

# CARACTERIZACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL EN PROCESOS PRODUCTIVOS DE PAPA EN ZONAS ALTOANDINAS CAUCANAS

**Technological characterization for environmental sustainability of potato production processes in high Andean region of Cauca**

JUAN PABLO MARTÍNEZ <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad del Cauca

E-mail: jpmartinez@unicauca.edu.co  
juanpabmartinez@gmail.com

Recibido: 21 de Julio de 2011

Aceptado: 28 de Enero de 2012

## Resumen

El sistema productivo de la papa en el departamento del Cauca se ha establecido en áreas ambientales estratégicas como los páramos, alterando funciones ecológicas de este sistema como la regulación hídrica, micro-climática y de nutrientes. En el departamento, al ser la papa uno de los renglones más importantes en la economía agraria del Cauca, se viene trabajando para incorporar la gestión ambiental en los procesos de producción agrícola como estrategia de diferenciación y generación de valor agregado; este esfuerzo se ha orientado hacia la caracterización tecnológica con fines de reconversión e incorporación de prácticas sostenibles.

**Palabras claves:** Gestión Ambiental, Papa, Páramo, PML, Tecnologías Rurales.

## Abstract

The potato production system in the department of Cauca has been established on strategic environmental areas such as paramos, altering ecological functions of this system as water regulation, microclimate and nutrients. In the department, given that the potato is one of the most important lines in the agricultural economy of Cauca, work has been done to incorporate environmental management in agricultural production processes as a strategy of differentiation and generation of added value; this effort has been directed toward technological characterization purposes of conversion and incorporation of sustainable practices.

**Keywords:** Environmental Management, Potato, Paramo, PML, Rural Technologies.

## INTRODUCCIÓN

Incorporar la sostenibilidad en los esquemas productivos rurales y en la transformación de los recursos naturales exige un enfoque interdisciplinario e inter temporal. Entendiendo que gran parte de los sistemas productivos existentes en el Cauca son complejos biológicos, económicos y sociales con una vocación principal hacia el sector agropecuario, aptos para la búsqueda de un desarrollo económico ecológicamente viable y cuya competitividad se ha pensado fundamentar en principios de corresponsabilidad socio empresarial. Se presenta una oportunidad para generar un desarrollo rural sustentable, sostenible, competitivo y apropiado para un departamento que considera el capital ambiental como factor dinamizador y diferenciador de su productividad (Martínez *et al.* 2007).

### Descripción

Las dinámicas económicas y productivas a nivel mundial, y entre ella recientemente la globalización, han definido el papel de América latina como un proveedor constante de materias primas e insumos, direccionando con ello los modelos de producción y desarrollo implementados; esta situación ha generado diferentes problemáticas ambientales (Leff 2000) a las cuales Colombia no ha sido ajena.

En el país, los sistemas productivos son esencialmente agrícolas y pecuarios dada la vocación nacional; están sustentados principalmente en el aprovechamiento de los recursos naturales; presentan bajos niveles tecnológicos, aunque se han incrementado desde la década del noventa (Beintema *et al.* 2000); involucran la participación de comunidades tradicionales; se desarrollan en una multiplicidad de contextos y son altamente asistencialistas (Domínguez 2009, Patria 2010, Llambí & Lindemann 2000).

El departamento del Cauca, ha intentado en la última década incorporar el desarrollo sostenible en sus procesos de planificación y organización productiva (DNP 2008, Gobernación Depto. Cauca 2008), procurando emplear una visión sistémica e interdisciplinar, donde la dimensión socio- ambiental<sup>1</sup> orienta la selección de prioridades para construir e implementar alternativas que permitan "armonizar" la actividad agropecuaria, la presión sobre el medio y los efectos en las condiciones de vida de sus comunidades.

---

<sup>1</sup> Entendiendo que es necesario considerar diferentes elementos del encadenamiento, desde la unidad productiva integral hasta los mecanismos de retorno al productor, atendiendo las situaciones ambientales y sociales que pueden generar valores agregados.

## Sostenibilidad Ambiental en Procesos Productivos de Papa

En este sentido, la diversidad natural, cultural y socioeconómica del departamento no permite la existencia de una forma única para adelantar actividades agropecuarias, tales como el cultivo de papa o la ganadería multipropósito, máxime cuando estas se desarrollan en franjas naturales estratégicas como los páramos.

