fotoquímico, radiación ionizante (tanto por efectos sobre la salud humana como sobre ecosistemas) y, finalmente, la transformación del terreno.

La huella ecológica representa el área de recursos naturales (agua, suelo, aire y biodiversidad) ecológicamente activa que utiliza una actividad, comunidad o proceso de reabsorción de residuos a lo largo de un período de tiempo.

La huella hídrica-agua es la evaluación de los impactos ambientales que un producto, proceso u organización que ocasiona sobre el agua, a lo largo de su ciclo de vida. La huella hídrica es el volumen de agua dulce usada para producir un producto, medida a lo largo de toda la cadena de suministro. La huella social es el impacto que nuestra vida tiene sobre otras vidas.

Los principales impactos ambientales por las actividades agropecuarias ocurren en el suelo, agua (ríos y aguas subterráneas), aire y biodiversidad, con el uso intensivo de las maquinarias agrícolas y sus emisiones contaminantes, la compactación de los suelos, la aplicación de fitosanitarios y fertilizantes, la erosión del suelo y la eliminación de la diversidad biológica (vegetal y animal).

Entre las amenazas por el impacto del cambio climático están las siguientes (Reyes, 2018):

- Aumento temperatura atmosférica y el suelo.
- Alteraciones niveles del CO₂ en la atmósfera.
- Incremento en el nivel del mar.
- Cambios en el ciclo, calidad y disponibilidad agua.
- Incrementos de desastres climáticos (inundaciones y sequías).
También la aparición de pandemias.
- Incremento en la incidencia de plagas y enfermedades.

Otros impactos que se pueden tener con el cambio climático son:

- Pérdida de cosechas/falta de alimentos
- Inundaciones
- Sequía
- Escasez de agua dulce
- Más carbono
- Menos pesca
- Ola de calor extremo
- Elevación de los océanos
- Aumento de frecuencia de huracanes
- Calentamiento de los glaciares/deshielo
- Con la alteración de CO₂ en la atmosfera está provocando la acidificación del agua de los océanos y su efecto a la biodiversidad.

Entre los trabajos a realizar por el cambio climático están:

1. Construcción de reservorios en periodos de lluvia y regular su uso
2. Cambio de sistema de riego
3. Conservación de las montañas
4. Los cultivos en la parte alta cambiarán, buscar nuevos cultivos como el café o su adaptación
5. Reorganización territorial en área de incidencia de inundaciones
6. Variedades resistentes a sequía
7. Banco de semillas para garantizar su abastecimiento

c. Agricultura regenerativa

En el proceso de implementación de las buenas prácticas agrícolas, para mantener los recursos naturales sin agotarlos, destruirlos ni contaminarlos, es necesario trabajar en la conservación de estos. En muchos casos nos encontramos con suelos que están agotados y debemos cerrar el ciclo mejorando su capacidad productiva, manteniendo vivo el sistema productivo.

La agricultura regenerativa integra la agricultura, la ganadería y la silvicultura. Es el eje de un sistema alimentario sostenible, el cual debe ser capaz de hacer rentable las explotaciones silvoagropecuarias, re-

duciendo sus gastos y aprovechando las potenciales relaciones simbióticas entre animales, plantas y vida en el suelo.

Esta es una metodología agrícola, ganadera y forestal que persigue la sostenibilidad, reduciendo el impacto químico e industrial por el efecto auto regenerativo de la naturaleza. Con la agricultura regenerativa se busca proteger y reponer el suelo, agua, aire y biodiversidad para la sustentabilidad en la producción. La agricultura convencional, en cambio, ha provocado la destrucción de la fertilidad de los suelos, reducción del ciclo del agua, contaminación del aire y la reducción de la biodiversidad, bajo una agricultura extractiva y degenerativa.

Según el sitio de Internet Heraldo del Campo (2018), este concepto de agricultura regenerativa fue impulsado y difundido por el australiano Darren Doherty, quien a través de diversas investigaciones sostiene que «El agricultor no solo debe ganar dinero, debe hacerlo de la mejor manera posible.» Considera que la práctica regenerativa une en un solo propósito la rentabilidad y la protección del medio natural. Para este concepto resulta imprescindible tener una nueva visión, más respetuosa, de un mundo diferente, acentuando su carácter cíclico y considerando que el medio ambiente es capaz de regenerarse y continuar su ciclo productivo.

La agricultura regenerativa incluye regeneración de suelos, captura de agua, fomento de la biodiversidad y creación de comunidad. Se busca dejar descansar el suelo al no usar fertilizantes inorgánicos, fitosanitarios, arados, etc.

La agricultura regenerativa es también llamada 'agricultura del carbono', porque las plantas secuestran el carbono retirándolo de la atmósfera, depositándolo en el suelo, regenerando y revitalizando este y el ecosistema. La manera más sencilla, directa y natural de capturar dióxido de carbono de la atmósfera es mediante las plantas. Con el aumento de la superficie de plantas «...se captura más dióxido de carbono de la atmósfera, debido al proceso natural de fotosíntesis. Así, cuantas más plantas haya, más carbono se captura» (Energyvm.es, 2020).

La agricultura regenerativa contribuye con la conservación del suelo por la retención de carbono. Esto ocurre mediante la retención fotosintética del CO₂ atmosférico que se deposita en la materia orgánica del suelo. Los carbohidratos que las plantas producen a través de la fotosíntesis se depositan en el suelo a través de las raíces.

El planteamiento principal del modelo de agricultura regenerativa supone aprovechar o reexplotar el suelo, dotándolo de aquellos componentes que se han perdido con la explotación agrícola del mismo. De esta forma, al regenerar las propiedades de la tierra, puede volver a explotarse. La agricultura regenerativa es un recurso disponible para frenar y revertir el fenómeno del calentamiento global.

De acuerdo al sitio EcoInventos.com (2021), la aplicación de los principios de la agricultura regenerativa tiene como objetivo:

Reconstituir los equilibrios biológicos necesarios para el bienestar de los ecosistemas agrícolas, que a su vez son esenciales para la fertilidad. Todas estas acciones tienen como objetivo aumentar las reservas de carbono orgánico en el suelo.

Por lo general, la conversión a la agricultura regenerativa ofrece buenos rendimientos tras 3-5 años de transición, dependiendo también del tipo de cultivo y de las condiciones locales de suelo y clima.

Entre las prácticas que se pueden establecer para ayudar a una agricultura regenerativa están:

- Dejar descansar la tierra con el cese de uso de arado, fertilizantes químicos inorgánicos y el uso de fitosanitarios.
- Sembrar diversas especies de cultivos de cobertura, incluyendo leguminosas. Los suelos con cubierta vegetal actúan como una esponja que retiene agua y alberga vida y nutrientes.
- Uso de compost y otros materiales de origen vegetal.
- Reducir la práctica de monocultivos.

Con estas prácticas se tienen las siguientes ventajas (Ecoinventos.com, 2021):

- Reconstrucción orgánica y mineralización del suelo, con recuperación de la fertilidad.
- Absorción de dióxido de carbono.
- Reducción drástica de las emisiones y del consumo de recursos debido al laboreo.
- Parada de la erosión del suelo, también útil para la seguridad hidrogeológica de los territorios.

- Protección de las aguas subterráneas, gracias a la reducción o ausencia de escorrentía de pesticidas y fertilizantes.
- Reducción de los costes debidos a la gestión y los tratamientos con plaguicidas.

Otras ventajas atribuibles a este sistema son las siguientes:

- Captura de agua de escorrentía por infiltración provocada por lluvias torrenciales.
- Retener el agua y evitar su pérdida, entrando en el acuífero.
- Subir el nivel freático, formar corredor ecológico.
- Sistema productivo integrado.
- Recuperar el ecosistema de agua, suelo y biodiversidad.

III. Seguridad y salud ocupacional

La seguridad y salud ocupacional, también llamada seguridad y salud en el trabajo, se establece en la Norma ISO 45001-2018, que se debe implementar dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST). En ella se incluyen la seguridad, la salud y los riesgos laborales junto a las condiciones laborales que el trabajador debe tener.

a. Seguridad

La seguridad en el trabajo es el conjunto de técnicas y procedimientos para evitar accidentes laborales. La seguridad, salud e higiene laboral está íntimamente ligada a las buenas prácticas agrícolas, por ser los trabajadores agropecuarios los primeros en manipular los alimentos que vamos a consumir. Es un proceso cuya responsabilidad comparten el empleado y el patrono.

A través de políticas de seguridad y salud ocupacional, se tienen definidas las reglas por las cuales deben regirse los empleados y los patronos dentro del marco de la seguridad y salud en el trabajo. En el caso dominicano, estas políticas están plasmadas en la aplicación del Reglamento establecido en el Decreto N.º 522-06, del 17 de octubre de 2006, sobre seguridad y salud en el trabajo, proveniente de la Ley 87-01.

Las personas que, sin intención, violen las reglas de seguridad podrían ocasionar accidentes que involucren lesiones personales, muertes o daños a la propiedad. Pueden ser suspendidas del trabajo o sancionadas de algún u otro modo, dependiendo el grado de daño.

Los efectos adversos de las condiciones de trabajo pueden provocar accidentes e incidentes de trabajo, enfermedades profesionales, ausentismo, rotación de personal y mal clima organizacional. Todo esto tiene como consecuencia una disminución de la productividad de la empresa y un deterioro de la calidad de vida de los trabajadores.

Entre las principales normas de seguridad que deben respetarse y cumplirse en los lugares de trabajo están las siguientes:

- No tener ni consumir bebidas alcohólicas.
- No trabajar en estado de ebriedad.

- No tener ni consumir drogas.
- Es prohibido correr dentro de los establecimientos, salvo casos de extrema urgencia o para salvaguardar la integridad.
- No fumar.

Se debe guardar la compostura en todo momento, no provocar alborotos ni bromas en las cuales puedan verse perjudicadas personas o las instalaciones. Ninguna persona debe poner en marcha equipos sin previa autorización. Es obligación de todo personal informar al responsable del área cualquier anomalía que detecte. El personal deberá usar, con carácter 'OBLIGATORIO', el equipo de protección personal para el desarrollo del trabajo asignado. También es obligatorio para todo el personal mantener el orden y la limpieza en los lugares de trabajo antes, durante y después de la ejecución de las tareas.

La seguridad y salud en el trabajo son derechos fundamentales que tienen los trabajadores para proteger su integridad física, mental y social por medios preventivos con la eliminación, minimización y control de los riesgos laborales. También tienen el deber de proteger el medio ambiente y la propiedad, cuyos beneficios recaen directamente en los trabajadores, sus familias, los empleadores y el estado.

La preservación de la seguridad y salud de los empleados de una empresa constituyen las bases para la preservación de su fuerza laboral, siendo este el valor más importante de la empresa. Las principales funciones del sistema de seguridad y salud en el trabajo son establecer normas adecuadas de salud y riesgos laborales de acuerdo a las disposiciones legales vigentes.

b. Salud ocupacional

La salud del trabajador incluye las condiciones laborales desde el ambiente laboral (físico y psicológico), la jornada laboral y su vida social, así como la higiene en el trabajo, incluyendo servicios médicos, prevención de riesgos y servicios de educación y orientación.

La salud, en relación al trabajo, no solamente es la ausencia de afecciones o enfermedades, sino también es el estado de bienestar físico, mental, social y ambiental que afectan la salud de los trabajadores. El riesgo laboral es una condición con el potencial suficiente para generar accidentes o enfermedades profesionales.

Para la protección de la salud, se deben establecer condiciones laborales adecuadas e higiene en el trabajo.

1. Las condiciones laborales

La realización o ejecución del trabajo puede ser impactado por tres condiciones: el ambiente laboral, la jornada de trabajo y la vida social del trabajador.

1.1 Ambiente laboral

En este influyen dos condiciones, la física o estructural y la mental o psicológica. En el área física o estructural se deben proveer instalaciones que mejoren sus condiciones de estar y ergonomía, como son la disponibilidad de servicios de área para descanso y almuerzo, baños, inodoros y lavamanos.

Las áreas de descanso y almuerzo para el sector agrícola deben ser enramadas con mesas, sillas, agua potable, platos, vasos, cubiertos, música en los momentos de descanso de las labores (si es posible), etc.

Se debe disponer de iluminación en los baños, inodoros y lavamanos (si son usados de noche). Deben poder usarlos tanto hombres como mujeres (cada uno en su tiempo), tener papel y cestos para residuos, toallas, desinfectante de manos, jabón líquido o gel y *lockers*, entre otros. Los baños deben ser suficientes de acuerdo al personal que labora en la finca (1 baño para 15 a 20 personas). Se debe proveer agua potable a los trabajadores durante la jornada de trabajo, a razón de ocho vasos de agua por día por persona. En estas instalaciones se deben tener contenedor para aguas residuales, botes de basura, etc. y mantener un control de vectores como cucarachas, ratas, moscas, mosquitos, etc. (Universidad de Cornell, 2019, pág. M2:12).

Igualmente importante es mantener un botiquín de primeros auxilios que contenga acetaminofén, termómetro, bacterodine, solución salina (suero), tijeras, compresas oculares, compresas de gasa estéril pequeña, esparadrapo (z-o), algodón, jabón de cuaba y carbón activado en polvo o en cápsulas.

El bienestar psicológico o mental, representa un factor importante que muchas veces influyen más en un trabajador que las físicas o estructurales. Optimizar este clima requiere perseverancia, y es una labor de todos los mandos de la empresa (medios y altos) para que estos tengan la mejor relación con su personal. La presión de trabajo, monotonía y malos tratos crean efectos psicológicos devastadores en el

trabajador. Con buen trato al personal la armonía de los trabajadores crecerá, así como su identidad, lealtad con la empresa, disposición al mayor esfuerzo y, por lo tanto, aumentará su eficiencia con mayores rendimientos para beneficio de la empresa.

1.2 Jornada de trabajo (tomado del Código de Trabajo; ver: Congreso Nacional-RD (1992).

La jornada de trabajo es el tiempo que el trabajador dedica a rendir una labor en la empresa. Es el tiempo que el trabajador no puede utilizar libremente, por estar a la disposición de su empleador.

Las jornadas de trabajo pueden ser de diversas índoles: jornadas diurnas, nocturnas y mixtas. La duración normal de la jornada de trabajo es la determinada en el contrato. No podrá exceder de ocho horas por día ni de cuarenta y cuatro horas por semana. La jornada semanal de trabajo terminará a las doce horas meridiano del día sábado.

El Ministerio de Trabajo podrá disponer, mediante resolución, que la jornada semanal de trabajo podrá ser determinada o establecida para que termine a una hora diferente a la señalada anteriormente. Esto puede hacerse en atención a los requerimientos de ciertos tipos de empresas o negocios y a las necesidades sociales y económicas de las distintas regiones del país, y siempre previa consulta con los representantes de los trabajadores.

Los trabajadores tienen derecho a un descanso semanal ininterrumpido de treinta y seis horas, el cual será convenido entre las partes.

1.3 Vida social del trabajador

La vida social del trabajador en su medio ambiente, economía, su hogar y familia, inciden en su higiene mental. Para mejorar la calidad de vida del trabajador y su eficiencia, algunas empresas constituyen un Departamento de Asistencia Social, mediante el cual se le orienta en:

- Planificación económica
- Relación pareja e hijos
- Violencia intrafamiliar
- Salud
- Deportes
- Manejo de estrés
- Otros

2. Higiene en el trabajo

La higiene en el trabajo es un conjunto de procedimientos y normas cuyos objetivos son la protección física, mental y social del trabajador, mediante la erradicación de los riesgos de salud inherentes a las tareas del puesto de trabajo y al lugar donde se desarrolla.

Se calcula que alrededor de 10 a 30% de los alimentos infestados la adquieren por mala manipulación del personal de finca. Así se transmiten muchas enfermedades como la salmonelosis, hepatitis, disentería, listeriosis, entre muchas otras.

Los trabajadores pueden ser portadores de microorganismos patógenos como *Shigella*, *Staphylococcus*, Hepatitis A, Norovirus y otros. Estos se pueden propagar en la manipulación de los cultivos y productos cosechados mediante heces fecales, ropa, manos, piel, pelo, oídos, nariz, boca, zapatos, herramientas y equipos, así como por enfermedades y heridas. Las prácticas de higiene deben ser permanentes y evitar la contaminación cruzada (Universidad de Cornell, 2019, pág. M2:2).

Mientras se realizan actividades de cosecha y empaque, el trabajador debe tener los siguientes cuidados en las diferentes áreas del cuerpo:

- En la piel: evitar heridas, rasguños, ojo de pescado, abscesos, etc. Mantener siempre las manos cubiertas con guantes.
- El pelo: se muda continuamente y, además, puede estar afectado por caspa y pueden caer en las cajas y envolturas. Se sugiere lavar el pelo antes de iniciar trabajos de empaque y usar gorros. Si tiene barba, usar cubre barbas (mascarilla) o mantenerse rasurado. No peinarse mientras lleva puesta la ropa de trabajo.
- Los oídos, nariz y boca: son cavidades de alta peligrosidad durante el manejo de productos, ya que en ellas habitan bacterias que pertenecen a su flora normal. El *Staphylococcus* se encuentra en la nariz y boca del 40 a 45% de las personas adultas. No deben introducirse los dedos al oído, nariz o la boca. Evitar toser, estornudar o sacudirse la nariz.

La vestimenta es vehículo que transporta polvo, pelos y otros contaminantes que pueden provocar intoxicaciones alimentarias, por lo que debe cambiarse y lavarse periódicamente. Se debe mantener la higiene en todo momento, sea llenando huacales, en el transporte, operando equipos, en el suministro de agua, en el manejo de personal y en los propios productos alimenticios.

Las prácticas de higiene deben ser obligatorias para empleados y visitantes, según su contacto con los cultivos o áreas de empaque y procesamiento. Se debe establecer un protocolo de higiene con un instructivo de higiene a seguir, con ilustraciones en los idiomas del personal que labore. Este debe incluir el lavado de manos siempre después de usar el baño, antes de comenzar o regresar de trabajar, antes y después de comer y fumar, antes de ponerse los guantes, después de tocar animales o desechos de animales y en cualquier otro momento en que las manos se hayan podido contaminar. Tanto orinar como defecar deberá hacerse en el sanitario, no en el campo ni próximo a las áreas de producción (Universidad de Cornell, 2019, pág. M2:17).

La lista de documentos de servicio de higiene debe incluir los siguientes: un formulario con nombre del trabajador, hora de lavado de manos, supervisar ausencia de joyería, recorte de uñas, uniforme completo, higiene personal (baño y ropa). Se debe tener un protocolo para los trabajadores y visitantes que incluya una lista de visitantes.

El programa de higiene requiere un estudio previo de las variables que puedan incidir en hacer el trabajo insalubre. En consecuencia, se requiere de un plan de higiene.

2.1 Servicios médicos

Se requieren servicios médicos para poder prevenir que personas enfermas o infectadas contaminen frutas y vegetales con microorganismos que afecten la salud del consumidor. Toda persona que presente náusea, vómito, diarrea, fiebre, ictericia, dolor de garganta con fiebre, una lesión expuesta que contenga pus (tal como una llaga o herida), pérdida de apetito, dolor abdominal, entre otros síntomas, debe notificarlo a su superior y se debe excluir del trabajo.

