

# CONCEPTO DE PRODUCCIÓN LIMPIA EN AGRICULTURA

**Abelardo Villavicencio P.**

*Ing. Agr. M.Sc.*

**Patricia Larraín S.**

*Ing. Agr. M.Sc.*

## 1.1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

**E**l concepto de Producción Limpia (PL) o prevención de la contaminación surgió en la década de los '80 en los países desarrollados, como una respuesta a los crecientes costos de los tratamientos de residuos que tienen las tecnologías de abatimiento o control. De esta forma surge como un nuevo paradigma, constituyéndose hoy en día en un principio fundamental para el desarrollo de actividades como la agricultura en el contexto de sustentabilidad económica y ambiental. La producción limpia es un concepto amplio que comprende términos tales como prevención de la contaminación, minimización de residuos o eco-eficiencia, poniendo énfasis en cómo los bienes y servicios pueden producirse con el menor impacto ambiental teniendo en cuenta las limitantes económicas y tecnológicas.

En principio, la producción limpia podría entenderse como aquella que no genera residuos ni emisiones. Pero en la realidad esto no es así. Primero, porque en el estado actual de desarrollo, son escasas las tecnologías económicamente viables que logren cero emisión. Segundo, porque si bien, toda emisión puede generar una externalidad negativa, o pérdida de bienestar social sin compensación, el nivel óptimo de contaminación no es igual a cero, sino aquel en que los beneficios sociales marginales de minimizar residuos sean equivalentes a los costos sociales marginales de lograr tales reducciones. Sin embargo, a partir de los '90, comienza a desarrollarse el concepto de "cero emisión", basado en el principio de que los desechos resultantes del proceso pro-

ductivo constituyen materias primas para nuevos productos, logrando así la minimización total de residuos o emisión cero. Paralelamente, se extiende el concepto de “eco-producto”, que corresponde a la búsqueda del modelo de interacciones de un producto en todo su recorrido en el medio ambiente: producción y colocación en el mercado, consumo o utilización, eliminación, tratamiento y valorización según desechos resultantes.

De ahí que la Producción Limpia sea una estrategia de gestión ambiental y empresarial preventiva aplicada a procesos, productos y organización del trabajo. Tiene como objetivo la utilización eficiente de las materias primas, la reducción de emisiones y descargas en la fuente misma, la reducción de riesgos para la salud humana y el medio ambiente, elevando simultáneamente la eficiencia y la rentabilidad de las empresas y, por lo tanto, su competitividad. Por ello, producir limpio se traduce en sustentabilidad, eficiencia y competitividad de la empresa (www.pl.cl,2010).

Alcanzar la meta de la Producción Limpia implica poner en práctica ciertas acciones mediante la aplicación de conocimientos, mejoramiento de la tecnología y cambio en las actitudes. Por lo tanto, la producción limpia en los procesos se orienta a la conservación y ahorro de materias primas, insumos, agua y energía; reducción y minimización de la cantidad y toxicidad de emisiones y residuos y eliminación de materias primas tóxicas, el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta o bien fuera de ella. Mientras que en los productos se orienta a reducción de los impactos negativos que acompañan el ciclo de vida de éstos, desde la extracción de las materias primas hasta su disposición final.

La aplicación directa de los criterios de producción limpia puede encontrarse en las estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades, así como también de fertilización en base a balances nutricionales.

El manejo de plagas y enfermedades constituye un factor relevante en el contexto de la producción limpia de hortalizas, porque entre los

objetivos generales de este tipo de actividad se encuentran: asegurar una producción sana de hortalizas de alta calidad con una ocurrencia mínima de residuos de pesticidas; proteger la salud de los trabajadores agrícolas mientras manipulan agroquímicos; promover y mantener una alta diversidad biológica en el ecosistema hortícola y sus alrededores y minimizar la contaminación de agua, suelo y aire.

## **1.2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIRECTAS (PREVENCIÓN)**

A diferencia del manejo tradicional, donde se combinan libremente distintos métodos de control, en el sistema de manejo según criterios de producción limpia e integrada, se otorga prioridad a medidas de prevención, denominadas medidas de protección indirectas, que se detallan a continuación:

### **1.2.1. Uso adecuado de las condiciones naturales**

Seleccionar cultivos adaptados a condiciones locales, con expectativas adecuadas de rendimientos y el uso de clones y variedades resistentes a las plagas principales deben ser considerados como criterios orientadores al momento de decidir el tipo de cultivo a trabajar en una zona determinada. Por otra parte, el manejo de malezas con intensidad adecuada de competencia con el cultivo y las áreas de compensación ecológica deben ser también especialmente consideradas.