Esto ha motivado una profunda reflexión, en pro de soluciones novedosas, que permitan presentar opciones productivas contextualizadas, atendiendo la complejidad y complementariedad, que se presenta entre arreglos productivos, tipos de productores, organizaciones, etc., para cada zona agroecológica y agroeconómica en ecosistemas agrícolas altoandinos caucanos (Figueroa *et al.* 2009).

### GESTIÓN AMBIENTAL Y PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (PML) PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN EL CAUCA

Al admitirse que toda actividad humana productiva tiene lugar en un contexto biofísico y que obligatoriamente esta interacción afecta el entorno, se hace necesario, a través de la acción ambiental, transformar la calidad e intensidad de esas relaciones. Para ello, se debe tener en cuenta que las acciones ejecutadas dependen de los modelos o mecanismos implementados y estos son el objeto de la gestión.

Según el Gobierno Nacional, la gestión ambiental es un elemento fundamental en los procesos de planificación sectorial, ya que permite avanzar hacia el desarrollo sostenible del país en el largo plazo, teniendo en cuenta los impactos negativos derivados del consumo y de la explotación desmesurada de los recursos naturales con fines productivos, y el potencial que, en contraposición con lo anterior, puede representar para el país su cuidado y aprovechamiento sostenible (MAVDT 2007).

En este contexto, la Gestión Ambiental (GA) se ha entendido como el "*Campo que busca equilibrar la demanda humana de recursos naturales de la Tierra con la capacidad natural del ambiente para responder a esas demandas en una base sostenible*" (Colby 1989). Su principal objetivo es conciliar las actividades humanas y el ambiente, a través de instrumentos que estimulen y viabilicen esa tarea, la cual presupone la modificación del comportamiento del hombre en relación con la naturaleza, debido a la actual situación de degradación de los ecosistemas (Negrão 2000), circunstancia extrapolable a la zona altoandina del Cauca (CRC 2002, Bazán *et al.* 2002, Van der Hammen 2008).

Como concepto integrador, la gestión ambiental para sistemas productivos altoandinos caucanos considera los

*factores endógenos* o propios del sistema a una escala dada<sup>2</sup>, las acciones que van a ejecutarse por la parte operativa<sup>3</sup> y *lo exógeno*<sup>4</sup>, como determinantes en la implementación de cualquier mecanismo de GA. Por esto, para desarrollar un proceso de intervención ambiental operativo que fortalezca los sistemas productivos es necesario integrar otros componentes como la asociatividad, la gestión tecnológica y soportarse en un proceso de gestión de conocimiento y comunicación (transferencia y retroalimentación) (Martínez *et al.* 2007).

En este sentido, los encadenamientos productivos rurales deben realizar actividades encaminadas a la implementación de un Modelo de Gestión Ambiental, cuyo enfoque sistémico comprenda la estructura de la organización, actividades de planificación, prácticas, responsabilidades, relacionamientos (inter e intra), procedimientos, procesos y recursos para desarrollar, implementar, alcanzar, revisar y mantener, como proceso dinámico, los planes de acción medioambiental.

Lo anterior se constituye en uno de los componentes específicos en el proceso de conversión a cadenas de valor, con el propósito de contribuir a la coexistencia de los sistemas de producción y el capital natural, buscando la optimización de los procesos y garantizando a su vez la sostenibilidad de los recursos. Estos elementos en su conjunto permitirían acceder a mercados diferenciados de características ambientales (Figuroa *et al.* 2008).

Es importante anotar que la gestión ambiental responde al cómo hay que hacer para conseguir lo planteado por el desarrollo sostenible, es decir, para conseguir un equilibrio adecuado entre el desarrollo económico, crecimiento de la población, uso racional de los recursos, protección y conservación del ambiente. Sin embargo, en consonancia con las necesidades de los encadenamientos productivos es indispensable incorporar las demandas del mercado (Inteligencia Competitiva) y las tecnologías (procedimientos o tecnologías – Gestión tecnológica) requeridas para alcanzar e implementar un proceso sostenible como finalidad (Gestión ambiental) (Martínez *et al.* 2007, Figuroa *et al.* 2008).