Se debe instalar un dispensario médico para prestar los servicios de primeros auxilios en caso de accidentes o molestias de salud. Esto apoyaría los chequeos médicos rutinarios de los trabajadores y empleados, con la realización de jornadas de salud y exámenes anuales para detectar enfermedades infecto-contagiosas con análisis generales que incluyan: coprocultivo seriado, cultivo nasofaríngeo, prueba de tuberculosis, prueba de hepatitis, y reportar las enfermedades diagnosticadas. Se debe contar con un botiquín de primeros auxilios accesible en el área de trabajo ubicado en las instalaciones de estar.

A todo personal que inicia se le debe hacer examen médico preempleo para asegurarnos que el nuevo empleado disfruta de buena salud y no posee condiciones limitantes para realizar las labores para las que fue contratado y no contaminar a otros. Los análisis preempleo son los siguientes: hemograma, orina y radiografía del tórax, y un chequeo médico preventivo.

A los empleados de la organización que están en contacto permanente con fitosanitarios, como los aplicadores y los encargados de almacén, se les debe mantener un historial clínico con análisis rutinarios cada seis meses de: hemograma, glucemia, urea, creatinina, enzimas hepáticas (TGO y TGP), colinesterasa plasmática, orina, radiografía del tórax, y un chequeo médico preventivo.

Los registros de salud que se deben llevar a los trabajadores y empleados son de salud (salud asistencial y primeros auxilios), salud ocupacional (exámenes preempleo, exámenes médicos de control periódico, medicina preventiva, ausentismo por incapacidad médica, educación en salud, enfermedad profesional) y establecer un informe anual de incapacidades médicas y las causas. Estos se deben acompañar de un resumen comparativo que contenga: año, ausentismo por incapacidad médica, días perdidos, personas incapacitadas, educación en salud e índice de frecuencia de enfermedades profesionales.

2.2 Prevención de riesgos

Los riesgos laborales a que están sometidos los trabajadores pueden ser: físicos (altas temperaturas, radiaciones, ruidos, etc.), químicos (intoxicaciones, fuertes olores, dermatitis, etc.) y biológicos (microorganismos). De acuerdo con la Escuela Agrotécnica Los Pioneros (s.f.), de Argentina:

Un problema especial puede presentarse cuando el establecimiento es visitado por personas ajenas al establecimiento, ya sea por situaciones circunstanciales o porque se acercan a realizar compras, ventas o consultas puntuales. Es importante que los visitantes conozcan y cumplan las pautas de seguridad e higiene establecidas, por eso los carteles pueden ser un importante aliado en ese sentido. Una práctica muy interesante es llevar un libro de visitas, con lo que se obtiene un doble propósito, dejar registradas a las personas que nos visitan y que las mismas expresen su opinión con respecto a nuestro establecimiento. Este tipo

de documentación ayuda a que todo el personal se comprometa y valore las medidas de seguridad propuestas.

La prevención de riesgos incluye el control periódico de vectores en las áreas de trabajo, principalmente en las instalaciones de estar de la finca.

2.3 Servicio de educación y orientación

La seguridad y salud debe ser un compromiso basado en mantener controles preventivos de todas las operaciones de la empresa, con la finalidad de fomentar la prevención de accidentes a través de programas de capacitación y entrenamientos. Con estas se ayuda a crear una cultura de seguridad y salud, con oportunidades de mejoras continuas.

La capacitación es el proceso educativo de corto plazo, aplicado de manera sistemática y organizada, por medio del cual las personas adquieren conocimientos técnicos, teóricos y prácticos, desarrollan habilidades y competencias en función de objetivos definidos para el cambio de sus hábitos de vida. La capacitación es la mejor herramienta de prevención de accidentes.

Para identificar las necesidades de capacitación se parte de un diagnóstico, se evalúa la situación actual (análisis organizacional) y se determina dónde queremos llegar, basados en una visión de futuro en la que las tendencias definen las estrategias.

Se establece un plan derivado del diagnóstico de las necesidades de capacitación, con la definición de los siguientes puntos:

- definición del objetivo de la capacitación;
- definición de módulos, cursos o programas;
- determinación del tiempo requerido;
- determinación de contenidos a entregar;
- selección de los métodos a aplicar;
- identificación de recursos a utilizar;
- definición de la población meta;
- identificación del lugar, costos y controles.

Establecido el plan, se procederá a su implementación y, finalmente, a la evaluación de los resultados.

Las razones y beneficios para que una empresa adopte un programa de capacitación son la oportunidad de tener un personal más capacitado y motivado para poder enfrentar los nuevos retos, con nuevos conocimientos, actualizado, preparado y altamente competitivo. Se debe establecer un programa de capacitación para los diferentes mandos: alto, medio y bajo (debe incluir todos los manipuladores temporales y estacionales) con capacitación según labor a realizar.

En las capacitaciones generales se debe incluir el concepto general de las buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de higiene, buenas prácticas de manufactura, manejo ambiental, prevención de accidentes, primeros auxilios, procedimiento de higienización en instalaciones, maquinarias, equipos y herramientas. En cada área de trabajo especializada se debe establecer un programa de capacitación.

Entre las principales áreas de trabajo en fincas agropecuarias están los aplicadores de fitosanitarios, colectores o cosechadores, manipuladores de la cosecha, empaque, manejo de los diferentes almacenes, transporte, etc.

Para completar y reforzar las capacitaciones se deben elaborar indicaciones de recordatorio para el personal, con ilustraciones y pictogramas para todos los que sepan y no sepan leer ni escribir, en los idiomas del personal para las diferentes áreas, incluyendo la entrada.

También, es necesario elaborar manuales e instructivos para el manejo de los registros y archivo de documentos. Se debe llevar una lista de documentos que contenga las capacitaciones con las siguientes informaciones: cronograma de entrenamiento, lista de participantes y asistencia, fechas de entrenamiento, temas cubiertos en capacitaciones, duración del curso, lugar, institución que lo imparte, facilitadores y materiales de entrenamiento. Evaluar el conocimiento y habilidades específicas adquiridas para el trabajo que va a realizar y puesta en práctica. También es preciso verificar su avance y progreso.

La implementación de las prácticas de inocuidad de los alimentos es una tarea de toda la empresa, donde deben tomar conciencia de su importancia. Todos los trabajadores y empleados de la finca tienen que saber cómo se identifican y reducen los riesgos de inocuidad de los alimentos. Los gerentes y supervisores son los primeros que deben seguir estrictamente las políticas de inocuidad de la compañía.

A los visitantes, también hay que informarles sobre las políticas de inocuidad de los alimentos que se siguen de la finca, áreas permitidas de acceso, sugerir no visitar si están enfermos, no permitir mascotas, etc. También a los visitantes hay que darles acceso a los baños y lavamanos (Universidad de Cornell, 2019, pág. M2:7).

C. Riesgos laborales

La seguridad es el conjunto de normas educativas, técnicas-médicas y psicológicas establecidas para prevenir accidentes y reducir las condiciones inseguras en el trabajo. Su objetivo es erradicar los accidentes, proveer un lugar seguro de trabajo, minimizar la pérdida de horas/hombres de trabajo por accidentes y preservar la salud e integridad de los empleados.

Los riesgos laborales son cualquier condición con el potencial suficiente para generar accidentes o enfermedades ocupacionales o profesionales.

1. Prevención de accidentes

Según el portal del Ministerio del Trabajo de Perú, el principio universal de prevención de accidentes establece que (Ministerio de Trabajo-Perú, 2005):

El empleador garantizará, en el centro de trabajo, las condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios (contratistas) o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores.

Con el propósito de proveer un conjunto de acciones destinadas a planificar, organizar, preparar, controlar y mitigar cualquier emergencia que se presente en la empresa, se debe tener un plan de preparación y respuesta ante emergencias. Se puede garantizar así que, ante cualquier suceso, se reduzcan al mínimo las posibles consecuencias humanas, económicas y ambientales que pudieran derivarse del mismo.

El modelo del plan de emergencias establece las técnicas y procedimientos de prevención y control de las amenazas y entrenamiento personal para protegerse en caso de emergencias, asegurando la integridad del personal. Este plan incluye la formación de un comité de emergencias que organice las brigadas que administrarán el equipamiento de seguridad, la capacitación y el entrenamiento del personal y establecerán los procedimientos a seguir.

El comité de emergencias son un grupo de personas debidamente motivadas, entrenadas y capacitadas que, en razón de su permanencia y nivel de responsabilidad, asumen la ejecución de procedimientos operativos y administrativos necesarios para prevenir y controlar las emergencias. El comité de emergencias estará constituido por las siguientes brigadas: 1) orden y seguridad; 2) rescate y evacuación; 3) primeros auxilios, prevención y combate; y 4) comunicación.

Los planes de emergencia que se deben preparar son: en caso de incendios, en caso de huracán, en caso de terremoto, en caso de derrames. En todo caso, los planes de emergencia deben definir que hacer antes, durante y después de la emergencia. Algunos de los aspectos a considerar en cada etapa son:

Antes de la emergencia:

- Planear y organizar las diferentes acciones y poseer los recursos para la eficaz atención de una eventual emergencia;
- el funcionamiento de la empresa y las instalaciones, para prever las emergencias que se puedan presentar;
- los planes normativos y operativos con que cuenta la empresa para hacerle frente;
- identificar y señalar las zonas más vulnerables de la empresa;
- establecer los procedimientos sobre la organización y el funcionamiento de las brigadas de emergencia;
- mantener actualizado el inventario de recursos humanos, materiales y físicos de la empresa;
- diseñar y promover programas de capacitación para afrontar emergencias a todo el personal de la empresa, incluyendo simulacros.

Durante la emergencia:

- Activar la cadena de llamadas de los integrantes de los comités de emergencias, conjuntamente con los miembros de cada brigada;
- evaluar las condiciones y la magnitud de la emergencia;

- distribuir los recursos para la atención adecuada de la emergencia;
- tomar decisiones en cuanto a evacuación parcial o total de la empresa;
- coordinar las acciones operativas.

Después de la emergencia:

- Evaluar el desarrollo de las diferentes actividades contempladas y ejecutadas en el plan;
- elaborar y presentar informes de dichas actividades a la dirección de la empresa;
- retroalimentar cada uno de los elementos del plan de emergencias;
- establecer o determinar los correctivos pertinentes al plan, una vez terminada la emergencia.

Entre los procedimientos y análisis de tarea que tiene el comité de emergencias está el de identificar los peligros y evaluar los riesgos asociados a las interacciones que surgen entre operador, equipos, materiales y lugar de trabajo, durante el desarrollo de las labores diarias. Esta herramienta permite conocer los diferentes procesos de las condiciones o situaciones que pueden causar lesiones y enfermedades a las personas.

En las reuniones del comité de emergencias se establecen sistemas de análisis de accidentes para identificar las causas de los mismos, tendencias y tomar las acciones correctivas y preventivas que eviten su ocurrencia. Se deben medir las consecuencias, analizar las causas y control, investigar y reportar los accidentes e iniciar y terminar las acciones correctivas y preventivas.

Los accidentes de trabajo, además de reportarlos a la administradora de riesgos laborales (ARL) y al Ministerio de Trabajo, se registran, se analizan sus causas directas e indirectas y se toman las medidas correctivas necesarias para prevenirlos en el futuro. También sirven como indicadores para la implementación de cambios en la organización y crear nuevas normas y políticas.

Se deben elaborar indicaciones del uso de los equipos de protección personal, con ilustraciones de uso en los idiomas del personal que labore en la empresa.

2. Normas generales de seguridad y primeros auxilios

Según la Escuela Agrotécnica Los Pioneros (s.f.), de Argentina:

El establecimiento deberá organizarse para prevenir accidentes. En caso de que se produzca un accidente, debe existir un procedimiento o instructivo de emergencias y accidentes (por escrito) que indique los teléfonos de emergencias, avisos y medidas a seguir. Se deberá contar con direcciones y teléfonos a dónde dirigirse para trasladar a las personas accidentadas (centro de asistencia más cercano, profesional de la salud, etc.). Se sugiere registrar los accidentes y las ausencias por enfermedad. Los peligros que se presentan en la finca se deben identificar con letreros claramente legibles y visibles (zanjas, pozos, depósitos de agroquímicos, salida de equipos, combustibles, etc.). El personal responsable del establecimiento debe estar capacitado y acreditado para intervenir en primeros auxilios ante situaciones de accidentes.

d. Comunicación de los riesgos

Comunicar los riesgos es publicitar la información de los riesgos para su mitigación. Se debe comunicar a las personas sobre los peligros que pueden encontrar, a lo que se exponen y qué medidas deben tomar para disminuir los riesgos. Los objetivos de la comunicación de riesgos son proteger a los trabajadores y sus familias de la exposición innecesaria y ayudar a comprender los posibles efectos en la salud por la exposición.

La comunicación se debe publicar en los lugares donde los trabajadores se congregan: lugar donde se registra el ingreso y egreso, galpones, vestidores, sanitarios y comedor. Las mismas deben estar disponibles en todo momento de la jornada laboral. Son indicaciones y recordatorio para el personal, con ilustraciones y pictogramas para todos los que sepan y no sepan leer ni escribir, en los idiomas del personal que labora en las diferentes áreas.

Es importante siempre comunicar los riesgos a las autoridades locales. Los beneficiarios con la comunicación de los riesgos son los trabajadores y sus familiares, así como los visitantes y contratistas.

CAPÍTULO II: MANEJO DE CULTIVOS Y BPA



En la producción agrícola se han desarrollado diferentes modelos de producción. Entre estos están el modelo de producción de agricultura convencional, la agricultura orgánica y la agricultura integral.

La agricultura convencional fue el modelo de producción agrícola que la humanidad aplicó desde sus inicios. Se basa en buscar altos rendimientos con labranzas continuas de los suelos, muchas aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, fitosanitarios y semillas certificadas. El uso de altos niveles de nitrógeno puede contaminar las aguas con nitratos y producir grandes desbalances nutricionales. El paquete tecnológico de la producción convencional incluye la labranza del suelo y quemar los residuos, dejando el suelo totalmente pulverizado. Sin embargo, aunque este modelo de producción agrícola sirvió para alimentar a la humanidad en el pasado, tuvo un criterio de explotación extractivo de los recursos. En muchos casos, el deterioro de los suelos llegó a una magnitud escalofriante, con pocas consideraciones beneficiosas para el medio ambiente. Por consiguiente, la agricultura convencional se convirtió en degradadora de los suelos y los recursos naturales en general, poco regenerativa y amplió la huella ambiental con esta práctica. En la medida que la población creció y aumentó la demanda de alimentos y fibras, se establecieron los monocultivos, y con ellos crecieron las plagas y el uso intensivo de productos fitosanitarios.

El modelo de agricultura orgánica se basa en el uso de productos orgánicos certificados, tanto para el control de plagas y enfermedades como para fertilizar el suelo con la utilización de abonos y mejoradores de suelo. La intención de este sistema de producción es la protección de la seguridad del consumidor, del medio ambiente y los recursos naturales en general. El objetivo fundamental es la inocuidad de los alimentos para reducir las enfermedades de transmisión agroalimentaria y asegurar la salud de los consumidores y mantener la calidad y salud general del suelo.

La agricultura integral está basada en la aplicación de un conjunto de prácticas que benefician, de manera integral, a todos los componentes del sistema de producción y los productos obtenidos. Entre esas prácticas se pueden mencionar las siguientes:

- Una adecuada selección y gestión del suelo.
- Un buen manejo de los materiales reproductivos.
- Buena gestión de la calidad del agua.

- Buen manejo de la nutrición de plantas, con aplicaciones oportunas y reduciendo la aplicación excesiva de fertilizantes, especialmente nitrogenados.
- Gestión de plagas, enfermedades y malezas con la estrategia de manejo integrado de plagas y la seguridad responsable en las aplicaciones de fitosanitarios.
- Manejo de los animales domésticos y silvestres.
- Higienización de las instalaciones, herramientas, equipos agrícolas y de transporte.
- Buen manejo de la cosecha, la poscosecha y desechos, aplicando un adecuado manejo integral de todas las operaciones agrícolas para una mejor calidad e inocuidad de los cultivos y productos cosechados.
- Un adecuado manejo de personal.
- Toda la gestión productiva registrada y documentada, con procesos de calidad e inocuidad definidos.

Para lograr esto, se han creado normas para la gestión de las buenas prácticas agrícolas y producir bajo un manejo de cultivo con buenas prácticas agrícolas. De este modo, es posible producir con una agricultura competitiva y sostenible para una agricultura certificada y lograr una producción económicamente rentable, ambientalmente sustentable y socialmente aceptada.

El desarrollo de un manejo integrado de cultivos en la producción agrícola es la combinación de todas las herramientas que intervienen en el proceso productivo, para mantener en el tiempo un manejo adecuado de los recursos naturales sin agotarlos, destruirlos ni contaminarlos. Se logra así una agricultura sostenible, sin comprometer las capacidades de sostenerse de las futuras generaciones y disminuir la propia huella de carbono que se genera.

Los requerimientos indispensables para mantener una producción agrícola sostenible se basan en la protección de los recursos naturales (agua, suelo, aire y biodiversidad), con eficiencia productiva. El manejo integral de cultivos es producir con calidad e inocuidad, integrando todas las operaciones agrícolas.

Para un manejo integral de cultivos en una agricultura certificada y competitiva se deben integrar todos los elementos tecnológicos posibles, manejables y rentables, con el establecimiento de una agricultu-

ra de precisión, también llamada Agricultura Inteligente o Agricultura 4.0.

Según el portal Podcast Industria 4.0 (2019):

La Agricultura de Precisión, Agricultura Inteligente o Agricultura 4.0 se define como la aplicación de tecnologías y principios para manejar la variabilidad espacial y temporal asociada con todos los aspectos de la producción agrícola, con el propósito de mejorar la respuesta de los cultivos y la calidad ambiental.

Entre estas tecnologías vinculadas con la Agricultura de Precisión podríamos mencionar sistemas de dotados de sensores de variables físico-químicas como temperatura, humedad, caudal o presión que son capaces de detectar el estado del terreno para saber si necesita más riego o una protección especial.

Gracias a la analítica de datos junto con herramientas de inteligencia artificial podemos estimar diferentes tipos de escenarios y tomar las medidas más adecuadas a cada situación. El big data aplicado a la Agricultura Inteligente nos permite realizar un estudio de la evolución del cultivo durante la campaña, así como una comparativa con años anteriores, lo que permite identificar cuáles son las prácticas más aconsejables para mejorar el rendimiento y la calidad.

Otro elemento determinante en la Agricultura 4.0 es el uso de drones para captar imágenes NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) para evaluar el vigor del cultivo y del rendimiento clorofílico de las plantas.

Estos vehículos no tripulados se han incorporado tanto para uso aéreo como terrestre. Los drones aéreos se usan para hacer aplicaciones precisas de productos fitosanitarios. Los terrestres también pueden ser usados para aplicaciones de productos fitosanitarios, siembra o aplicación de fertilizantes, entre otras actividades.