### **1.2.2. Prácticas culturales sin impacto negativo en el agroecosistema**

El desarrollo de muchas de las plagas que afectan económicamente a las hortalizas se pueden evitar manteniendo al cultivo con una fertilización y riego balanceado, evitando el sobre uso de nutrientes (especialmente N), estableciendo una densidad óptima del cultivo y de la canopia (ventilación), bajando la intensidad de laboreo del suelo (araduras, rastrajes) y promoviendo métodos de producción que protejan la fertilidad del suelo.

### 1.2.3. Protección y promoción del aumento de antagonistas de las plagas

Para cada plaga de importancia económica se debería evaluar la importancia de especies antagonistas individuales. De éstas, seleccionar por lo menos dos de los principales enemigos naturales en cada cultivo y darle especial importancia a las medidas que promuevan su protección y aumento, como el manejo del hábitat y las liberaciones inundativas.

## 1.3. COMPONENTES DE UN MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

Un segundo elemento, es cumplir con los cuatro componentes esenciales para cada programa de manejo integrado de plagas y enfermedades de importancia económica, como:

- Identificación de la plaga o enfermedad.
- Monitoreo y sistemas de pronósticos, epidemiología y modelos predictivos (tiempo de ocurrencia y riesgo).
- Niveles de daño económico (pautas o criterios para la decisión de control).
- Métodos efectivos de control directo.

### 1.3.1. Identificación de la plaga o enfermedad

Debido a que la mayoría de las herramientas de control de plagas y enfermedades, son efectivas sólo contra algunas especies, es necesario saber con exactitud cuales son los problemas fitosanitarios presentes y cuales son los de probable ocurrencia. Es posible que diferentes métodos de control puedan ser necesarios, incluso para especies plagas cercanamente relacionadas.

### 1.3.2. Monitoreo y Sistemas de Pronóstico

El sistema de monitoreo y pronóstico junto con el conocimiento de los niveles de daño económico son los que otorgan los criterios necesarios

para la toma de decisiones, respecto de la oportunidad de control. El monitoreo puede incluir recolectar datos meteorológicos, datos de desarrollo del cultivo, y de prácticas de manejo, tanto como, evaluar la incidencia y niveles de las infestaciones de plagas.

El método de muestreo más comúnmente utilizado es la inspección periódica y sistemática del cultivo, evaluando y registrando el número de individuos plagas y/o su daño. El registro escrito de estos muestreos es extremadamente importante para la toma de decisiones de control, ya sea inmediata o futura. Sin estos registros el agricultor no sabrá que problema de plagas tiene y si requiere o no de una acción de control inmediata.

Por otra parte, el registro de las condiciones meteorológicas locales, tales como temperatura y humedad relativa y el uso de modelos predictivos o de alerta temprana, pueden anticipar la generación de condiciones apropiadas para que una determinada plaga o enfermedad se manifieste, y le ofrece al agricultor la posibilidad de prevenir pérdidas ocasionadas por estos problemas.

### 1.3.3. Niveles de daño económico

Un concepto fundamental en el manejo integrado de plagas y producción limpia, es que se puede tolerar una cierta cantidad de individuos plagas o un cierto daño, pues éste no representa pérdidas económicas para el cultivo. Este concepto nos ofrece las ventajas de economizar en medidas de control y en una mayor protección ambiental. La dificultad radica en determinar estos umbrales de acción. Es decir, el punto o el número de individuos que alcanza la población en el cual deben tomarse algunas acciones para evitar un daño de significancia económica.

Cuando las decisiones de control se toman sin ningún criterio, o bien por calendario, generalmente se comenten dos tipos de error. El primero, es tomar la decisión de controlar cuando la población de la plaga es tan baja que no representa ningún riesgo de producir daño. Esto implica una pérdida económica para el agricultor y por otro lado un impacto ambiental, principalmente si se utiliza un pesticida de amplio espectro.

El segundo error, es cuando no se toma la decisión de control en el momento que la población de la plaga ocasiona pérdidas económicas en el cultivo. Esto ocurre generalmente, porque existe desconocimiento de estos umbrales de acción o bien porque el monitoreo no fue debidamente implementado.