Las aplicaciones en el uso de los sensores son múltiples e inagotables. Se pueden tener sensores para muchos usos, adaptados a las necesidades de la producción agrícola. Así también, las apps y *software* que permiten desde identificar y supervisar cada lote en producción hasta calcular sus necesidades para diferentes tipos de cultivos.

Con el uso de la visión artificial es posible, por ejemplo, inspeccionar y clasificar los productos cosechados en la cadena de selección y empaque, «...con el objetivo de asegurar que los productos de la industria alimentaria y de bebidas cumplan todos los estándares que demanda el cliente.» (Podcast Industria 4.0, 2019).

I. Selección del terreno

La gestión sustentable del suelo se inicia con una buena selección del terreno y su ubicación. Para esto, se debe conocer su historial de uso y cumplir con las exigencias de suelo y clima para el desarrollo del cultivo a sembrar (textura, estructura, pH, profundidad, relieve y materia orgánica). El cultivo a sembrar se debe adecuar al clima de la zona (temperatura, precipitaciones, humedad relativa, luminosidad y viento).

De acuerdo al Ministerio de Agricultura de Chile (2008, pág. 20):

El suelo constituye un conjunto complejo de partículas producto de la descomposición de rocas y otros materiales; con elementos físicos, químicos y biológicos que componen el sustrato natural en el cual se desarrolla la vida en la superficie de la tierra; conformando el sustrato para el desarrollo de las plantas y el hábitat de microorganismos y pequeños animales.

Los problemas que el suelo puede presentar en el aspecto físico son: muy alto porcentaje de arcilla o arena; en el químico, alta salinidad, acidez o alcalinidad; y en el biológico, suelos con bajo porcentaje de materia orgánica o escasa biodiversidad. Debemos evitar seleccionar suelos con alguno de estos problemas.

La contaminación química o biológica provoca una reacción en cadena que afecta la biodiversidad y el agua subterránea, reduciendo la materia orgánica del suelo (MOS) que es el filtro de los contaminantes.

Algunos de los factores que contribuyen a que un suelo tenga óptimas condiciones de funcionamiento para el desarrollo de las plantas son los siguientes:

- Superficie con buena estabilidad de agregados, para una correcta entrada y circulación de agua y aire y transferencia de calor en el suelo.
- Buena capacidad de almacenaje de agua y libre movimiento de la solución agua más nutrientes, desde el suelo a las raíces.
- Ausencia de limitaciones, ya sean naturales o inducidas, en la profundidad del suelo, para el desarrollo de raíces.

Para una correcta selección de terreno se deben seguir las siguientes etapas:

- a. Diagnóstico de los recursos naturales y la biodiversidad. Recoger toda la información de los antecedentes del estado actual de las condiciones del terreno.
- b. Analizar e identificar los potenciales puntos críticos o limitantes del terreno y de los recursos naturales (agua, suelo, aire y biodiversidad).
- c. Elaboración de un plan estratégico de producción, con las capacidades productivas de cada parcela (lote) en el marco del cuidado de los recursos naturales. Este plan debe tener un mapeo de la finca por cada lote, para establecer la trazabilidad y poder tener la rastreabilidad de la producción.
- d. Implementar el plan.
- e. Evaluación del plan, medir los resultados y avances de las acciones implementadas.

De estas etapas, la más importante es el diagnóstico de los recursos naturales y la biodiversidad disponible, lo cual se hace con un análisis de riesgo. Para prepararlo se debe hacer un recorrido por toda la finca, elaborar un mapa e identificar áreas similares. Todo debe seguir una evaluación de riesgo e identificar los potenciales puntos críticos.

En la selección del terreno para la siembra se debe conocer: las fuentes, movimiento y disponibilidad de agua para riego y otros usos; las infraestructuras de riego (pozos, canales, lagos, embalses, humedales, etc.); identificar las áreas de inundación, si las hay; observar los espacios de refugio para algunas especies acuáticas o aves; conocer el caudal de estas aguas en diferentes épocas del año.

Verifique si los campos de producción seleccionados son rotados con campos de pastoreo. A fin de evitar que los productos agrícolas frescos entren en contacto con estiércol de animales en la superficie del suelo, se recomienda extender el período de tiempo desde que los animales estuvieron pastoreando hasta que los cultivos se puedan plantar.

Es necesario observar los terrenos adyacentes, a fin de identificar posibles fuentes de contaminación o condiciones no favorables que afecten la inocuidad de los productos agrícolas frescos. Algunas de esas condiciones son: comunidades residenciales cercanas, fosa séptica, derrame de agua residual, campos de drenaje, puntos de acumulación de basura como atracción de plagas, presencia de animales silvestres

o domésticos, la cercanía de granjas y cualquier actividad de producción pecuaria. Los desechos de cada uno de estos elementos pueden provocar situaciones de higiene difíciles para el manejo de la inocuidad de los cultivos.

II. Gestión y conservación de suelos

La producción agrícola integral debe iniciar previendo la aplicación de medidas de conservación de los suelos. Sus actividades no deben promover la degradación de los suelos, ni directa ni indirectamente, por lo que cualquier operación debe estar sustentada en un plan apropiado de manejo. Se debe asegurar que el manejo y conservación del suelo no cause erosión, contaminación y/o degradación de su fertilidad o su biota, u otros impactos negativos. Hay que evitar las prácticas de manejo que impacten negativamente la sustentabilidad biológica y ecológica del sistema suelo. Por el contrario, se pondrá énfasis en aquellas que mantienen o mejoran la calidad y la salud del suelo en el proceso productivo, al tiempo de incrementar los rendimientos. Este es el enfoque de la agricultura sustentable.

Para la implementación de las buenas prácticas agrícolas y la conservación de suelos se debe dividir la finca en lotes similares con criterios como tipo de suelo, accesibilidad, fuentes de agua, patrones de viento, etc. y establecer un mapa de suelos.

El manejo sustentable del suelo busca mantener y mejorar sus características físico-químicas. Esto se logra a través de técnicas que aseguren la conservación de este recurso minimizando la contaminación, evitando la erosión, la compactación y la salinidad del mismo. El suelo es un sistema dinámico, en constante evolución, que posee características orgánicas particulares.

Los suelos sueltos o arenosos, los limosos o intermedios y los arcillosos o pesados, pueden mejorar su estructura con la incorporación de materiales orgánicos, la utilización de cultivos de cobertura y la reducción de labranzas.

Las principales características de un suelo para uso agrícola son las siguientes:

- **Textura**

La textura define la relación o proporción de arena, limo y arcilla, la cual influye en la fertilidad, retención de agua, aireación, drenaje y contenido de materia orgánica, entre otras. Estas combinaciones pueden dar un terreno tipo arcilloso, arcillo arenoso, arcillo limoso, arenoso, arena limoso, limoso, franco, franco arcilloso, franco limoso, franco arcillo limoso, franco arenoso y franco arcillo arenoso (Figura 3). La

mejor textura está relacionada con la capacidad de acumulación total del agua y el movimiento de la misma en la matriz del suelo. La tabla 2 presenta la distribución de estas partículas y la densidad de los suelos según textura.

Tabla 2. Distribución aproximada de partículas y densidad de los suelos según textura.

Textura	Distribución de Partículas			Diagnóstico		
	Arena	Arcilla (%)	Limo	Normal	Denso (g/cm ³)	Compacto
Arenoso	90	5	5	1.5	1.65	1.75
Arenoso - Franco	80	7	13	1.4	1.52	1.66
Franco - Arenoso	65	10	25	1.4	1.52	1.68
Franco arcillo - arenoso	60	30	10	1.39	1.55	1.7
Arcillo - arenoso	50	40	10	1.39	1.54	1.6
Franco	40	20	40	1.3	1.5	1.5
Franco Arcilloso	33	33	34	1.3	1.47	1.5
Franco Limoso	20	15	65	1.3	1.45	1.5
Limoso	8	7	85	1.3	1.45	1.5
Franco arcillo limoso	10	33	57	1.3	1.36	1.5
Arcillo Limoso	7	47	46	1.35	1.38	1.5
Arcilloso	25	50	25	1.4	1.4	1.5

Fuente: Adaptado de USDA-NRCS. Soil Quality Institute y Keith E. Saxton. USDA - Agricultural Research Service

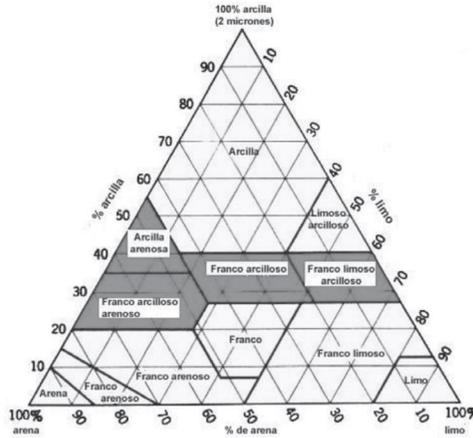


Figura 3. Diagrama triangular de la clasificación del suelo según textura, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Fuente: Tomado de FAO (s.f.).

▪ Estructura

La estructura del suelo es la forma como se agrupan las partículas de arena, limo y arcilla en agregados, a saber: granular, en bloques, prismática y laminar. Esta afecta la aireación, el movimiento del agua en el suelo, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión.

▪ Conductividad eléctrica (CE)

Es un indicador sencillo para determinar la salinidad de los suelos. La CE puede relacionarse con propiedades específicas del suelo que afectan la productividad y pueden verificarse en el espesor del horizonte superficial, los niveles de pH, los contenidos de sales y la capacidad de almacenaje de agua (que también es afectada por la textura).

▪ pH

El pH mide el nivel de acidez o alcalinidad del suelo. Se mide en una escala de valores de 1 a 14, en la que 7 indica pH neutro. Los suelos con pH menor de 7 son ácidos, mientras aquellos con pH mayor de 7 son alcalinos. El pH ideal del suelo para el desarrollo de la mayoría de los cultivos es de 6.5. La forma de medirlo es con un pHmetro (pea-

chímetro) o con tiras medidoras de pH. También hay equipos digitales. Para esto se toma una muestra de suelo profundo y se diluye en agua y se usa cualquiera de estos métodos de determinación.

El pH está asociado a la disponibilidad de nutrientes para los cultivos. Los nutrientes más afectados por el pH del suelo son hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), molibdeno (Mo) y aluminio (Al).

Los suelos ácidos (0 a 7) tienen alta disponibilidad de aluminio (Al) y manganeso (Mn), que resultan tóxicos para los cultivos, bloquean la disponibilidad de algunos nutrientes en las plantas, reducen la solubilidad y movilidad e inhiben la actividad de los organismos en el suelo.

Cuando el suelo tiene un pH por debajo de 5.5, se puede liberar aluminio (Al) intercambiable generando toxicidad para los cultivos. Una pequeña cantidad de aluminio (Al) en exceso afecta las raíces de la mayoría de las plantas (las raíces se acortan y engrosan). Como resultado de esto, las plantas no pueden absorber agua y nutrientes. En suelos ácidos se encuentra deficiencia de magnesio, molibdeno, potasio y calcio. También aumentan las enfermedades y el fósforo se reduce. Por otro lado, los micronutrientes se absorben mejor.

Los suelos alcalinos (7 a 14 en la escala) tienen baja disponibilidad asimilable de aluminio y manganeso, y se concentran las sales. La deficiencia de hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu) es más frecuente en estos suelos. Si el pH pasa de 7.5 se presenta deficiencia de hierro, lo que se refleja en las hojas y se bloquea la absorción de fósforo y la mayor parte de micronutrientes.

Para hacer recomendaciones apropiadas sobre nutrición de plantas con pH ácido o alcalino, es necesario hacer un diagnóstico más preciso de las causas de la acidez o alcalinidad, que incluya la evaluación de CE y pH. Las recomendaciones de manejo van a depender de esos resultados, con los cuales se determinará los cultivos que deberán predominar en la rotación y el tipo de enmiendas a aplicar.

▪ **Profundidad**

La profundidad mide el grosor de disponibilidad de las capas del suelo en relación a la materia orgánica. Esas capas son las siguientes:

- Horizonte A: capa superficial del suelo donde está el mayor contenido de materia orgánica.

- Horizonte B: estrato de menor formación y contenido de materia orgánica que el horizonte A.
- Horizonte C: estrato de menor formación y contenido de materia orgánica que el horizonte B.

La materia orgánica del suelo proviene de restos de organismos que alguna vez estuvieron vivos, tales como plantas, animales, entre otros, junto a hongos y bacterias que han incidido en su conformación. Su alta proporción en la capa superior del suelo es indicativa de terrenos con alta fertilidad.

▪ **Relieve**

El relieve son las elevaciones naturales del terreno, que se caracterizan por su altitud y pendiente. El relieve puede ser de montañas, sierras, llanuras, mesetas, valles, etc. El sistema de siembra a establecer para el cultivo elegido depende también de estos factores.

▪ **Materia Orgánica**

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura de Chile (2008), es preciso minimizar los procesos de degradación del suelo:

Los principales procesos de degradación del suelo incluyen la erosión hídrica y eólica; salinización, acidificación y alcalinización; contaminación química y biológica; destrucción de la estructura del suelo y pérdida de materia orgánica; avance de dunas y alteración del drenaje. Cuando se presenten terrenos en el predio con algún grado de degradación o susceptibilidad a ella, se deberá tomar medidas de manejo, conservación, restauración o recuperación del suelo.

De acuerdo a la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID-Argentina, s.f., pág. 51):

La materia orgánica del suelo (MOS) es el producto de las transformaciones parciales o totales de los restos orgánicos aportados por distintas vías: residuos vegetales (raíces, partes aéreas de las plantas, secreciones de las raíces, compuestos solubles que se lavan de los residuos en superficie), residuos animales (cadáveres y deyecciones), y de la biomasa microbiana. Esas transformaciones llegan hasta la síntesis de sustancias orgánicas complejas (en las cuales ya

no quedan vestigios visibles de los tejidos o células originales), conocidas como humus. Mientras que los restos orgánicos cambian en cantidad y se transforman rápidamente en períodos cortos (meses), el humus lo hace en períodos de años, décadas y hasta siglos. Por eso, para caracterizar e interpretar la MOS, estos componentes se analizan en forma separada.

La materia orgánica del suelo, entendida como humus, se compone aproximadamente de un 55 a 58% de carbono (C), 40% de oxígeno (O), 3 a 5% de hidrógeno (H) y 3 a 5% de nitrógeno y demás elementos (P, S, Mg, etc.), que constituyen los compuestos orgánicos. La MOS contiene casi la totalidad del nitrógeno del suelo, entre el 95 y 98% (valor indicado en los análisis de suelo como Nitrógeno Total).

La materia orgánica del suelo participa en la formación de su estructura, tanto uniendo las partículas elementales del suelo (arcillas, limos y arenas) para formar agregados, como en la unión entre los propios agregados. Los rastros son la materia prima necesaria para la formación del humus del suelo.

La pérdida de la materia orgánica del suelo ocurre por el incremento de los residuos orgánicos con la introducción de la agricultura convencional y el monocultivo, la labranza y la erosión.

La pérdida de suelo afecta también el agua que bebemos, el aire que respiramos, todos los organismos del planeta, el medio ambiente y la producción de los alimentos que consumimos, los cuales son claves para la seguridad agroalimentaria y su manejo para una agricultura sostenible. Un centímetro de suelo puede tardar entre 100 y 1,000 años para formarse, razón por la que debemos cuidarlo y protegerlo.

Es fundamental dar un manejo adecuado al suelo, ya que se trata de un recurso natural agotable y la base de nuestros cultivos. La conservación del suelo implica manejar la fertilidad, minimizar todo tipo de contaminación y evitar la erosión, la compactación y su salinidad. El suelo es nuestra fábrica de alimentos.

Los suelos deben poseer el drenaje adecuado, para evitar microclimas que promuevan la presencia de patógenos en los cultivos y posibles fuentes de erosión tanto hídrica (por escorrentías) como eólica (vientos en los campos). Para ello debemos mantener una cobertura con cultivos o restos de vegetales. La erosión es un fenómeno irreversible que se lleva la materia orgánica del suelo (MOS).

La cobertura de la superficie del suelo por las plantas y por determinado volumen de residuos de cosechas (rastros) proporciona beneficios significativos para controlar la erosión hídrica y eólica. También mejora el aprovechamiento del agua de lluvia y de riego, debido a una mayor infiltración y menor evaporación y escurrimiento. Además, la cobertura incide positivamente en el reciclado de nutrientes, en la actividad biológica y la rizosfera del sistema suelo-raíces del cultivo.

El suelo retiene una gran cantidad de carbono, por lo que el cuidado del planeta debe comenzar por el suelo. Este es un filtro para los contaminantes y la base de la biodiversidad. El suelo tiene vida propia que favorece el desarrollo de los cultivos. Ante cualquiera de estas situaciones, se deberá establecer un manejo para la conservación, restauración o recuperación del suelo.

Para el desarrollo de cualquier cultivo se utiliza una gran variedad de labores, las cuales pueden ser manuales o con maquinarias. Entre las muchas labores agrícolas, que varían de cultivo a cultivo, se pueden citar las siguientes: preparación de terreno, siembra, riego, podas, injertos, deshije, deshoje deschuponados, raleo, aplicación de plaguicidas, aplicación de nutrientes, cosecha, entre otras.

Toda labor agrícola se debe desarrollar con la mayor medida de higiene e inocuidad. Se busca evitar peligros biológicos, químicos y físicos, para no transmitir contaminantes al cultivo durante su desarrollo que al final ocasionen situaciones de inseguridad agroalimentaria al consumidor. Es difícil eliminar todos los peligros de inocuidad de los alimentos desde el campo hasta la mesa, por lo que siempre se debe seguir un sistema de prevención.

La preparación de terreno en su conservación, conocida también como labranza, busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo de las raíces y de toda la planta, desde su brotación (emergencia), desarrollo, crecimiento y producción hasta su maduración.

El programa de preparación de suelo está relacionado con la salud del suelo, para lo cual se debe evitar su degradación. La labranza del suelo degrada la estructura del suelo, causa erosión y compactación y destruye su ecosistema. Para su ejecución se deben realizar compensaciones equilibradas y realizar un programa de labranzas que minimice sus efectos tanto al suelo como al medio ambiente.

En caso que decida establecer labranza cero o labranza mínima al momento de la siembra, debe evaluar las ventajas y desventajas. Lo mismo pasa al integrar aplicaciones de herbicidas presiembra, los cuales podrían afectar la biomasa microbiana del suelo y su respiración.

La preparación de terreno se puede hacer con equipos tirados por animales o por tractores. En caso que utilice animales, estos deben estar en un programa de desparasitación. La labranza con animales tiene sus limitaciones.

III. Materiales reproductivos

a. Evolución materiales vegetativos

Los materiales reproductivos son la base de una cosecha exitosa. La reproducción de los cultivos puede ser sexual (por semillas) o asexual (mediante partes vegetativas). En la reproducción asexual se utilizan partes de las plantas como son tallos, raíces, hojas, etc. Algunos de los métodos de reproducción asexual utilizados son el injerto, el acodo, la siembra de estacas o esquejes y cepas, el cultivo de tejidos (*in vitro*), etc.

Entre las técnicas de mejoramiento genético vegetal y biotecnológicas podemos mencionar las siguientes: 1) Selección artificial, 2) Mutagénesis, 3) Desarrollo de transgénicos, y 4) Nuevas técnicas de mejoramiento.

1. Selección artificial

Para este método, se observan los materiales durante su desarrollo y luego de cosecha y se hace una selección de aquellos con las características que se buscan. Mediante selección artificial del repollo salvaje se han obtenido los siguientes descendientes: brócoli, coliflor, repollo morado, repollo blanco, repollo crespo, col de Bruselas, colirabano y kale.

De acuerdo al portal de Chile Bio (2018) al hablar del mejoramiento genético vegetal, establece que:

Las plantas que hoy se cultivan son distintas de sus antepasados silvestres, ya que el hombre ha seleccionado y domesticado vegetales, y a su vez ha mejorado sus características, mediante distintas herramientas, a lo largo de más de diez mil años desde cuando empezó a ser agricultor.

El constante crecimiento de la población y la constante demanda de más y mejores alimentos ha llevado a que el ser humano desarrollara un área conocida como fitomejoramiento o mejoramiento genético vegetal. El objetivo principal de ésta es incrementar la producción y la calidad de los productos agrícolas, en el menor tiempo, con el mínimo esfuerzo y al menor costo posible. Esto se logra mediante la obtención de nuevas variedades vegetales de alto poten-

cial, es decir, que produzcan más grano, más forraje, más fruto, o más verduras en la menor área de terreno posible, y que se adapten a las necesidades del agricultor y del consumidor. De esta manera, se produce de manera más sustentable, desde el punto de vista económico, social y ambiental.

El desarrollo de nuevas variedades a futuro busca mejorar características tales como la absorción de nutrientes y aprovechamiento del agua, su adaptación a una región agrícola o ambiente, mejorar las características agronómicas en relación al grano, hojas y tallos, la resistencia a plagas. Así mismo, la tolerancia a inundaciones, sequía, frío y salinidad, entre otras.

También se busca mejorar la calidad de los productos, sea aumentando su valor nutritivo con la cantidad y calidad de proteínas, minerales y vitaminas; intensificando la coloración, sabor y tamaño de los frutos; mejorando la vida post cosecha; o aumentando la resistencia a las condiciones de transporte y almacenamiento. Las nuevas variedades han posibilitado asimismo la reducción y eliminación de sustancias naturales indeseables en los productos cosechados.

El fitomejorador aprovecha la variabilidad en las plantas cultivadas, ya sea natural o inducida, para desarrollar nuevas variedades o tipos. Las fuentes de variación pueden ser por selección natural, deriva genética, hibridación, mutación y cambios inducidos a través de técnicas biotecnológicas.

2. Mutagénesis

Surge a fines de la década de 1920. Se descubrió que se puede exponer a las plantas a agentes mutagénicos. Estas mutaciones ocurren al azar, sin saber de qué tipo fueron ni dónde ocurrieron, pero muchas de ellas generan variaciones que son seleccionadas y usadas por los agricultores o los investigadores.

La mutagénesis puede ser por hibridación natural o artificial. La hibridación natural ocurre cuando surge un híbrido por cruzamiento sin intervención humana en ambientes naturales. Estas pueden ser bióticas, en las que intervienen insectos, aves u otros animales. También pueden ser abióticas, cuando intervienen factores como el viento o el agua. La hibridación artificial es cuando se logra un híbrido por polinización artificial, con la intervención humana.

3. Desarrollo de transgénicos (Organismos genéticamente modificados, OGM)

Estas técnicas han logrado un gran desarrollo en los últimos 20 años. Incorporan características deseadas a una planta mediante la transferencia más precisa de genes que pueden venir de cualquier especie emparentada o no. Es mucho más rápida y precisa y elimina gran parte del azar que ocurre en las técnicas anteriores. Lograr una especie OGM y llevarla al mercado puede costar hasta US\$136 millones con 13 años de investigación.

4. Nuevas tecnologías de mejoramiento (*New breeding techniques*, NBT)

La aplicación de estas nuevas técnicas hace cambios específicos y precisos en los genes de la misma planta. Entre ellas se pueden considerar desde mutaciones, que implican el cambio de una sola base en el ADN, pasando por el silenciamiento o apagado de genes y hasta inserciones de genes. Las plantas resultantes son libres de genes provenientes de otros organismos, diferenciándose de los transgénicos. Los cultivos desarrollados no se pueden distinguir de sus homólogos, con los que no se usaron técnicas biotecnológicas.

Las NBT no crean mutaciones indeseadas ni desconocidas en los genes de las plantas. Algunas de las principales NBT son la Cisgenia, Nucleasas zinc, TALEN y CRISPR/CAS9. Algunos de los cultivos en los que ya se están utilizando estas nuevas técnicas son las manzanas, el maíz y los hongos, entre otros. La NBT mayormente usada es la nueva técnica de edición genética CRISPR/CAS9, llamada también 'corta y pega'.

El uso de material reproductivo con mejoramiento biotecnológico ha ayudado a reducir la huella de carbono y tener una atmósfera con menos gases de efecto invernadero, además de la reducción del uso de fitosanitarios.

El mejoramiento genético de plantas ha sido orientado, principalmente, a aspectos de la producción agrícola. Pero hoy, en algunos cultivos como arroz, maíz, trigo, papa o yuca se busca introducir características que puedan ser aprovechadas por la industria o el consumidor.

Un ejemplo de esto lo es el arroz dorado, al que unos investigadores suizos le agregaron genes para producir beta-caroteno, precursor de la vitamina A. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que

cerca de 500,000 niños en todo el mundo pierden la vista cada año, y mueren 2 millones por complicaciones de deficiencia de vitamina A. Otro ejemplo es *Biocassava Plus*, un proyecto que busca biofortificar la yuca con vitaminas A, E, hierro, zinc y proteína y disminuir los niveles de glucósidos cianógenos (tóxico a la salud). El acceso a semillas de alta calidad es una condición indispensable para aumentar la productividad y calidad, bajar costos y, por ende, aumentar la rentabilidad de los productores.

La protección de las innovaciones en el desarrollo de nuevas variedades de los cultivos provee un derecho de exclusividad, limitado en el tiempo, que incentiva la investigación y su competitividad entre las compañías de investigación en fitomejoramiento.

b. Selección de materiales reproductivos

En la reproducción asexual, antes de la selección y siembra de los materiales vegetativos, debemos conocer las características del material a sembrar. Este método de reproducción reproduce las mismas características genéticas de las plantas madre de donde se obtuvieron las partes vegetales reproductivas. En cambio, para la reproducción sexual (semillas) debemos conocer, para cada variedad elegida, su valor cultural con un análisis físico, fitosanitario y fisiológico. En términos del análisis físico, se deben escoger semillas puras con alta pureza varietal, no vanas, sin mezclas de otras semillas. En el aspecto fitosanitario, las semillas seleccionadas deben estar libres de malezas, insectos, nematodos y hongos, entre otras plagas. También se deberá indicar si las semillas fueron tratadas, con qué producto fitosanitario se trataron y contra qué plaga o enfermedad. La información sobre estos aspectos debe estar incluida en la etiqueta del envase. En el aspecto fisiológico, las semillas deben tener buena germinación, viabilidad, latencia terminada y vigor.

Los envases de semillas deben poseer la fecha de producción y el número del lote de procedencia. Se debe indicar si las variedades tienen resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades. Las semillas que proceden de importación deben tener un certificado fitosanitario y un permiso de no objeción. Las semillas pueden estar limpias, escarificadas, polimerizadas o incrustadas, y con este último incluir su tratamiento fitosanitario. Los materiales de reproducción sexual se han trabajado desde hace más de diez mil años, a través de diversos sistemas de selección y de mejoramiento genético.

La selección de los materiales reproductivos asexuales, sean estos tallos, raíces, hojas, estacas, esquejes, cepas o acodos debe hacerse de plantas fuertes y libres de plagas, enfermedades y resistentes a estas. Así también debe ocurrir en el caso de las plantas bases para injertos, las yemas y los cultivos de tejidos (*in vitro*). Todos esos materiales deben poseer las características deseadas en su desarrollo y en sus frutos.

Los materiales sexuales, o de reproducción por semillas, sean estos de selección artificial (variedades) o mutagénesis (híbridos), también deben ser seleccionadas de plantas fuertes y libres de plagas y enfermedades, y con las características deseadas en su desarrollo y en sus frutos. Los provenientes de transgénicos o de nuevas tecnologías de mejoramiento, como el CRISPR/CAS9, siempre deberán estar autorizados por las autoridades y escogerse según las características de desarrollo, resistencia y frutos deseados por el mercado.

Las semillas son organismos vivos y sensibles, que requieren un cuidado especial en almacenamiento y transporte. Al igual que los fitosanitarios, a sus empaques y etiquetas se les debe dar un destino final de uso. Su selección debe ser bien clasificada en tamaño, peso y color, para lo cual se usa una mesa disimétrica con equipos de sensores fotoeléctricos para sacar las semillas de malezas y otras impurezas.

Las semillas pueden ser escarificadas y luego protegidas con polímeros que las cubran y que pueden incluir tratamientos de insecticidas, fungicidas y otros. Su análisis de selección debe incluir los aspectos físico, fisiológico y sanitario. En el físico, se analiza su pureza (malezas, mezcla varietal); en el fisiológico, la germinación y latencia (si son viables o no viables); y en el sanitario, la presencia de hongos, bacterias, virus, nematodos.

Con estos análisis se puede calcular el valor cultural (VC), que se calcula como:

$$VC = (\text{Pureza} * \text{Germinación}) / 100$$

Cuando la siembra se va a realizar al voleo, se determina la calidad de la semilla y se puede calcular la cantidad necesaria de acuerdo a su densidad de siembra. Si la siembra se realizará de manera puntual, la cantidad de semilla a usar se calcula a partir del marco de siembra. Una vez sembrada, la semilla debe protegerse de aves y otras plagas, sea enterrándola o utilizando el método de trasplante.

Las semillas deben tener un registro desde su origen, para conocer la ubicación de su producción (lote), productor, extensión, variedad, origen de esta semilla con su número de lote, tratamientos aplicados, método de siembra, cantidad de semilla/área, tratamiento aplicado al suelo, persona responsable y todas las observaciones de producción y tratamientos.

IV. Calidad y usos del agua

El agua es un recurso escaso y de gran valor, por lo que todos debemos darle el mejor de los usos de una manera eficiente, racional y segura, algo que debe asegurar el sistema de riego elegido. Por eso es necesario que exista una planificación correcta del mismo, para evitar usos excesivos o insuficientes de agua. El exceso de agua puede provocar un descenso de oxígeno en el suelo y en las plantas, afectando el crecimiento y floración de las mismas, pudriendo las raíces, entre otros daños. Además, crea las condiciones para el desarrollo de plagas y enfermedades.

Todas las plantas requieren agua para llevar a cabo sus funciones vitales. El agua es necesaria en los procesos de fotosíntesis, traslocación y almacenamiento, determinantes para la producción. Dos factores inciden en el uso del agua de riego en la agricultura: la distribución de las lluvias y el manejo correcto del riego.

Las necesidades hídricas varían de acuerdo al estado de desarrollo fenológico del cultivo. Al inicio del cultivo, con la germinación, es reducida; luego se incrementa hasta el desarrollo y formación del fruto y se reduce cerca de la maduración. Los riegos deben ser más cortos y frecuentes en su estado de germinación, por su escaso desarrollo radicular, y más largos y menos frecuentes en su estado de desarrollo y finalizando el cultivo.

Independientemente del sistema de riego que se utilice, siempre hay que asegurar que existe suficiente drenaje, para evitar encharques que provoquen reproducción de plagas y enfermedades bióticas y abióticas.

Se requiere hacer un uso eficiente del agua disponible con uso racional y adecuado al desarrollo del cultivo, utilizando los sistemas de riego adecuados. En todo caso se deben usar pluviómetros, cubetas de drenaje de sustratos (para prueba de filtración), evaporímetros y tensiómetros para medir el porcentaje de humedad del suelo.

Los diferentes usos del agua en la producción agrícola son:

1. Consumo humano, animales y manufactura
2. Agricultura

Siempre hay que asegurar que se dispone de suficiente agua de cali-

dad para cada uno de estos usos. De acuerdo al uso que se le dé, se requieren distintos tipos de análisis, para asegurar la calidad debida según el tipo de contaminante limitante.

Para consumo humano, animales y manufactura se requieren dos tipos de análisis, a saber:

1. Análisis microbiológico, el cual se debe hacer anualmente y que asegure un agua libre de patógenos como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Cyclospora* o *Fasciola*, entre otros.
2. Análisis químicos para detectar la presencia de metales pesados y otros químicos, que deben estar dentro de los límites permitidos.

En la agricultura, el agua se usa para riego, preparación de soluciones de fertilizantes y productos fitosanitarios y lavado de instalaciones, herramientas, equipos agrícolas y de transporte en campo. Esta agua debe estar libre de contaminaciones fecales humanas o de animales; de sustancias peligrosas, como metales pesados o cianuros; y de microorganismos como bacterias coliformes, parásitos, etc. Es preciso hacer también análisis químicos de conductividad eléctrica, pH y dureza para uso en aplicación de plaguicidas.

El agua es una fuente de contaminación durante el desarrollo del cultivo, la cosecha y la poscosecha, ya que entra en contacto directo con el cultivo y los productos cosechados, por sus diferentes usos.

El agua puede ser de origen subterráneo, superficial o de fuentes naturales. En el caso de aguas subterráneas, estas pueden poseer concentraciones de sales que provocan deterioro de la estructura del suelo y disminución de permeabilidad (fenómeno de salinización). Las concentraciones de sodio, su relación con el calcio y el magnesio y el contenido de carbonatos y bicarbonatos son elementos a considerar, porque pudieran convertirlas en aguas duras. Estas aguas también podrían tener contaminantes biológicos o químicos.

En el caso de aguas superficiales, el peligro estaría dado por la escorrentía (corrimiento del agua en superficie). Pudiera ser que el agua se contamine al pasar por lugares contaminados como basuras, concentración de animales, desechos industriales, heces de humanos, animales domésticos y silvestres, aplicación de estiércol o compostaje, escurrimientos agrícolas, fuga de fosa séptica, descarga de aguas residuales, escurrimientos urbanos y ambientales. Estas aguas también podrían transportar contaminantes biológicos o químicos.

Es muy importante contar con agua de calidad, por lo que se recomienda realizar un perfil microbiológico del agua disponible y hacer una evaluación de riesgos, según el *Codex Alimentarius* y el reglamento del FSMA para garantizar la inocuidad de los productos agrícolas frescos.

Las fuentes naturales de agua, como agua de lluvia o ríos locales, no tienen contaminación ni tampoco tienen el riesgo de producir salinización.

Las principales fuentes de contaminación del agua de uso agrícola son el mal drenaje de las letrinas, la crianza de animales en las cercanías, presencia de gallinaza fresca sin tratar y de desechos orgánicos, pozos de agua estancadas, entre otros.

La calidad del agua debe cumplir con los requisitos establecidos de máximos valores de contaminantes, características y sustancias, para los diferentes usos a los cuales esté destinada. Los requisitos se establecen para los siguientes contaminantes:

1. Microbiológicos (*Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Cyclospora* o *Fasciola*, etc.).
2. Químicos (pH 6.5 a 8.5)
3. Físicos (turbiedad, color y olor)
4. Sustancias químicas. Estas, a su vez, se subdividen en:
 - a. Elementos esenciales (cobre, cromo, flúor, hierro, manganeso, magnesio, selenio, zinc).
 - b. Elementos y compuestos no esenciales (arsénico, cadmio, cianuro, mercurio, nitrato, nitrito, plomo, sulfatos, cloro, dureza como CaCO_3).
 - c. Sustancias orgánicas.
 - d. Plaguicidas.
 - e. Productos secundarios de desinfección.
5. Elementos radiactivos.
6. Parámetros organolépticos (color verdadero, olor, sabor, amoníaco, cloruro, sulfatos, pH, sólidos disueltos totales, compuestos fenólicos).
7. Parámetros de desinfección (cloro libre residual).

En relación a la calidad del agua, el Ministerio de Agricultura de Chile (2008, pág. 41) establece que se deben tener presentes las siguientes consideraciones:

- Pueden existir diferentes calidades de agua en el mismo predio, dependiendo de las fuentes y épocas del año, lo que a su vez genera diferentes usos.
- No es posible determinar la calidad del agua sólo con una inspección visual, es necesario realizar un análisis de laboratorio, ya que algunos contaminantes no son detectables a simple vista. Es recomendable contar con un plan simple de monitoreo que permita conocer la evolución de la calidad del agua en el tiempo, para poder tomar medidas preventivas o correctivas.
- Complementariamente, se pueden realizar observaciones para determinar, por ejemplo, presencia de algas (lo que puede indicar contaminación nitrogenada y/o fosfatada), vegetación en los bordes de canales, presencia de peces u otro tipo de fauna. Pueden ser indicadores positivos: agua sin olores ni colores extraños, con presencia de peces y ranas. Por el contrario, pueden ser indicadores negativos: aguas turbias, olores y colores extraños, proliferación repentina de algas y plantas acuáticas, espumas (posiblemente producto de detergentes).
- Para conocer antecedentes previos sobre la calidad del agua, se puede consultar con la respectiva asociación de regantes, si existe, y verificar si ellos cuentan con algún plan de gestión para enfrentar el problema de contaminación del agua de riego.
- Es importante identificar las potenciales fuentes de contaminación del agua al interior de los predios, realizando un listado priorizado de las mayores amenazas. Se debe revisar si no se está infringiendo alguna normativa vigente.

Se requiere hacer un uso eficiente y racional del agua para uso agrícola, adecuado al desarrollo del cultivo, utilizando los sistemas de riego apropiados. Siempre que sea posible, se recomienda usar pluviómetros, cubetas de drenaje de sustratos (para prueba de filtración), evaporímetros y tensiómetros para medir el porcentaje de humedad del suelo. Esto garantiza un uso más eficiente del agua agrícola.

Con estas mediciones se puede elaborar un plan de manejo del agua disponible, elegir un sistema de riego adecuado y optimizar su uso. Los diferentes métodos de riego son: aspersión (riego aéreo), inundación (superficial, surco) y goteo (goteo, subsuelo, micro). El riego aéreo (aspersión) es el de mayor riesgo porque es un método de aplicación directa del agua, que resulta en contacto con los productos agrícolas frescos.

El riego por inundación (superficial, surco) es de menor riesgo que el de aspersión ya que se puede evitar el contacto directo con el producto agrícola, considerando el riesgo de contacto por salpicadura con tierra contaminada durante la cosecha. El riego por goteo es el de menor riesgo ya que los productos agrícolas frescos, generalmente, no tienen contacto directo con el agua (excepto los cultivos de raíces). Estos sistemas reducen la presencia de plagas y enfermedades y mejoran la eficiencia de uso del agua.