A pesar que para muchas de las plagas que afectan a las hortalizas no existen umbrales numéricos de acción, en los capítulos respectivos se entregan recomendaciones que permiten determinar si las acciones de control pueden ser necesarias, y el mejor tiempo para decidir su control.

### 1.3.4. Métodos efectivos de control directo

Antes de utilizar pesticidas sintéticos, deben preferirse métodos ecológicamente seguros, tales como control biológico, técnica del macho estéril, feromonas, los cuales actúan exclusivamente sobre la plaga objetivo. En un segundo nivel se considera el uso de pesticidas selectivos como *Bacillus thuringiensis*, reguladores de crecimiento de insectos y otros de moderada selectividad. Finalmente, la aplicación de pesticidas no selectivos, priorizando aquellos de persistencia corta. Insecticidas de alta toxicidad, persistentes, volátiles, de fácil lixiviación u otra característica indeseable no deben utilizarse.

Cuando se requiera el uso de un plaguicida, la elección del producto, formulación, dosis y forma de aplicación serán variables dependiendo de factores, tales como plaga a controlar y el estado de desarrollo del cultivo. Sólo podrá utilizarse insecticidas registrados oficialmente para la plaga y para el cultivo en cuestión. La utilización del equipo de aplicación adecuado y calibrado regularmente es también un requerimiento básico.

Un gran obstáculo para el uso continuo y efectivo de plaguicidas es el desarrollo de resistencia, a través de selección genética. Cuando se realiza aplicaciones adicionales de plaguicidas una mayor proporción de individuos resistentes sobrevive. A través del tiempo y en ausencia de un manejo adecuado de esta resistencia, la mayoría de la población plaga consistirá en individuos resistentes. En este punto, el control se

hace difícil o imposible. Aumentar la frecuencia y dosis de las aplicaciones no mejorará el control.

El cambio a un insecticida nuevo o diferente dentro de la misma clase química o aún con una clase diferente puede no ayudar, porque la plaga resistente a un insecticida puede ser resistente o bien adquirir rápidamente resistencia a otros. Esto se conoce como “resistencia cruzada”.

Para minimizar la aparición de resistencia a plaguicidas, se recomienda realizar aplicaciones sólo cuando sea necesario (seguir los umbrales de acción), usar la mínima dosis recomendada que otorgue control, rotar ingredientes activos que pertenezcan a diferentes clases químicas y con diferentes modos de acción durante la temporada, y utilizar sinérgicos si están disponibles.

De acuerdo a estos principios, los productores de hortalizas lograrán una mayor eficiencia productiva y mantendrán su competitividad, incrementando la prevención y las tácticas de control cultural y biológico, reduciendo al máximo el uso de pesticidas.

#### **1.4. CRITERIOS DE PRODUCCIÓN LIMPIA, ASOCIADOS AL MANEJO DE FERTILIZACIÓN, SEGÚN BALANCES NUTRICIONALES**

En un manejo moderno de fertilización en base a criterios de producción limpia y de prácticas agrícolas eficientes, el agricultor debe escoger la cantidad y el momento adecuado, de manera que las plantas absorban los nutrientes tanto como sea posible. La cantidad y la regulación de la absorción dependen de varios factores, tales como: variedad del cultivo, época de siembra, rotación de cultivos y condiciones del suelo, entre otras.

Para un aprovechamiento óptimo del cultivo y un potencial mínimo de contaminación del medio ambiente, el agricultor debe suministrar los nutrientes en el momento preciso que el cultivo los necesita. Esto es de gran relevancia para los nutrientes móviles como el nitrógeno, que

puede ser fácilmente lixiviado del perfil del suelo, si no es absorbido por las raíces de las plantas (Melgar R., 2007).

Un aspecto de alta relevancia es determinar las curvas de extracción de nutrientes, lo cual permite determinar el momento óptimo de aplicación de los diferentes nutrientes y como estrategia general, programar las aplicaciones en base a balances nutricionales, manejando información de suelo y planta.