Las medidas correctivas permitidas son: 1. Aumentar el intervalo de tiempo entre el último riego y la cosecha; 2. reinspeccionar el sistema de agua, identificar los problemas y hacer los cambios necesarios; y 3. Tratar el agua. No obstante, se deben evitar los tratamientos de agua que puedan tener impactos negativos en el medio ambiente y en la calidad del suelo.

Los formularios a implementar para estos son:

1. Capacitación de empleados.
2. Evaluación de riesgo-agua agrícola.
3. Inspección de agua agrícola.
4. Resultados de pruebas de agua.

V. Nutrición de las plantas

La fertilización de los cultivos ofrece el mayor impulso a la productividad. No solo permitirá un mayor retorno económico en el corto plazo, sino que incrementará el nivel de nutrientes en el suelo para una producción sustentable.

Con una fertilización balanceada programada se provee la cantidad correcta y eficiente de fuentes de nutrientes al cultivo en el momento adecuado. Las cuatro características de la fertilización balanceada son dosis, fuente, momento y localización. Se deben tomar en cuenta estos factores, especialmente en los casos de fertilizar con nitrógeno.

Para todo caso, sea agricultura convencional, orgánica o integral, la fertilización siempre debe partir de un análisis físico-químico del suelo. Los resultados de esos análisis se deben comparar con los de análisis foliares, para determinar la asimilación de nutrientes y los bloqueos que se presentan.

Los nutrientes son fertilizantes que por su origen pueden ser inorgánicos y orgánicos.

a. Fertilización inorgánica

Los fertilizantes inorgánicos son sales sintéticas de compuestos de sales minerales que se clasifican en los siguientes nutrientes:

- Nutrientes no minerales. Son el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Proviene del agua y el aire.
- Nutrientes primarios. Son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).
- Nutrientes secundarios. Entre estos se encuentran azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Algunos autores los clasifican junto a los primarios como macronutrientes.
- Micronutrientes. Este grupo lo componen el boro (B), cloro (Cl), cobalto (Co), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

Cada uno de estos nutrientes tiene una función en el desarrollo de las plantas. Otros elementos son el silicio (Si) y el sodio (Na), que también tienen su función.

Los nutrientes de mayor extracción del suelo por los cultivos son los macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio.

Igualmente se debe chequear el antagonismo entre los elementos nutritivos para su asimilación por la plantas. La disponibilidad de B y Zn en suelos alcalinos es mucho menor. El exceso de P, Fe, Mn, Cu y Mo incrementa la carencia de B y Zn, reduciendo su absorción. Los elementos antagonistas son: N/K, Mg/K, Mg/S, Ca/Mn, Ca/Zn, Ca/Cu, Ca/Fe, K/Ca, P/Cl, Na/K, Zn/Fe, Fe/Mn, Cu/Al los cuales bloquean su asimilación. Los elementos sinergistas son: Ca/B, Mg/P, P/N.

Las deficiencias nutricionales de N, P, K, Mg y Mo se presentan en hojas viejas (adultas o basales) de las plantas. Por su parte las deficiencias de Ca, S, B, Fe, Mn, Cu y Zn se presentan en las hojas jóvenes o apicales.

La fertilización nitrogenada incrementa los requerimientos de Zn. Altos niveles de Ca pueden limitar la absorción del K. La presencia de B optimiza la utilización del K por parte de las plantas. Los excesos de Mg y K pueden dificultar la absorción del Ca. Las deficiencias de boro pueden reducir la movilidad del calcio en las plantas.

Con todos estos detalles se debe hacer un cuidadoso programa de nutrición en los cultivos, a partir de un análisis foliar y de suelo, observando en el desarrollo de las plantas los síntomas de carencia que estas presenten. Hay que aplicar cada elemento donde más eficiencia tenga y considerar en el programa de nutrición aplicaciones foliares, cuando sea necesario.

Los microorganismos que viven en el suelo (bacterias, hongos, etc.) causan reacciones favorables a su fertilidad como: 1) la fijación biológica de nitrógeno; 2) la descomposición y mineralización de residuos orgánicos, y 3) favorecen la absorción de agua y de algunos nutrientes, especialmente fósforo. La mayoría de ellos dependen de la materia orgánica para obtener alimentos y energía. Estos microorganismos se encuentran generalmente en los primeros 30 cm del suelo. Los fertilizantes inorgánicos tienden a reducir el humus y los microorganismos del suelo. En consecuencia, hay que hacer un uso racional de ello y no abusar de su uso.

Con los fertilizantes inorgánicos sintéticos, o sales minerales, se debe aplicar lo que se conoce como un 'manejo responsable de nutrientes' (MRN) en el que se definan las dosis necesarias, el momento fenológico de aplicación y las fuentes de fertilizantes. El MRN busca evitar que se acumulen en el suelo cualquier tipo de nutrientes, como los nitratos, y evitar la contaminación de aguas subterráneas.

Los fertilizantes tienen funciones diversas en las plantas, y sus deficiencias son muy notorias por las diversas coloraciones que estas presentan. La tabla 3 presenta un resumen de los factores que limitan la disponibilidad de los elementos.

Para cada zona agroclimática, el plan de fertilización debe ajustar las aportaciones de fertilizantes nitrogenados de las diferentes fuentes (incluida la mineralización de la fracción orgánica del suelo) a la demanda previsible de nitrógeno que vayan a precisar los diferentes cultivos.

Tabla 3. Factores limitantes de la disponibilidad de los elementos químicos en el suelo.

Elemento	Factores que limitan disponibilidad
Calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Precipitación excesiva. • Lixiviación, erosión, baja aireación. • Alta saturación de Mg. • Acidez y presencia de aluminio.
Magnesio	<ul style="list-style-type: none"> • Acidez y presencia de aluminio. • Exceso de Ca, NH₄⁺, K⁺ • Erosión, baja aireación. • Suelos arenosos.
Azufre	<ul style="list-style-type: none"> • Formas de Fe y Al en suelos ácidos. • Inmovilización. • Escasa población microbiana. • Formas gaseosas en suelos anegados.
Boro	<ul style="list-style-type: none"> • Sequía, intensidad luminosa baja. • Exceso de cal o carbonato de calcio. • Suelos arenosos. • Suelos pobres en materia orgánica. • Alta pluviometría.
Manganeso	<ul style="list-style-type: none"> • Condiciones de óxido-reducción (nivel freático). • Exceso de materia orgánica. • Exceso de carbonato de calcio y sodio. • Suelos secos. • Temperatura del suelo baja.
Hierro	<ul style="list-style-type: none"> • Alto contenido de carbonatos. • Niveles altos de Mg, Cu, Zn, Mn. • Niveles elevados de nitratos o fosfatos. • Excesiva aireación.
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de fosfatos. • Presencia de microorganismos. • Contenido alto de materia orgánica. • Suelos encalados, básicos, condiciones óxido-reductoras.
Cobre	<ul style="list-style-type: none"> • Alto contenido de materia orgánica. • Exceso de fertilización nitrogenada. • Uso de fuentes fosfatadas. • Condiciones óxido-reductoras.

b. Fertilización orgánica

Junto con el Manejo Responsable de Nutrientes (MRN) se tendrá igualmente un Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo (MIFS). Este se basa en la aplicación tanto de fertilizantes orgánicos como mejoradores de suelo, para lograr una salud óptima de este. Se deben respetar los periodos en los que se pueden aplicar determinados tipos de fertilizantes orgánicos o mejoradores de suelo.

Los fertilizantes orgánicos pueden ser de origen vegetal o animal. Aplicados al suelo, contribuyen a su restauración, aumentando los hongos y bacterias necesarios para la restauración y conformación del humus. También ayudan con el aumento de las rizobacterias, micorrizas y el CO₂. Así mismo, mejoran el crecimiento y desarrollo de las plantas, la textura del suelo, la fertilidad y la capacidad de retención de agua.

Los fertilizantes orgánicos de origen vegetal pueden ser elaborados como: bioles, compost o bokashi. La concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en estos fertilizantes son muy bajas, por lo que deben aplicarse muy frecuentemente hasta alcanzar los niveles mínimos deseados de nutrientes en el ciclo del cultivo. Estos llevan un proceso antes de su aplicación.

Los fertilizantes orgánicos de origen animal pueden ser tratados y no tratados. Los no tratados son considerados de alto riesgo, ya que no han sido procesados para reducir o eliminar los microorganismos patógenos que suelen contener. Entre los fertilizantes orgánicos de origen animal no tratados están: estiércol, harina de huesos, harina de sangre, harina de plumas y emulsión de pescado. Estos pueden ser frescos o descompuestos y procesados. Una vez listos se aplican incorporándose antes de la siembra.

Está prohibido el uso de desechos humanos en los cultivos de exportación de productos agrícolas frescos, a menos que cumplan con la regulación para bio-sólidos de la Agencia de Protección Ambiental, EPA, de los Estados Unidos (40 CFR parte 503).

Los fertilizantes orgánicos de origen animal tratados, como el compost, descomponen la materia orgánica y reducen los microorganismos patógenos. El sistema para la obtención de compost puede ser: estático, aireado (duran 3 días) o de volteo (duran 15 días), entre otros. En su preparación se origina primero una fermentación anaeróbica, que es

muy violenta, y luego una fermentación aeróbica. En el proceso no se generan moscas ni malos olores.

Otra alternativa de fertilizantes orgánicos son algunas especies de plantas, generalmente leguminosas o alguna otra de fácil crecimiento (algunas malváceas o gramíneas), que se incorporan al suelo al momento de iniciar su floración, con el fin de incorporar también materia orgánica al suelo. Esos cultivos de plantas para incorporar materia orgánica al suelo se conocen como cultivos de cobertura o abono verde.

A propósito del uso de fertilizantes inorgánicos, el Ministerio de Agricultura de Chile (2008, pág. 59) recomienda que:

Se debe elaborar un plan de fertilización que contemple no sólo el uso de fertilizantes minerales sino además la incorporación de materia orgánica, ya que esto permite mejorar la fertilidad del suelo y su capacidad de retención de agua. Se recomienda que el plan considere la aplicación parcelada de fertilizantes nitrogenados, de acuerdo a los momentos de mayor demanda por nutrientes del cultivo.

Los fertilizantes inorgánicos pueden ser de aplicación al suelo o al follaje. Su formulación puede ser granulada, polvo o líquida. Aquellas en polvo o líquidas son de aplicación directa a las plantas, diluidas en agua. Las granuladas se aplican directamente al suelo.

El programa de fertilización debe estar basado en la gestión de nutrientes, conociendo incluso los metales pesados presentes y su potencial lixiviación. Para un programa de aplicación de nutrientes en los cultivos se debe contar con:

1. Análisis nutricionales de suelo y follaje.
2. El programa de aplicación de manejo responsable de nutrientes (MRN).
3. El inventario de fertilizantes con sus facturas.
4. Los momentos de aplicaciones de los fertilizantes con sus dosis.
5. Personal que participó, etc.
6. Una evaluación de resultados al final de la cosecha o post cosecha.

Los fertilizantes orgánicos deben ser certificados, ya que no son seguros. Muchas veces vienen acompañados de microorganismos patógenos, semillas de malezas, insectos, nematodos o sustancias químicas

contaminantes. A menudo, pueden llegar a introducir nuevos problemas a nuestra producción, afectando la calidad de nuestro terreno.

Si el sustrato viene esterilizado debemos exigir que se nos indique el método empleado y que dicha información esté documentada.

c. Aplicación de los fertilizantes

La colocación del fertilizante en el lugar y en el momento propicio para que el sistema radical lo absorba y las plantas lo aprovechen es de suma importancia. Es importante colocar el fertilizante inorgánico cercano a las semillas-raíces, pero siempre tratando de evitar que provoque su quema. Los fertilizantes orgánicos procesados se podrán colocar cercanos o junto a las semillas-raíces.

Las aplicaciones de fertilizantes inorgánicos al suelo pueden hacerse terrestres o aéreas. Las aplicaciones terrestres pueden ser manuales o mecánicas. En zonas de topografía regular se pueden hacer manuales o mecánicas (tractor). Si la topografía es irregular, donde no es factible la aplicación mecánica (tractor), las aplicaciones deben ser manuales. Estas tienen la desventaja de ser lentas y caras. En esos casos, el fertilizante queda sobre la superficie del suelo expuesto al medio. Por eso, de ser posible, se debe tapar y evitar pérdidas por evaporación, y aplicar en condiciones de humedad.

La aplicación mecánica es más eficiente y económica ya que cubre un área considerable en poco tiempo. Las fertilizadoras mecánicas poseen una serie de aditamentos que permiten incorporar el fertilizante en el suelo al momento de su aplicación.

Los fertilizantes inorgánicos solubles en agua, de aplicación foliar, sean estos polvos solubles o líquidos, se pueden aplicar con equipos terrestres o aéreos. Normalmente, se hacen cuando existe la necesidad de aplicar fertilizantes complementarios, principalmente micronutrientes.

Los fertilizantes orgánicos se pueden aplicar de la misma manera que los inorgánicos, con la diferencia de la incorporación al suelo. La aplicación foliar (de polvos o líquidos solubles) se hace igual que los inorgánicos, con equipos de aspersión terrestre o aéreos.

No se debe aplicar fertilizantes en terrenos encharcados o inundados, para evitar la contaminación de cuerpos o cursos de agua. Se deben

respetar las distancias establecidas para la aplicación de fertilizantes en las tierras cercanas a estas aguas (3 m de cursos de agua y 50 m de pozos y aljibes). Es necesario también cumplir con las normas sobre aplicación de fertilizantes en terrenos inclinados.

VI. Manejo de fitosanitarios

Para la gestión de los productos fitosanitarios se deben conocer las leyes, decretos, reglamentos y resoluciones que rigen su manejo responsable y tomar las debidas precauciones preventivas para evitar accidentes. Es importante conocer los efectos a la salud del trabajador, los residuos en la salud del consumidor y su impacto al medio ambiente. Además, es preciso conocer todas las alternativas que existen como tácticas de control de plagas y escoger las más adecuadas de ellas, dentro del marco de una estrategia de manejo integrado de plagas.

Igualmente, es importante conocer las leyes que rigen en los países destinatarios de nuestras exportaciones, en caso que sea este el fin de la producción. No todos los países tienen aprobado el uso de todos los productos fitosanitarios que se usan localmente. En la gestión del uso de los fitosanitarios se debe seguir el plan establecido desde el inicio hasta el final de su implementación, y sus consecuencias. Manejar responsablemente todos los aspectos desde su selección, compra, almacenaje, transporte y destino final de los envases vacíos, así como lo que interviene en su aplicación (antes, durante o después). Se deben considerar también las capacitaciones de los trabajadores y las prevenciones debidas por su salud, el uso de equipo de protección, entre muchos otros aspectos.

En la gestión de estos productos se debe reducir el riesgo, bien eligiendo productos menos tóxicos, bien reduciendo el tiempo de exposición. Un manejo responsable de fitosanitarios es la recomendación para reducir o mitigar sus efectos a la salud y al medio ambiente.

Para la aplicación de los productos fitosanitarios se deben tomar todas las debidas precauciones preventivas para evitar accidentes. Estas se inician con el manejo de los equipos de aplicación, preparación de las mezclas y diluciones, dosificaciones y calibración de equipos.

Toda aplicación de fitosanitarios debe llevarse a cabo con una planificación que cubra todo el ciclo del cultivo, calculando su carga química, previniendo el manejo de los polinizadores, el manejo de los envases vacíos y su destino final y la disposición de los restos de productos fitosanitarios en los envases.

La aplicación de plaguicidas implica revisar y aplicar estrictamente un protocolo de medidas de seguridad muy amplias. Algunas de esas me-

didadas se implementan antes de la aplicación, como preparar al aplicador, manejar las medidas preventivas, leer las etiquetas y panfletos, tomar en cuenta los equipos de protección personal (EPP) recomendados para cada ocasión particular, revisar y calibrar los equipos de aplicación. También durante la aplicación, como escoger el mejor horario de aplicación, revisar la presión y buen funcionamiento de los equipos, chequear por posibles fugas y escapes, entre otras. Así también después de la aplicación es necesario seguir estrictamente las medidas de seguridad, como el uso de camas biológicas y respetar el periodo de reingreso al área y el periodo de carencia. Un aspecto de mucha importancia lo es la evaluación de efectividad y control posaplicación, considerando los costos de la aplicación. La gestión correcta de plaguicidas también implica registrar los detalles de la aplicación, como las plagas/enfermedades/malezas objetivo, productos usados, dosis, hora de aplicación, (que puede diferir de la planificada), equipo de aplicación, cantidad de agua consumida, nombre del aplicador, facturas de compra de los productos, entre muchos otros detalles. Además, hay que prever situaciones de derivas y posibles daños a tercero y mantener la distancia peri-urbana.

VII. Instalaciones, equipos, maquinarias, herramientas e higienización

a. Instalaciones

Las instalaciones que se tienen en una finca de producción agrícola son las siguientes: almacenes de fitosanitarios, fertilizantes inorgánicos, fertilizantes orgánicos, alimentos para animales; almacenes de uso en general; almacén de cosecha; estación de maquinarias agrícolas; parqueo de equipos de transporte; camas de degradación biológica; dispensario médico; áreas para el personal como oficinas, de descanso, comedor, cocina, baños, lavaderos de ropa del personal, entre otras.

Toda instalación debe estar siempre seca, limpia, desinfectada y con buen mantenimiento. Esto redundará en beneficios económicos por disminución de gastos por reparaciones y pérdidas de tiempo. Se debe prevenir toda contaminación con animales domésticos, plagas, productos agroquímicos, material de empaque, etc.

En estas instalaciones se debe mantener un control de plagas basado en un manejo integrado de plagas urbanas con la integración de medidas de exclusión, saneamiento y eliminación de plagas. Así mismo, mantener un manejo preventivo con ordenamiento del medio y educación sanitaria. Una buena forma de prevención es mantener todos los alrededores de las instalaciones limpios, despejados, libres de residuos o vegetación espontánea, pues son lugares que permiten el refugio y reproducción de plagas. Se deberá establecer un programa de manejo de residuos, tanto sólidos como líquidos, que asegure su adecuada disposición final.

Se deben ubicar en lugares donde se evite la posibilidad de contaminación y pérdida de inocuidad. Evitar igualmente el anidamiento y la proliferación de plagas en esos lugares. La ubicación de estas áreas debe permitir que se puedan realizar las labores de mantenimiento, limpieza y desinfección sin obstáculos; y facilitar las operaciones a las que están destinadas (pasillos de acceso y puertas de ingreso adecuadas).

Los depósitos de agua deben estar limpios interna y externamente, sin sedimentos, con cañerías en buenas condiciones y grifos para extracción de agua. Se deben mantener en lugares adecuados y sobre estructuras que eviten su contacto con el suelo. Es aconsejable contar con espacios especiales para este fin, con piso de superficie lavable

e instalaciones adecuadas al número de personas que trabajan en el predio.

▪ **Almacenes de fitosanitarios**

Se debe construir un almacén de fitosanitarios en la finca, pero con acceso restringido. Las instalaciones para estos fines deben estar alejadas de áreas residenciales y de donde concurren personas o animales. Igualmente, alejadas de pozos o fuentes de agua y de lugares de producción; preferiblemente en un lugar elevado y seco. El lugar deberá ser de uso exclusivo para fitosanitarios, que se almacenarán sobre tarimas o estanterías adecuadas al peso y producto a estibar. La cama de degradación biológica debe estar cerca, y el almacén debe contar con una lavadora para lavar la ropa de los aplicadores.

Los pisos deben ser de materiales impermeables, lisos, sin rajaduras y no combustibles. Dispondrán de zócalo perimetral, con pendiente para correcta recolección de posibles derrames. Las paredes se levantarán de material resistente al fuego, en lo posible de mampostería, con rejillas de ventilación que permitan la circulación de aire. A los techos se les dará una inclinación que asegure el escurrimiento del agua y se construirán de material no combustible. Los drenajes nunca deben estar conectados a vías fluviales o redes cloacales, sino a un contenedor especial. Las puertas deben ser incombustibles y deberán contar con sistema de apertura de emergencia hacia el exterior y con cerradura, para impedir el ingreso de personas no autorizadas.

Para la iluminación del interior del almacén, en ningún caso deberá tener instalaciones de toma corriente ni tendido de cables sueltos. El baño del almacén se ubicará próximo al depósito y deberá contar con equipo lava ojos (chorro de agua) y ducha descontaminante de fácil acceso. El almacén deberá contar también con extintores para fuegos ABC, balde de arena, material absorbente (aserrín o similar) y equipos de protección personal. El personal será capacitado y dispondrá de un programa para situaciones de emergencia.

Se deben establecer las normas básicas para primeros auxilios y disponer de botiquín y fichas con teléfono y dirección del centro de salud más cercano, además de otros teléfonos como bomberos, policía, médico, encargado, etc. El almacén estará señalizado con pictogramas con, por lo menos, las siguientes leyendas: 'Prohibido el ingreso de personas no autorizadas', 'Prohibido fumar comer o beber' y 'Salida de emergencia'.

El almacén debe tener un plano donde se indique la ubicación de todo producto en almacenamiento. Estas mismas recomendaciones de seguridad deben tenerse en cuenta para las instalaciones de acopio y fertilizantes.

Mantenga un botiquín de primeros auxilios en el almacén de fitosanitarios que contenga: acetaminofén, termómetro, bacterodine, solución salina (suero), tijeras, compresas oculares, compresas de gasa estéril pequeña, esparadrapo (z-o), algodón, jabón de cuaba y carbón activado en polvo o en cápsulas.

Las áreas colectoras de envases vacíos de productos plaguicidas deben tener su espacio para triple lavado. Estos se deben coleccionar en un lugar del almacén de plaguicidas, junto con plaguicidas vencidos o deteriorados, hasta llevarlos a su sitio de destino final en un lugar dispuesto por las autoridades.

▪ **Almacén de cosecha**

En las áreas de cosecha se debe hacer una evaluación de riesgos, que debe incluir un mapa o diagrama de flujo de los productos desde el campo hasta el área de depósito de la cosecha. Según los productos cosechados, se deben seguir los parámetros de almacenamiento de ese tipo de productos y disponer de cortinas de viento. Los recipientes reutilizables que puedan estar en contacto con alimentos de cosecha deben ser de materiales impermeables, atóxicos, que faciliten su limpieza y mantenimiento, evitando la contaminación de alimentos.

▪ **Otros almacenes**

El almacenaje de fertilizantes (orgánicos o inorgánicos), alimentos para animales, almacén de equipos y herramientas y almacenes en general deben estar separados, cada uno con las condiciones requeridas para esos fines.

▪ **Camas de degradación biológica**

Deben estar cerca al almacén de fitosanitarios. Según el tamaño de la finca, podría haber varias distribuidas en toda la finca, para el momento de preparar la mezcla o lavado de los equipos.

▪ **Dispensario médico**

Esta área es necesaria para mantener la atención médica y seguir los análisis rutinarios a los empleados y candidatos a empleados. Este debe mantener un formulario de usuarios.

▪ **Área de descanso, comedor, cocina y baños**

Se deberá contar con mesas de superficies lavables y asientos suficientes para el personal. Deberá tener agua potable para lavado de manos previo a, y después de, las comidas y al regreso a las tareas. Si se utilizaran comedores móviles, deberán estar techados o ubicados en áreas protegidas de las inclemencias climáticas (sol, viento, etc.). Contar con agua de calidad y volumen adecuado para todas las tareas de limpieza.

Se requiere disponer de baños con contenedor para aguas residuales, lavaderos personales y de ropa para servicios de higiene. Las áreas de descanso, comedor y cocina (no obligatorio) deben ser enramadas con mesas, sillas, agua potable, platos, vasos, cubiertos y botes de basura tapados, etc. Si es posible, también se deberá contar con música en momentos de descanso de las labores.

Los baños (inodoros y lavamanos) para higiene personal y de ropa deben ser construidos en lugares de fácil acceso. Su localización y mantenimiento deberá prevenir cualquier contaminación de la disposición de los desechos y las aguas residuales que generen. Los desagües y sistemas de sépticos deberán recibir el mantenimiento requerido, para evitar fugas o derrames. Ante cualquier evento como inundación, terremotos, etc., tomar de inmediato las medidas de desagüe correspondientes y evitar contaminación. Hay que evitar el retorno (*backflow*) en estos sistemas, así como las conexiones cruzadas.

Los baños deben tener papel, toallas, desinfectante de manos, jabón y *lockers*, entre otros. Deben ser suficientes de acuerdo al personal (1 baño para 15 a 20 personas y a 500 metros de la finca). Para el uso de estos se debe hacer un protocolo de higiene que el personal debe seguir, con indicaciones, instructivos e ilustraciones en los idiomas del personal que labore.

Las áreas de descanso, comedor y cocina deben ubicarse cercanas a los baños, tener un riguroso mantenimiento y asegurar su limpieza y desinfección permanente. Estas medidas contribuyen para asegurar la inocuidad de los productos. La localización de estas áreas debe ser siempre en la finca.

- **Lavaderos de ropa del personal.**

Deben estar ubicados cerca al almacén de fitosanitarios. Estas áreas de lavados deben tener un drenaje directo al drenaje de la cama de degradación biológica o de las áreas de contención del almacén de fitosanitarios.

- **Corrales**

En caso que el establecimiento cuente con animales de trabajo, estos deben estar en perfectas condiciones de salud (vacunados y desparasitados) y de mantenimiento. Los corrales deben estar protegidos en lugares adaptados a sus necesidades y en condiciones que aseguren el bienestar animal.

b. Equipos

En el caso de los equipos, se deberá contar con un programa de mantenimiento que responda a las especificaciones de los fabricantes. Es muy conveniente mantener los manuales de uso y mantenimiento de los equipos bien resguardados y consultarlos toda vez que sea necesario.

- **Equipos de transporte de personal**

Los equipos de transporte son mayormente usados para uso de transportación de técnicos y personal de finca (sean estos motores, camionetas, camiones, autobuses, etc.) y transporte de productos de cosecha. Todos estos equipos deben de pasar una inspección regular para asegurar su mantenimiento correcto y limpieza de suciedad física (tierra) y olores extraños. Además, deben ser desinfectados antes de entrar a la finca. Si son contratados, haga que la limpieza, desinfección y documentación sean parte de los requisitos de su contrato.

- **Equipos agrícolas**

A los equipos agrícolas como tractores, asperjadoras, rastras, excavadoras, cosechadoras, etc. se les debe dar un riguroso mantenimiento según sus manuales. El registro del mantenimiento debe incluir las tareas con fecha, periodicidad y responsable de la operación.

Para el lavado y desinfección de los equipos de aspersión de plaguicidas se deben localizar lugares especializados para estos fines, alejados

de cursos y fuentes de agua. Para el lavado de estos equipos se deben utilizar las camas de degradación biológicas.

c. Maquinarias y herramientas

Las herramientas (tijeras, cuchillos, machetes, colines, azadas, picos, palas, rastrillos, etc.) deben estar en perfectas condiciones de mantenimiento y limpieza, a fin de asegurar su buen estado y funcionamiento. Para ellas también se requiere un plan de mantenimiento general. Las herramientas deberán mantenerse bajo techo y en buenas condiciones (lubricadas, afiladas, con mangos y agarres en perfectas condiciones). La posibilidad de contar con un 'galpón de herramientas' favorece su conservación y protección.

▪ Herramientas de cosecha

Se deben utilizar las herramientas adecuadas y en perfectas condiciones de higiene y mantenimiento. Lavarlas e higienizarlas convenientemente, cada vez que sea necesario, con agua y desinfectante a fin de evitar la incorporación de tierra, barro y otros contaminantes a los productos cosechados y a los elementos de cosecha.

Las herramientas deben guardarse en lugares apropiados y escogidos para estos fines y ser utilizados solo para la cosecha, aislados de toda fuente de contaminación. Tienen que estar aptos para entrar en contacto con alimentos (hechos preferiblemente en madera, polietileno, mimbre, etc.) y que no transmitan olores o sustancias indeseables a los alimentos. Cuando los mismos no estén en perfectas condiciones, deben descartarse ya que pueden ser fuente de contaminación de la mercadería.

Las herramientas utilizadas para cosechar los productos deben ser claramente identificadas, para evitar su uso en otras actividades y que puedan transportar sustancias tóxicas, residuos, etc. Se deben conservar en lugares apropiados que eviten su contaminación.

▪ Maquinarias

Debe tenerse un registro detallado de todas las maquinarias del establecimiento, donde figuren las normas básicas de operación, mantenimiento y seguridad. De ser posible, se debe contar con los manuales originales de mantenimiento y uso de los equipos. El registro debe incluir las tareas de mantenimiento con fecha, periodicidad y respon-

sable de la operación. Esto puede evitar peligrosos accidentes y costos extra por reparaciones.

d. Higienización

Para la desinfección de los equipos agrícolas, maquinarias y herramientas de cosecha se debe quitar restos de suelo adherido y aplicar una solución desinfectante que contenga: hipoclorito de sodio (1% de cloro activo en pH neutro) o amonio cuaternario (4%). Sumerja en una cubeta o aplique con aspersores. Es importante recalcar que no se puede desinfectar algo que no está limpio.

Las instalaciones, equipos, maquinarias y herramientas deben estar siempre limpios, organizados, desinfectados y tener una ficha de organización con las fechas que corresponde la limpieza. En todo caso, manejar los procedimientos operativos estandarizados de saneamiento -POES-.

VIII. Animales domésticos y silvestres

Los animales son una fuente importante de contaminación de los productos agrícolas frescos, al igual que los humanos. Por eso, todo animal que se maneje en el área agrícola debe llevar un programa de desparasitación, por cualquier tipo de transmisión potencial de bacterias, parásitos o virus a los cultivos y a las personas. Pueden transmitir esos agentes biológicos tanto a través de la orina como de las heces fecales. Evite que los animales silvestres lleguen a la finca, trate de disuadirlos usando ruidos, medios visuales, repelentes, etc.

Los animales pueden transmitir microorganismos patógenos, como *E. coli* O157:H7, *Salmonella* o *Listeria*, entre otros. Pueden depositar y esparcir en los campos patógenos que infectan a los humanos, a través de sus heces.

Algunos animales domésticos pueden ser usados en los campos para tiro de arados (bueyes, caballos), pastorear los residuos de los cultivos (ganado), manejo de la fauna silvestre (perros), etc. Evalúe los riesgos asociados, si son permitidos y su probable acceso a los campos de producción.

Con relación a los animales en el predio, la FAO (2003a) recomienda que:

1. El ganado y otros animales domésticos deben mantenerse alejados de los montes frutales durante la temporada de cultivo. Para ello, deben alambrarse o cercarse los sectores plantados o bien recluir los animales convenientemente.
2. Deben construir zanjas, terraplenes, franjas de vegetación, etc. a fin de separar campos vecinos donde se verifique la crianza de animales y de los que se pueda producir arrastre de materia fecal por lluvias, o por el agua de las acequias o simplemente por escorrentía superficial.
3. Se debe evitar la concentración de grandes cantidades de fauna silvestre, a través del uso de buenas prácticas agrícolas para ahuyentar o redirigir dicha fauna hacia otras zonas. Se pueden utilizar medios disuasivos visuales, auditivos o físicos, en un todo de acuerdo con la

legislación que reglamente el manejo y la protección de la fauna silvestre.

4. Si emplea animales de trabajo es conveniente utilizarlos en tareas alejadas de la época de recolección.
5. Esos animales de trabajo deben estar sanos, vacunados y desparasitados.

Los trabajadores deben estar conscientes de los riesgos de la contaminación cruzada proveniente de la contaminación fecal de las manos, ropa, calzado y equipo después de manejar animales o materia fecal.

Los registros/documentos de las actividades de los animales, deben contener:

1. Registros de fechas y tiempos de espera entre pastoreo y cosecha de productos.
2. Inspección de intrusiones de animales salvajes.
3. Registros de acciones correctivas, si se evidencia intrusión y potencial de contaminación.
4. Programa de desparasitación.

En caso de detectar que un animal doméstico o silvestre, que no siga un programa de desparasitación, orine o defeque en algún lugar de la finca o empacadora, se debe aplicar inmediatamente cal en el lugar y establecer un cerco de 0 a 8 metros. Los animales silvestres no son controlados fácilmente. Sin embargo, se deben de observar las aves, que son muy difíciles de detectar al momento de pasar por encima del cultivo.

Los formularios a implementar en esta etapa son:

- 1- Capacitación de empleados.
- 2- Control de plagas roedores.
- 3- Evaluación de riesgo.

IX. Cosecha, empaque y desechos

a. Cosecha: pre y post

Antes de la cosecha se debe hacer un proceso de evaluación de los campos y determinar si existe contaminación fecal por animales domésticos o silvestres, o señales que indiquen un riesgo (p. ej., caminos marcados, huellas de pisadas, hozaduras, residuos y señales de alimentación, etc.). Evalúe riesgos y decida si el cultivo o parte del cultivo puede cosecharse de forma inocua. Si se verifica que hay contaminación, se deben establecer acciones correctivas como una zona de seguridad o área de protección que no se debe cosechar. La zona de seguridad o de protección sugerida varía de 0 a 25 pies (0 a 8 metros) de radio dependiendo del cultivo, clima, evento de contaminación y el equipo de cosecha.

La cosecha es la etapa fundamental de la producción, cuando el agricultor podrá percibir los ingresos por el trabajo realizado, o perder parte de ellos si no se realizaron las tareas convenientemente. El momento oportuno de cosecha estará dado por las condiciones del cultivo y el objetivo de la producción.

Al momento de realizarse la cosecha se deberá contar con métodos de determinación de las condiciones del cultivo y la producción, según el destino de los alimentos. Se debe tener pleno conocimiento del manejo de fitosanitarios aplicados con antelación a la cosecha a fin de respetar los períodos de carencia que permitan dar seguridad de inocuidad de los productos cosechados y no dejar residuos tóxicos al alimento. Este es uno de los aspectos más importantes a revisar antes de la cosecha.

▪ Planificación de cosecha

Cuando la tarea es realizada por varios cosecheros, la formación de equipos y la distribución de tareas permiten agilizar el trabajo y mejorar los resultados. Los turnos de trabajo deben estar adecuados a las condiciones de trabajo (frío, calor, vientos excesivos), de modo que se evita la incomodidad del cosechero que puede atentar sobre la calidad de la labor (golpes, maltrato de la mercadería).

Tanto para el personal permanente como para el eventual, debe buscarse un equilibrio entre el volumen cosechado y la calidad del trabajo

realizado. Todo el personal en contacto con la mercadería cosechada debe contar con análisis médicos rutinarios y tener su tarjeta médica al día, que garantice su estado de salud. Uñas cortas, manos limpias, cabello cubierto, delantal, pechera u otra vestimenta que cumpla la misma función son aspectos a verificar periódicamente. No fumar o comer durante las operaciones, ni tener joyas o colgantes que puedan desprenderse.

El personal debe tener ropa limpia y adecuada para las actividades que realice. La vestimenta incluirá elementos de protección como por ejemplo contra el sol, cuando realice trabajos al aire libre, y fajas de protección lumbar, cuando tenga que trasladar o manipular contenedores o elementos pesados.

b. Empaque y transporte

▪ Equipo de transporte de cosecha

El transporte dentro del establecimiento debe realizarse en condiciones higiénicas. Cada vez que se van a usar, se deben lavar y no presentar riesgo de contaminación. Para trasladar la mercadería desde su lugar de producción hasta su destino final, se deben utilizar transportes en condiciones adecuadas. En el transporte de productos se debe constatar la limpieza de los equipos, su buen estado, conocerse el uso anterior y descartar que, previamente hayan sido utilizados para transporte de animales, de desechos o sustancias químicas o tóxicas.

Se recomienda proteger los productos cosechados en todas las etapas. La mercadería se debe cargar con cuidado, sin golpes, para evitar su daño o contaminación. Si el transporte es abierto, cubrir la carga con elementos adecuados que eviten su deshidratación o contacto con fuentes de contaminación. Se debe cargar en una zona protegida y alejada de cualquier contaminación. El personal encargado de la carga y descarga deberá adoptar prácticas de higiene y limpieza, y contar con la capacitación e implementos necesarios para dicho trabajo.

En el transporte de las frutas y hortalizas no deben colocarse otras mercaderías o elementos que puedan favorecer la contaminación directa o cruzada. No utilizar coberturas con procedencia desconocida o elementos que puedan estar contaminados como neumáticos, tambores de combustible, animales, etc.

Al cargar el transporte se debe emitir la documentación correspondiente (remito o guía de tránsito) según lo establecido por las reglamentaciones nacionales y locales en vigencia. Se debe aplicar un plan de limpieza y control de los vehículos que se utilicen para el transporte. Si las tareas las realiza un tercero, este debe cumplir con las pautas establecidas.

Se debe evitar la contaminación cruzada de las frutas y verduras con materiales sucios con estiércol, abonos, aguas contaminadas y otros. Extremar la higiene de todos los elementos en contacto con los productos cosechados, como canastos, cajas, o cualquier otro implemento de cosecha resulta fundamental. Los envases o recipientes contenedores utilizados para la cosecha deben estar limpios y adecuados para su manipuleo y transporte, tanto dentro del establecimiento como en las etapas que cumplirán hacia su lugar de destino.

Evitar el daño o deterioro de las frutas y hortalizas. Asimismo, se deberán descartar productos con excrementos de pájaros o cualquier otro animal, inicio de pudrición, exceso de polvo y otros contaminantes.

Es importante minimizar los tiempos entre cosecha y transporte a lugar de destino. Hay que evitar cosechar más de lo que pueda procesarse en el día, mezclar especies o dejar material en el campo sin transportar. El levantamiento de la cosecha se debe realizar antes de 24 horas, según cultivo. No dejar cosechas de un día para otro.