Un balance de nutrientes se define como la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y que salen de un sistema definido en el espacio y en el tiempo. En general, estos balances se consideran para la capa de suelo explorada por las raíces en períodos anuales. Los balances pueden resultar deficitarios o acumulativos, generándose situaciones de pérdida (egresos > ingresos) o de ganancia (ingresos > egresos). Esta definición permite estimar balances nutricionales de un potrero en una temporada agrícola a partir de los nutrientes que egresan del suelo en las diversas estructuras vegetales de los productos agrícolas generados en el proceso productivo (Ciampitti, I. y García, F., 2008).

Los ingresos de nutrientes al suelo están constituidos por los aportados por fertilizantes, abonos orgánicos (incluyendo residuos de cultivos no generados en el mismo potrero) y, en el caso de nitrógeno (N), por la fijación de  $N_2$  del aire. El aporte de nutrientes de los residuos de cultivos realizados en el mismo sitio, se considera un reciclaje de nutrientes dentro del mismo sistema suelo y por lo tanto, no se incluye entre los ingresos.

En los casos de aplicación de urea y de fosfato diamónico, las pérdidas pueden darse a través de la emisión de amoníaco en el aire. Ambos fertilizantes deben ser incorporados en el suelo inmediatamente después de la aplicación, si no se tiene una lluvia inmediata o riego para incorporarlos en el suelo. Es de importancia particular en los suelos alcalinos (calcáreos).

En el caso del nitrógeno, para minimizar las pérdidas se recomienda estimar las extracciones y el fraccionamiento, adaptándolo a la fenología

del cultivo, utilizar inhibidores de la nitrificación, utilizar fertilizantes de liberación lenta, aplicación vía fertirriego y aplicación foliar. El objetivo es la adaptación de la disponibilidad en el suelo a las necesidades del cultivo, con la finalidad de minimizar los riesgos de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. El consumo de nitratos y nitritos por el hombre y los animales, y el impacto del óxido nitroso perdido por volatilización, en la disminución de la capa de ozono, requieren de un manejo eficiente y responsable por parte de los agricultores ([www.infoagro.com/abonos](http://www.infoagro.com/abonos), 2010).

Una estrategia de producción limpia en el ámbito del manejo de la fertilización para lograr un óptimo potencial de producción, un uso eficiente de insumos y a la vez amigables con el medio ambiente, apunta a evitar además, problemas de contaminación de cuerpos de agua, conocido como eutrofización. Ello se produce por el crecimiento incontrolado de poblaciones de algas en cuerpos de agua, fomentados por los contenidos de nitrógeno, fósforo y materia orgánica presentes en el agua. Esta sobrepoblación de algas que acompaña a la primera fase de la eutrofización provoca un enturbiamiento que impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema. Como consecuencia, en el fondo se hace imposible la fotosíntesis, productora de oxígeno libre, a la vez que aumenta la actividad metabólica consumidora de oxígeno (respiración aeróbica) de los descomponedores, que empiezan a recibir los excedentes de materia orgánica producidos cerca de la superficie. De esta manera, en el fondo se agota pronto el oxígeno por la actividad aerobia y el ambiente se vuelve anóxico. La radical alteración del ambiente que suponen estos cambios, hace inviable la existencia de la mayoría de las especies que previamente formaban el ecosistema.

La eficiencia de uso de los nutrientes es un factor de importancia a nivel productivo, económico y ambiental. Se debe tener en cuenta que incrementando la eficiencia de uso de los nutrientes y, consecuentemente, la eficiencia global del sistema, se genera una mayor potencialidad en beneficios económicos y sustentables en el largo plazo de producción.

Una estrategia de producción limpia en fertilización de cultivos involucra una correcta nutrición, que consecuentemente conlleva a la aplicación racional de fertilizantes en cuanto a dosis, fuente, momento de aplicación y localización adecuada. Estas decisiones son críticas para alcanzar el óptimo manejo en la eficiencia de uso de los nutrientes en el sistema de producción.

## 1.5. BIBLIOGRAFÍA

**Ciampitti, I. y García, F. 2008.** Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. Revista Horizonte A. Año IV, N° 18. p. 22-28. Buenos Aires, Argentina.

**Melgar, R. 2007.** Las Mejores Prácticas de Fertilización. El producto apropiado, en el momento justo, colocado en el lugar correcto y a la dosis exacta. [www.econoagro.com](http://www.econoagro.com)

**[www.infoagro.com/abonos](http://www.infoagro.com/abonos). 2010.** Buenas prácticas en el uso de fertilizantes

**[www.pl.cl](http://www.pl.cl). 2010.** Consejo nacional de producción limpia.