Se debe suspender la cosecha si llueve. Las cosechas nocturnas hay que evitarlas, ya que suponen un problema para numerosas especies animales silvestres diurnas que reposan durante la noche. La cosecha nocturna es una de las principales causas de mortalidad para numerosas especies propias de los agro ecosistemas.

▪ **Recomendaciones de personal de cosecha**

El personal que se desempeña en la cosecha debe capacitarse adecuadamente, especialmente en la selección del grado de madurez y desarrollo adecuado de los productos. También para el conocimiento de técnicas que lo protejan o que eviten daños en las plantas de producción.

Es conveniente un período de entrenamiento, acompañamiento o de ejercitación previa por parte de personal experimentado, para evitar errores, falta de criterio o malas interpretaciones.

▪ **Almacenamiento en el campo**

Se debe hacer una planificación de la cosecha, para evitar el almacenamiento de productos en el campo. Cuando sea indispensable, por circunstancias ajenas a la voluntad, se debe disponer de envases para productos que puedan permanecer en el campo durante un corto periodo. Estos envases deben cumplir con las normas de limpieza y condiciones generales, para reducir los riesgos de contaminación. Se deberán tener en cuenta las condiciones ambientales inapropiadas bajo las que ocurrirá el almacenamiento temporal, para que los productos cosechados no se deterioren o pierdan calidad.

Los formularios a implementar en esta etapa son:

- 1- Capacitación de empleados.
- 2- Diario de la limpieza general durante la cosecha.
- 3- Evaluación de riesgo-general.
- 4- Listado de equipos.
- 5- Inspección, limpieza, mantenimiento y calibración del equipo.
- 6- Transporte de productos.
- 7- Listado de inspección del vehículo de transporte.

c. Desechos

1. Residuos

Los residuos de cosecha se recogen y se eliminan, sea enterrándolos o sacándolos del área productiva y dándoles otros usos. Nunca se deben dejar en el campo para evitar la contaminación o recontaminación. Está prohibido quemar los residuos, como paja, en la finca.

2. Quema

La quema de los residuos de cosecha es un tema de discusión en arroz, caña de azúcar y otros cultivos. Aquí se exponen algunas de las ventajas y desventajas:

Ventajas

- Elimina la presencia de malezas y protege contra serpientes, arañas y ratas.
- Incorpora nutrientes esenciales al suelo como Ca, Mg, K y Na.

Desventajas

- Afecta la biodiversidad y el ecosistema, destruye la actividad microbológica del suelo.
- Genera gases de efecto invernadero, contribuye con el calentamiento global y daña la capa de ozono.
- La liberación de cenizas afecta las poblaciones cercanas, ocasiona trastornos a la salud y pone en peligro el tránsito en las carreteras, por lo que se considera una práctica peligrosa y de alto riesgo.
- Favorece la erosión del suelo, elimina la cobertura vegetal y disminuye la fertilidad natural del suelo con la quema de la materia orgánica y la liberación de dioxina, induciendo la pérdida de nutrientes esenciales (sobre todo N y S).
- Reduce el control biológico y favorece el desarrollo de plagas.
- Favorece la pérdida de humedad en el suelo.

X. Gestión humana

La gestión humana es una de las gestiones más importante en la actividad agrícola, siendo un importante activo de todas en la cual interviene la gestión de los recursos humanos desde el reclutamiento, selección e inducción del personal, desarrollo y capacitación de personal, evaluación de desempeño, relaciones interpersonales, liderazgo organizacional, manejo de conflictos, manejo de nómina, entre otros aspectos. En todo el proceso de la gestión humana se trabaja la seguridad en el trabajo para evitar accidentes laborales con políticas de seguridad y salud ocupacional con la supervisión de las normas establecidas.

El trabajo en la salud ocupacional cubre la salud del trabajador y las condiciones laborales desde el ambiente laboral (físico y psicológico), la jornada laboral y su vida social, así como la higiene en el trabajo, incluyendo servicios médicos, prevención de riesgos y servicios de educación y orientación. Los riesgos laborales para evitar cualquier condición con potencial suficiente para generar accidentes o enfermedades ocupacionales o profesionales con normativas para prevención de accidentes, seguridad y primeros auxilios, incluyendo comunicación de riesgos en todas las áreas en los idiomas del personal contratado.

Cada uno de estos casos se maneja con registros y documentos en: programa de capacitación empleados, informe de enfermedad-herida, inspección del equipo de sistemas sépticos y de alcantarillado, limpieza del área de descanso-almuerzo, limpieza para instalaciones de higiene personal, salud del personal, gestión de reclamos, entre otros, y cualquier documento que indique la certificadora.

XI. Registros, documentos y trazabilidad

La implementación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) facilita el establecimiento de un sistema de trazabilidad. Este es el conjunto de procedimientos que permiten dar el seguimiento completo a un producto cosechado, con evidencias desde el lugar de producción hasta el lugar de destino. Permite realizar un trazado a lo largo de toda la cadena de producción.

Un sistema de trazabilidad es el conjunto de herramientas que permite conocer la ubicación y el histórico de un terreno y el proceso de producción de un determinado producto, con evidencias. Esto se consigue mediante la aplicación de herramientas concretas y predefinidas, lo que a su vez permite establecer una homogeneidad en los procesos de trazabilidad.

La trazabilidad tiene diferentes utilidades, según los interesados sean productores, clientes distribuidores, consumidores o autoridades sanitarias. Los productores pueden localizar rápidamente cualquier lote problemático. A los clientes distribuidores les da confianza y a los consumidores les da seguridad el consumir un alimento con controles. A las autoridades sanitarias les permite localizar e inmovilizar rápidamente cualquier producto inseguro y retirarlo del mercado.

Para la implementación de un sistema de trazabilidad se manejan las BPA (buenas prácticas agrícolas) y las BPMa (buenas prácticas de manufactura actualizadas) junto al APPCC (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control). Ambos sistemas se gestionan bajo los POES (Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento), con el objetivo de reducir los riesgos de salud agroalimentaria y corregir las causas en su origen.

Los tipos de trazabilidad pueden ser ascendente, descendente e interna. La ascendente es cuando los productos llegan desde proveedores conocidos a quienes se les ha dado seguimiento. Se le llama 'hacia atrás' o correctiva. La descendente es cuando los productos llegan de clientes desconocidos. Es de un paso 'hacia adelante' y también se le llama preventiva. La interna se practica sobre productos que vienen desde la unidad misma de producción.

La trazabilidad está compuesta por rastreo y trazado. El rastreo es la ruta de la mercadería desde el lugar de producción, siguiendo el ca-

mino hasta su lugar de consumo (fletes distribuidor mayorista, distribuidor minorista, comercio, consumidor). El rastreo sirve para conocer la producción obtenida, productos que se deben desechar, permite manejar los aspectos organizativos y de transporte.

El trazado permite conocer desde el origen del producto los diferentes participantes en la cadena de producción y distribución, hasta la llegada al consumidor. En caso de existir algún problema con el producto en la cadena, conocer el responsable. En esos casos, el camino que se sigue va desde el consumidor hacia el productor pasando por todos los eslabones intermedios y de ese modo detectar el lugar donde se produjo la deficiencia o el problema.

La trazabilidad no garantiza la inocuidad de la producción por sí misma, pero permite garantizar y conocer la forma en que se lleva adelante la actividad productiva y los caminos que siguió la mercadería hasta el consumidor final. La transparencia y credibilidad en la cadena agroalimentaria son las pautas de las BPA, las cuales permiten garantizar la inocuidad y calidad de la producción obtenida desde el origen.

Objetivos de la trazabilidad:

1. Lograr la identificación del producto producido y el método para hacerlo. A través de marcas claras e inconfundibles como el rotulado, el marcado, el código de barras, etc. se puede identificar el origen de la mercadería.
2. Dar el seguimiento a los productos cosechados desde el productor. Cada eslabón de la cadena debe estar identificado con el registro correspondiente: el productor, el lugar del predio de producción y todas las etapas desde la siembra hasta la cosecha que siguió la mercadería. También se identifican el lugar de venta del producto y la posterior adquisición por parte del consumidor.

Implementación de la trazabilidad:

Se deberá establecer un plan de control de documentación y registros. Los registros a llevar deben ser simples de completar y se deben mantener actualizados. Un elemento de gran utilidad para poder registrar las actividades es el cuaderno de campo.

Documentación/Registros:

De todos los procedimientos que se hacen en la producción y en la comercialización, la documentación es básica. Para esto, se ha de elegir de una gran variedad de sistemas y herramientas (procedimientos

manuales sobre tecnologías con soportes informáticos, electrónicos, etc.) que debemos tener, entre los que se pueden mencionar:

1. Planos de la finca con sus lotes, documentación de uso de los mismos y rutas de acceso y traslado de mercadería.
2. Análisis de agua, del suelo, material reproductivo y documentación que justifique la adquisición y uso de productos fitosanitarios. Especificaciones, manuales y procedimientos para el manejo de equipos y para la aplicación de fitosanitarios.
3. Detalle del personal que trabaja en la finca, análisis médicos, capacitaciones y sus resultados.
4. Identificación e historia de cada lote, con la producción y las labores realizadas (preparación de terreno, siembra, monitoreo, aplicación de fitosanitarios), etc.
5. Especies y variedades cultivadas, estados fenológicos del cultivo, problemas detectados y medidas adoptadas para su control.
6. Mercadería producida, fecha de cosecha, grado de madurez, estado general, fecha de carga y destino final, etc. Transporte utilizado, identificación y características del mismo.
7. Registro de higiene del predio y del programa utilizado para su mantenimiento (instalaciones, tinglados y galpones, baños, viviendas del personal, vehículos, equipos y maquinaria, etc.).
8. Planillas de datos climatológicos.
9. Programas de disposición final de residuos, envases vacíos y de manejo de problemas o fuentes de contaminación localizadas. Los registros y la documentación relacionada deben conservarse por un período mínimo de dos años.

El periodo de conservación de los documentos/registros será, como mínimo, el periodo de vida útil del producto más un periodo adicional de seis meses.

Es conveniente efectuar periódicamente validaciones/verificaciones del sistema, para comprobar que funciona de manera efectiva y registrar que tal comprobación se ha producido.

XII. Gestión de procesos de calidad e inocuidad

La gestión por procesos -GP- de trazabilidad, inocuidad y calidad, es una forma integral de modelar, optimizar y controlar realizando mejora continua de los procesos en la organización. Es dirigir una organización mediante un conjunto de actividades relacionadas que transforman elementos de entrada en resultados/salida dando un valor agregado.

Los objetivos son: agregar valor al cliente, control de procesos, reducir los costos internos innecesarios, acortar plazos de entrega, mejorar la calidad e incorporar actividades adicionales de servicio con un bajo costo. Con la gestión de procesos se documentan los procesos y se describen en fichas de procesos acompañadas de diagrama de flujos, describiendo los tres tipos de procesos: procesos estratégicos, procesos operativos y procesos de apoyo.

Con la implementación de las certificaciones se implementan los procesos de trazabilidad, inocuidad y calidad. Es importante que los proveedores cuenten con un sistema de procesos, auditorías y certificaciones, así como protocolos de control y liberación de productos, ruta de transporte y envíos de muestras de valor legal. Los productores deben tener un control de lotes, documentación de análisis, uso de insumos y materias primas; verificar sellos de seguridad y condiciones del transporte, etc.

Estos también deben llevar programas de trazabilidad, inocuidad y calidad de toda la cadena productiva, de modo que permitan la rastreabilidad de cada lote. Los distribuidores que usan sistemas de lectura, como códigos de barras, radiofrecuencia y facturación electrónica, toman automáticamente la codificación del producto terminado y lo envían directamente al cliente. La identificación del producto para el proceso de trazabilidad se hace con el código CS1-128, anteriormente llamado EAN o IAN.

En todo sistema de trazabilidad, los registros son la principal herramienta para demostrar evidencia de la inocuidad de los productos. En estos procesos se deben integrar los sistemas de gestión de inocuidad de alimentos (SGIA) y sistemas de gestión de calidad (SGC).

El sistema de gestión de inocuidad de alimentos, -SGIA- está basado en parámetros del estándar internacional de la norma ISO 22000, el cual especifica los requisitos en la cadena de producción alimentaria

cuando una empresa necesita demostrar su capacidad para controlar los peligros relacionados con la inocuidad de los alimentos y asegurar que el producto es seguro para el consumo humano.

El sistema de gestión de calidad -SGC- es aplicable en toda la cadena de abastecimiento alimentaria, el cual aplica en los procesos y actividades del sector alimentario hasta el consumo. Se usa en los sectores de productores primarios, procesadores de alimentos, catering & restaurantes, transporte, almacenamiento, materiales de envasado, etc.

La implementación de un sistema de gestión de calidad -SGC- basado en parámetros estándares internacionales de la norma ISO 9001, necesita un conjunto de políticas, procesos y procedimientos documentados. Este conjunto define la forma en que la empresa elaborará y entregará el producto o servicio a sus clientes, con el fin de asegurar su satisfacción.

Los principios de gestión de calidad son (International Standardization Organization, 2021):

1. Orientación al cliente.
2. Liderazgo.
3. Compromiso con las personas.
4. Enfoque a procesos.
5. Mejora continua.
6. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.
7. Gestión de las relaciones.

Para la inocuidad de los productos agrícolas frescos se incluyen: 1. evaluación de riesgos, implementación y monitoreo de prácticas y mantenimiento de los registros; 2. proporcionar los recursos necesarios para hacer las cosas; y 3. un plan escrito del proceso de producción para la inocuidad de los alimentos en las fincas.

En sentido general, las fases para la correcta implementación de un sistema de trazabilidad son (AESAN-España, 2009, pág. 38):

1. Estudiar los sistemas de archivos propios.
2. Consultar con proveedores y clientes.
3. Definir ámbito de aplicación.
4. Definir criterios para la agrupación de productos en relación con la trazabilidad.

5. Establecer registros y documentación necesaria.
6. Establecer mecanismos de validación/verificación por parte de la empresa.
7. Establecer mecanismos de comunicación interempresas.
8. Establecer procedimiento para la localización, inmovilización y, en su caso, retirada de productos.
9. Estudiar la legislación vigente en esta materia y, en el caso de plantas exportadoras, la legislación o exigencias en materia de *recall* que los distintos mercados poseen y solicitan.

La corrección en el sistema de inocuidad se maneja aplicando el *RECALL* (retiro de productos del mercado) consiste con retiro del mercado de los alimentos producidos, por no ser inocuos, por estar adulterados, contaminados o mal rotulados. También su retiro del mercado puede ser por solicitud de las autoridades sanitarias, si consideran que infringen la ley.

Otras causas del *RECALL* para retirar del mercado productos son por la presencia de alérgenos no indicados en las etiquetas, contaminación por microorganismos, contaminación química, contaminación física, error de rotulación o defectos de empaque, entre otras razones.

XIII. Certificación y acreditación

Con la agricultura integral convertida en agricultura certificada, sea esta orgánica o convencional, se hace necesario tener la certificación de la producción. Las certificadoras ‘certifican’ un producto, un sistema de gestión de una empresa o el conocimiento de una persona, el cual debe estar conforme y cumplir con los requisitos de una norma establecida.

Según la FAO (2002), «Un organismo de acreditación es un organismo tercero que procede a la acreditación de un organismo de certificación», o sea ‘acredita al organismo certificador’, el cual procede conforme a las normas ISO 65 sobre “Requisitos generales para la evaluación y la acreditación de los organismos de certificación.”

La acreditación es un manifiesto público de reconocimiento internacional a un organismo de certificación de la conformidad con los requisitos de la norma ISO 65. La entidad acreditadora verifica que las tareas de evaluación que llevan a cabo las certificadoras son competentes técnicamente y cumplen los requisitos de una norma establecida.

Con las certificaciones se crea un impacto positivo en seguridad y confianza de clientes y consumidores en todos los mercados, fortaleciendo la credibilidad del producto otorgando valor agregado en la cadena de producción. También facilitan la existencia de mejores relaciones comerciales y mayor confianza en los clientes, contribuyen a la aplicación de nuevas tecnologías en la vida diaria de las empresas, promueven una mejor gestión de los recursos disponibles, se diferencian de la competencia, acceden a trabajar/vender a organismos públicos o privados/empresas cuyos requisitos sean estar certificados.

A nivel mundial está la IAF (*International Accreditation Forum*) que es una estructura que congrega los organismos de acreditación. En Europa está la EA (*European Accreditation Cooperation*) y en América está la IAAC (*Inter-American Accreditation Council*). Los certificados emitidos por los organismos de certificación acreditados aún no tienen un reconocimiento internacional (FAO, 2002).

Las certificaciones se inician en la República Dominicana con DIGENOR (Dirección General de Normas y Sistemas de Calidad) a principios de 1978, bajo la asesoría del INDOTEC (Instituto Dominicano de Tecnolo-

gía Industrial). Con la promulgación de la Ley 166-12, el INDOTEC fue sustituido por el INDOCAL -Instituto Dominicano para la Calidad- (Congreso Nacional-RD, 2012). El INDOCAL es hoy la autoridad nacional responsable de la normalización y de la metrología legal, industrial y científica en la República Dominicana (INDOCAL-RD, 2021).

Las funciones principales del INDOCAL (2019a) son las siguientes:

En materia de Normalización:

1. Coordinar, planificar y organizar las actividades de elaboración, adopción, armonización, aprobación, oficialización, publicación y divulgación de las normas técnicas, con miras a facilitar el comercio y el desarrollo industrial y servir de base a los RT.
2. Elaborar programas anuales de capacitación y entrenamiento en materia de normalización y certificación de la calidad, dirigidos a las empresas, al personal en funciones del sector público y a los consumidores y usuarios.
3. Elaborar la Política Nacional de Normalización y el Plan Nacional de Normalización.
4. Representar al país en las actividades regionales e internacionales de normalización.
5. Mantener activa su membresía en los organismos mundiales reconocidos de normalización.
6. Cualquier otra función o competencia que guarde correspondencia con las normas, las directrices, los procedimientos, las guías y prácticas internacionales seguidos en la formulación y adopción de normas, cumpliendo de manera estricta con el Código de Buenas Prácticas para la Elaboración, Adopción y Aplicación de Normas de la OMC, o cualquier otro documento similar que pudiera sustituirle. (...)

En materia de Metrología:

1. Fungir como Instituto Nacional de Metrología (INM), para República Dominicana.
2. Establecer y promover el Sistema Legal de Unidades de Medida (SI) en el territorio nacional.
3. En calidad de INM, el INDOCAL deberá conservar el patrón nacional correspondiente a cada magnitud y asegurar la trazabilidad de los patrones nacionales al SI, a través de calibraciones en institutos de metrología de mayor nivel e intercomparaciones internacionales.

4. Diseminar la trazabilidad de los patrones nacionales a los patrones secundarios, de trabajo y a los instrumentos de medición.
5. Fungir como laboratorio primario del Sistema Nacional de Calibración, el cual será definido y organizado de acuerdo a las disposiciones del Reglamento.
6. Proporcionar servicios de calibración a los patrones y equipos de medición de los laboratorios, centros de investigación o a la industria, cuando así se solicite, y expedir los certificados correspondientes.
7. Proporcionar servicios de verificación en materia de metrología legal y emitir los certificados o marcas de conformidad que correspondan a esos servicios.
8. Conformar la jerarquía metrológica en el país mediante escalas de calibración y grupos de trabajo en metrología.
9. Promover y realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico en los diferentes campos de la metrología y coadyuvar a la formación de recursos humanos con el mismo objetivo.
10. Asesorar a los sectores industriales, técnicos y científicos, en relación con los problemas de medición.
11. Participar en el intercambio relativo a temas de la metrología con organismos nacionales e internacionales, y en las intercomparaciones de los patrones de medida.
12. Dictaminar sobre la capacidad técnica de calibración o de medición de los laboratorios, a solicitud de parte o de las autoridades competentes, dentro de los comités de evaluación para la acreditación.
13. Organizar y participar, en su caso, en congresos, seminarios, talleres, conferencias, cursos o en cualquier otro tipo de eventos relacionados con la metrología.
14. Celebrar convenios con instituciones de investigación que tengan capacidad para desarrollar patrones primarios o instrumentos de alta precisión, y con instituciones educativas que puedan ofrecer formación especializada en materia de metrología.
15. Celebrar convenios de colaboración e investigación metrológica con instituciones, organismos y empresas tanto nacionales como extranjeras.
16. Representar al país ante los organismos regionales y mundiales de metrología.
17. Elaborar el Reglamento Interno de Trabajo de la Dirección Ejecutiva de Metrología.

Los servicios de INDOCAL (2019b) que tienen relación con el área agrícola son los siguientes:

- Certificación HACCP. Es un sistema de administración que constituye un instrumento eficaz, el cual aborda la seguridad alimentaria a través de la identificación, análisis y control de los peligros físicos, químicos, biológicos y, últimamente, peligros radiológicos.
- Certificación Global Gap. Conjunto de normas internacionalmente reconocidas sobre las buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de acuicultura. Global Gap recopila protocolos de buenas prácticas con miras a la certificación de los procesos de obtención de productos del sector primario que incluye la acuicultura.

Con la Resolución N.º 18-2005, del 8 de abril de 2005, la Secretaría de Agricultura (2005) crea el Departamento de Inocuidad Agroalimentaria; y Mediante la Resolución 10-2008, se adopta la ‘Guía Técnica Regulatoria para la Aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura en la Producción y Exportación de Vegetales Orientales en la República Dominicana.’ Este resulta ser el instrumento de trabajo oficial obligatorio a fin de regular la producción, cosecha, transporte, empaque y procedimientos de exportación de vegetales orientales en la República Dominicana.

Las principales funciones, según el portal del Departamento de Inocuidad Agroalimentaria (DIA), son las siguientes (DIA, 2018):

1. Establecer las coordinaciones de lugar con los departamentos de Sanidad Vegetal, Sanidad Animal y de Extensión y Capacitación Agropecuaria del Ministerio de Agricultura.
2. Sistematizar y comunicar a las autoridades responsables – tanto del Ministerio de Agricultura como de otros organismos – la información pertinente referida a situaciones nacionales e internacionales que afecten o puedan afectar la inocuidad de los agro-alimentos.
3. Recomendar la elaboración y anulación de normas oficiales en materia de la aplicación y proceso de certificación de BPA y buenas prácticas ganaderas (BPG) en el país.
4. Garantizar el cumplimiento de los convenios internacionales en el país en estas materias.

Los reglamentos del DIA tienen por objetivos:

1. Regular la aplicación de las buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas ganaderas en el proceso de producción, manejo, empaque y transporte de alimentos de origen agropecuario en el país.

2. Contribuir a proteger la salud humana y de los animales a los cuales se destina la producción agropecuaria de República Dominicana.
3. Garantizar la aplicación adecuada de medidas de bioseguridad y la adopción de las normas de trazabilidad, que permitan identificar el momento y punto del proceso en la cadena agroalimentaria en que podrían producirse riesgos de contaminación de los alimentos de origen agropecuario.
4. Contribuir a garantizar la producción inocua de agro alimentos destinados al mercado nacional e internacional por parte de los productores agropecuarios dominicanos.
5. Establecer los procedimientos de registro, seguimiento, inspección y certificación de las unidades de producción agropecuaria que aplican BPA y BPG.
6. Definir los estándares de BPA por cada uno de los rubros de producción del sector agropecuario, para emitir las normas correspondientes en coordinación con el Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL).
7. Establecer los procedimientos de registro y acreditación de las empresas certificadoras de los procesos de cumplimiento de las BPA y BPG.

Con el ‘Reglamento para la Aplicación General de Reglas Básicas de Buenas Prácticas Agrícolas y de Buenas Prácticas Ganaderas’, se regula la disposición general de los registros y sistemas de control y trazabilidad, la salud y práctica de higiene de los trabajadores agropecuarios, de las buenas prácticas agrícolas, del control de plagas y de las buenas prácticas ganaderas.

Mediante el Decreto 244-10, del 27 de abril de 2010, se regula lo relativo a los límites máximos de residuos (LMR) de los plaguicidas en frutas y vegetales, adoptándose como oficiales los LMR del *Codex Alimentarius*. Ese Decreto también incorpora la evaluación de riesgos para residuos de plaguicidas, a través del Departamento de Inocuidad Agroalimentaria (DIA), para la renovación y registro de plaguicidas (CEDAF -Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc., s.f.).

Bibliografía

- AAPRESID-Argentina. (s.f.). *Manual de buenas prácticas agrícolas e indicadores de gestión*. (AAPRESID-Argentina, Editor) Recuperado el 6 de mayo de 2021, de <https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/manual-de-buenas-practicas-agricolas-e-indicadores-de-gestion-ac-aapresid.pdf>
- ACHIPIA. (2016). *FSMA: conozca más sobre las nuevas normas de inocuidad alimentaria para exportar a Estados Unidos*. (ACHIPIA, Editor) Recuperado el 15 de abril de 2021, de <https://www.achipia.gob.cl/2016/02/22/fsma-conozca-mas-sobre-las-nuevas-normas-de-inocuidad-alimentaria-para-exportar-a-estados-unidos/>
- AESAN-España. (2009). *Guía para la aplicación del sistema de trazabilidad en la empresa agroalimentaria*. (AESAN-España, Editor) Recuperado el 25 de abril de 2021, de https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/publicaciones/seguridad_alimentaria/guia_trazabilidad.pdf
- Bernal, L. (2013). *Una visión del sistema de certificación en inocuidad de alimentos*. (U. N. Distancia., Editor) Recuperado el 6 de mayo de 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/322589429.pdf>
- CEDAF. (s.f.). *Reglamento Técnico de Límites Máximos de Residuos de Plaguicidas en Frutas, Vegetales y Afines*. (CEDAF, Editor) Recuperado el 27 de abril de 2021, de [http://www.cedaf.org.do/globalgap/guia_globalgap_rd/leyes_reglamentos/Reglamento%20Tecnico%20%20LMR-244-10%20\(26-may-10\).pdf](http://www.cedaf.org.do/globalgap/guia_globalgap_rd/leyes_reglamentos/Reglamento%20Tecnico%20%20LMR-244-10%20(26-may-10).pdf)
- Chavarrías, M. (2012). *Factores que afectan la seguridad de los vegetales*. (C. Eroski, Editor) Recuperado el 21 de abril de 2021, de <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/factores-que-afectan-a-la-seguridad-de-los-vegetales.html>
- Chile Bio. (2018). *¿Cómo y por qué el hombre ha mejorado genéticamente los vegetales?* (C. Bio, Editor) Recuperado el 27 de abril de 2021, de <https://www.chilebio.cl/2015/11/04/chilebio-lanza-video-sobre-como-y-porque-el-hombre-ha-mejorado-geneticamente-los-vegetales/>
- Congreso Nacional-RD. (1992). *Ley 16-92. Código de Trabajo de la República Dominicana*. (C. J. Ejecutivo-RD, Editor) Recuperado el 26 de febrero de 2021, de

https://www.mt.gob.do/images/docs/biblioteca/codigo_de_trabajo.pdf

- Congreso Nacional-RD. (2012). *Ley N.o 166-12 que Crea el Instituto Dominicano para la Calidad*. (C. Nacional-RD, Editor) Recuperado el 26 de abril de 2021, de <https://www.indocal.gob.do/transparencia/base-legal/leyes/>
- DIA. (2018). *Funciones del Departamento de Inocuidad Agroalimentaria*. (D.-M. Agricultura-RD, Editor) Recuperado el 25 de abril de 2021, de <http://inocuidad.agricultura.gob.do/funciones-del-dia/>
- Ecoinventos.com. (2021). *Qué es la agricultura regenerativa y cuáles son sus ventajas*. (Ecoinventos.com, Editor) Recuperado el 1 de mayo de 2021, de <https://ecoinventos.com/agricultura-regenerativa/>
- Energyavm.es. (2020). *¿Qué es la captura y almacenamiento de carbono?* (Energyavm.es, Editor) Recuperado el 1 de abril de 2021, de <http://educacion.sanjuan.edu.ar/mesj/LinkClick.aspx?fileticket=bJWpITaxVms%3D&tabid=678&mid=1743>
- Escuela Agrotécnica Los Pioneros. (s.f.). *Medidas de seguridad y protección de la salud de los trabajadores*. (E. A. Pioneros, Editor) Recuperado el 1 de abril de 2021, de <http://educacion.sanjuan.edu.ar/mesj/LinkClick.aspx?fileticket=bJWpITaxVms%3D&tabid=678&mid=1743>
- FAO. (2002). *Certificación de calidad de los alimentos orientada a sellos de atributos de valor en países de América Latina*. (FAO, Editor) Recuperado el 20 de abril de 2021, de Manual de capacitación: <http://www.fao.org/docrep/004/ad094s/ad094s03.htm>
- FAO. (2003a). *Guía de Buenas Prácticas de Higiene Agrícolas y de Manufactura para la producción primaria (cultivo-cosecha), acondicionamiento, empaque, almacenamiento y transporte de frutas frescas*. (FAO, Editor) Recuperado el 20 de abril de 2021, de Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas del campo al mercado.: <http://www.fao.org/3/Y4893S/y4893s0b.htm>
- FAO. (2003b). *Principios básicos del sistema de APPCC*. (FAO, Editor) Recuperado el 29 de marzo de 2021, de Manual Sobre la Aplicación del Sistema de Análisis de Peligros y de Puntos Críticos de Control (APPCC) en la Prevención y Control de las Micotoxinas: <http://www.fao.org/3/y1390s/y1390s09.htm>
- FAO. (2005). *Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias (NIMF)*. Recuperado el 8 de abril de 2021, de <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/tools/tools-details/es/c/233067/>

-
- FAO. (2017). *Escasez de agua: uno de los grandes retos de nuestro tiempo*. (FAO, Editor) Recuperado el 20 de marzo de 2021, de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/880888/>
- FAO. (2018). *La contaminación del suelo está contaminando nuestro futuro*. (FAO, Editor) Recuperado el 19 de abril de 2021, de <http://www.fao.org/faostories/article/es/c/1126977/>
- FAO. (s.f.). *Textura del suelo*. (FAO, Editor) Recuperado el 15 de mayo de 2021, de http://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm#top
- Heraldo del Campo. (2018). *El agricultor no sólo debe ganar dinero, debe hacerlo de la mejor manera posible*. (Heraldo.es, Editor) Recuperado el 2 de mayo de 2021, de <https://www.heraldo.es/noticias/aragon/018/07/18/darren-doherty-agricultor-no-solo-debe-ganar-dinero-debe-hacerlo-mejor-manera-posible-1257641-300.html>
- INDOCAL-RD. (2019a). *Funciones principales*. (INDOCAL-RD, Editor) Recuperado el 26 de abril de 2021, de https://www.indocal.gob.do/sobre-nosotros/quienes-somos/#eluid45d7709b_1
- INDOCAL-RD. (2019b). *Servicios*. (INDOCAL-RD, Editor) Recuperado el 26 de abril de 2021, de <https://www.indocal.gob.do/servicios/420>
- INDOCAL-RD. (2021). *¿Quiénes somos?* (INDOCAL, Editor) Recuperado el 15 de abril de 2021, de <https://www.indocal.gob.do/sobre-nosotros/quienes-somos/>
- International Standardization Organization. (2021). *Principios de gestión de la calidad*. (ISO, Editor) Recuperado el 21 de abril de 2021, de <https://iso.cat/es/principios-de-gestion-de-la-calidad/>
- Izquierdo, J. y. (s.f.). *Las buenas prácticas agrícolas (BPA)*. (O. R. LAC, Editor, & FAO-LAC, Productor) Recuperado el 11 de mayo de 2021, de en búsqueda de la sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria.: <https://slidetodoc.com/las-buenas-practicas-agricolas-bpa-en-busqueda-de-2/>
- Ministerio de Agricultura-Chile. (2008). *Guía técnica de buenas prácticas*. (MINAG-Chile, Editor) Recuperado el 28 de abril de 2021, de Recursos naturales: agua, suelo, aire y biodiversidad: https://www.conaf.cl/cms/editorweb/GEF-BM/Apendice-7_04-Guia_Buenas_Practicas_Recursos_Naturales.pdf
- Ministerio de Agricultura-RD. (2010). *Inocuidad de los alimentos*. (M. d. Agricultura-RD, Editor) Recuperado el 25 de marzo de 2021, de

-
- <https://docplayer.es/15721406-Ministerio-de-agricultura-vice-ministerio-de-extencion-y-capacitacion-agropecuaria.html>
- Ministerio de Trabajo-Perú. (2005). *Reglamento de seguridad y salud en el trabajo*. (M. d. Trabajo-Perú, Editor) Recuperado el 28 de marzo de 2021, de http://www.mintra.gob.pe/archivos/file/normasLegales/DS_009_2005_TR.pdf
- OMC. (1988). *Explicación del Acuerdo de la OMC sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias*. (OMC, Editor) Recuperado el 1 de mayo de 2021, de https://www.wto.org/spanish/tratop_s/sps_s/spsund_s.htm
- OMS. (2015). *Carga mundial de enfermedades de transmisión alimentaria: estimaciones de la OMS. 2015*. (OMS, Editor, & OMS, Productor) Recuperado el 10 de abril de 2021, de https://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/fergonepager_es.pdf
- OMS. (2020). *Inocuidad de los alimentos*. (OMS, Editor, & OMS, Productor) Recuperado el 4 de abril de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety#:~:text=Los%20alimentos%20insalubres%20que%20contienen,la%20diarrea%20hasta%20el%20c%3%A1ncer>
- ONU. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. (ONU, Editor) Recuperado el 1 de abril de 2021, de <https://www.cbd.int/convention/text/>
- ONU-DAES. (s.f.). *El Agua, Fuente de Vida*. (ONU-DAES, Editor) Recuperado el 17 de abril de 2021, de Decenio Internacional para la Acción 2005-2015: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/background.shtml#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Organizaci%C3%B3n,despu%C3%A9s%20de%20las%20enfermedades%20respiratorias>
- Podcast Industria 4.0. (22 de abril de 2019). *La agricultura de precisión, agricultura inteligente o agricultura 4.0*. (P. I. 4.0, Editor) Recuperado el <https://www.podcastindustria40.com/agricultura-precision-40/>
- Reyes, M. (2018). *Manejo integrado de plagas*. Recuperado el 1 de abril de 2021, de Tercer Congreso Internacional de Buenas Prácticas Agrícolas: <https://vdocuments.mx/reader/full/manejo-integrado-de-plagas-umbral-de-cultivo-dano-manejo-de-plagas-control>
- Secretaría de Agricultura-RD. (2005). *Resolución N.o 18-2005*. (S. d.

Agricultura-RD, Editor) Recuperado el 27 de abril de 2021, de https://members.wto.org/crnattachments/2009/sps/DOM/09_1357_00_s.pdf

Tepper, P. (2008). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) y manejo integrado de plagas (MIP)*. (avocadosource.com, Editor) Recuperado el 17 de abril de 2021, de http://www.avocadosource.com/books/ripa2008/Ripa_Chapter_10.pdf

Universidad de Cornell. (2019). *Salud, higiene y capacitación de los trabajadores*. (PSA-FDA, Editor) Recuperado el 31 de marzo de 2021, de <https://producesafetyalliance.cornell.edu/sites/producesafetyalliance.cornell.edu/files/shared/documents/Spanish-2-Worker-Health-Hygiene-and-Training.pptx>

USGS. (s.f.). *El ciclo del agua*. (USGS, Editor) Recuperado el 15 de abril de 2021, de https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

Wilsoft Latinoamericana. (2018). *El origen del control de calidad en alimentos*. (W. Latinoamericana, Editor) Recuperado el 18 de abril de 2021, de <http://www.wilsoft-la.com/origen-del-control-de-calidad-en-alimentos/>

Créditos por Imágenes

Página/Tema	Créditos
Portada:	
Arroz	ID: 19409250. Derechos de autor: raweenuttapong en 123RF https://es.123rf.com/photo_19409250_arroz-de-la-cosecha-de-cerca.html?vti=n3eeggil4hkv3zu2r3-6-74
Mangos	ID: 37753437. Derechos de autor: jantroyka en 123RF https://es.123rf.com/photo_37753437_manojo-de-verde-mango-maduro-en-el-%C3%A1rbol-en-el-jard%C3%ADn-enfoque-selectivo.html?vti=o6y7ltqo5dtqaubjq8-1-17
Berenjenas	ID: 61211784. Derechos de autor: nuisk17 en 123RF https://es.123rf.com/photo_61211784_berenjena-liberaci%C3%B3n-basado-en-el-merc-general.html?vti=nr4f3p0k47t40zfjwi-1-3
Pimiento	ID: 15911968. Derechos de autor: DLeonis en 123RF https://es.123rf.com/photo_15911968_pimiento-planta-con-frutos-maduros-verdes.html?vti=lhxsdgy1wmpuw59exl-1-26
Guineos	ID: 131954498. Derechos de autor: traimak en 123RF https://es.123rf.com/photo_131954498_raw-organic-cavendish-bananas-for-sale-at-season-market-rich-in-vitamins-for-sustainable-healthy-die.html?vti=lg80u84hi7aej0kng3-2-69
Pág. 5/ Piña	ID: 19157005. Derechos de autor: wklzzz en 123RF https://es.123rf.com/photo_19157005_fruta-de-la-pi-n-el-arbusto.html?vti=mc9ztdef4jf3ptoomz-1-29
Pág. 53/ Caña	Derechos de autor: Ramón Castillo Lachapelle



CEMAAGRI

CENTRO DE EDUCACIÓN PARA EL
MEDIO AMBIENTE Y LA AGRICULTURA
CEMAAGRI

Calle Buenaventura Freites No. 18

Los Jardines del Norte

Centro Media, Santo Domingo

República Dominicana

Teléfono: 809-472-0333

Email: cemaagri@cemaagri.com.do

www.cemaagri.com.do