<sup>2</sup> Por lo tanto es necesario observar la localización espacial, el entorno inmediato (microescala), las condiciones sociales, el papel de la unidad productiva en el Encadenamiento, entre otros.

<sup>3</sup> En este punto se hace referencia a los mecanismos de planificación como la elaboración de los planes de manejo ambiental (PMA)

<sup>4</sup> Por ejemplo, la incidencia de la Unidad y el encadenamiento en el mercado, tendencias, normativas, mercados nacionales y/o globales.

## LA PML COMO ESTRATEGIA Y OPORTUNIDAD PARA FORTALECER LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

La sociedad, al avanzar en el conocimiento de los ecosistemas, ha venido tomando mayor conciencia sobre la protección y uso racional del “*capital*” que estos albergan, y que ello, junto con la prosperidad económica y un desarrollo social equilibrado, son condiciones imprescindibles para lograr una mejor calidad de vida (Rodríguez 2006).

Sin embargo, los procesos de desarrollo han implicado históricamente la degradación del medio ambiente afectando los bienes y servicios que ofrecen a las comunidades. Generalmente los modelos de desarrollo socio-económicos excesivos o ineficientes, sumados al crecimiento de la población, la extensión de los asentamientos humanos y la industrialización, han provocado una creciente alteración de los factores físico-naturales, llamando la atención los problemas asociados al clima, suelo y agua, considerado este último como uno de los recursos más importantes para la supervivencia de las especies, incluyendo al hombre (Grey & Sadoff 2006, PGN 2008). Estos problemas<sup>5</sup> son resultado de un desarrollo inadecuado y buena parte de la solución se encuentra en un crecimiento económico bien planificado para el desarrollo sostenible.

Es aquí donde surge la necesidad de articular un conjunto de áreas estratégicas para el desarrollo de los sistemas de producción (Plazas 2006), tales como la gestión ambiental, gestión tecnológica, modelos productivos (especialmente agrícolas y pecuarios), gestión del conocimiento e inteligencia competitiva. En este sentido, como una de las herramientas para trabajar hacia un desarrollo sostenible en la producción, se tienen los mecanismos de *Producción Más Limpia (PML)*.

Según la UNEP, la PML es la aplicación continua de una estrategia ambiental, preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, con el fin de incrementar la eficiencia y reducir los riesgos relevantes a los seres humanos y al medio ambiente (Van Hoof 2008).

Así, el concepto de PML parte del principio de sostenibilidad de las actividades antrópicas requeridas para suplir necesidades básicas y suplementarias (calidad de vida), incorporando elementos como mínimas emisiones, buenas prácticas de producción y operación, manejo adecuado y aprovechamiento del subproducto y el residuo,

<sup>5</sup> Contaminación, pérdida de la producción, reducción en la fertilidad, erosión, entre otras.

disminución en el consumo de insumos, entre otras. De esta forma, se observa que el desarrollo sostenible debe hacer parte de un tejido en el cual la producción, la economía, el bienestar y el ambiente juegan del mismo lado.

La PML como mecanismo para el desarrollo sostenible, se enfoca desde la oferta ambiental considerando los impactos negativos, con la visión de obtener rendimientos económicos constantes en un esquema productivo. Por lo tanto, se espera alcanzar una productividad competitiva que sea acorde con la capacidad que pueden suministrar los ecosistemas; como indica la Red de Desarrollo Sostenible de Colombia, la introducción de prácticas de producción más limpia busca un mejor uso de los recursos empleados, prevenir la contaminación, y minimizar y aprovechar los residuos generados de forma óptima en las distintas fases de producción.

#### CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA PAPA EN ZONAS ALTONADINAS CAUCANAS

En Colombia, el cultivo de la papa ha ocupado un renglón intermedio en la producción agropecuaria nacional, superado por otros productos como café, algodón, banano, entre otros. El cultivo de la papa en Colombia ocupó el cuarto lugar en la producción agropecuaria nacional<sup>6</sup> en el 2003, con 2,8 millones de Toneladas métricas, fue el noveno cultivo en extensión con 165.294 ha y el sexto en valor de la producción<sup>7</sup> (MADR 2005). Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), en términos constantes el valor de la producción de este cultivo, entre 1990 y 2002, presentó un crecimiento a una tasa del 1,27%; sin embargo, en el lapso 1995-2004, la superficie nacional cultivada se redujo en aproximadamente 15.000 hectáreas pero mantuvo e incrementó levemente la producción, implicando un aumento en el rendimiento promedio del cultivo para este periodo en cerca de 1.500 Kg/ha. El MADR, reportó a nivel nacional en el 2004 una superficie cultivada de 161.873 hectáreas cuya producción estuvo alrededor de los 2.836.186 Toneladas métricas, con un rendimiento aproximado de 17,6 Ton/ha (MADR 2005). Esta misma cartera, indicó que para el 2008, la producción de papa en el departamento del Cauca correspondió al 2,6 % de la producción nacional de este producto, lo que lo posicionó Como el séptimo departamento en importancia para la producción nacional de papa en el 2008. La (Figura 1) ilustra

<sup>6</sup> Los tres productos con mayor producción para el año 2003, según el MADR, fueron la caña azucarera, la caña panelera y el plátano.

<sup>7</sup> Según el MAD, para el 2003, los tres productos que presentaban las mayores superficies cultivadas eran el café, el maíz y el arroz.

#### Sostenibilidad Ambiental en Procesos Productivos de Papa

las toneladas producidas para los ocho principales departamentos.

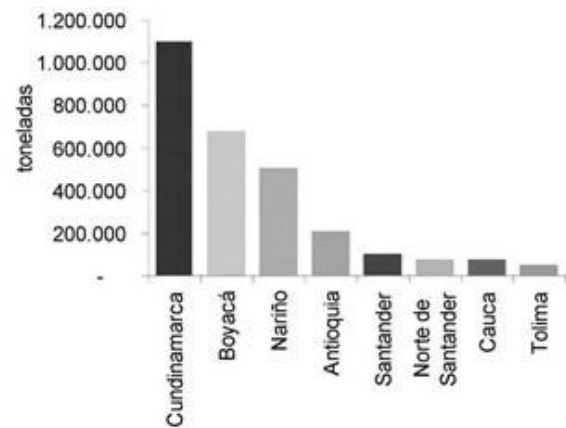


Figura 1. Producción nacional de papa reportada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en el año 2008 (MADR 2008).

En el departamento del Cauca, las estadísticas propias se aproximan a los consolidados nacionales de producción e indican que, para el año 2006, el cultivo de la papa presentaba una superficie cultivada de 2.118 hectáreas, de las cuales fueron cosechadas 2.047 ha, cuya producción estuvo alrededor de las 41.958 Toneladas, con un rendimiento de 15,5 Ton/ha. Según las estadísticas oficiales de la secretaria de agricultura de la gobernación del Cauca, para el año 2009 la productividad decreció aunque el cultivo de la papa tenía una extensión de 2.345 ha, de las cuales fueron cosechadas 2092 ha; la producción fue de 31.496 Ton y el rendimiento fue de 12,5 Ton/ha (Gobernación Depto. Cauca 2009). Para el departamento esta producción correspondía al 11,6 % del total de la producción agrícola, ocupando el tercer renglón de importancia departamental después de la caña de azúcar y el plátano (MADR 2009).

En la mayoría de casos, el cultivo se desarrolla bajo el esquema de economía campesina, por parte de agricultores con un bajo nivel de escolaridad, predominando el sistema productivo de papa con tecnología tradicional en cerca de 90% de los casos, mientras que tan sólo el 10% adelanta el cultivo y sus actividades complementarias, con tecnología más avanzada. En términos generales, en la tecnología tradicional prevalece el uso intensivo de fertilizantes, plaguicidas, maquinaria y, en general, de los factores productivos, dirigidos a asegurar altos rendimientos de los cultivos, sin considerar el uso racional de los recursos naturales y la sostenibilidad del medio ambiente.

## CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA PRODUCCIÓN DE PAPA EN EL CAUCA

La producción de papa en el departamento del Cauca hace uso de un gran número de tecnologías; sin embargo solo recientemente se ha iniciado el proceso de clasificación e inventario con fines productivos y de manejo ambiental, especialmente para determinar su importancia en la adaptación al cambio climático, grado de uso e incidencia en la competitividad y proyección de los cultivos en el futuro (Rosero 2010).

Para indicar la clasificación de las tecnologías empleadas en el cultivo de la papa en el Cauca, es necesario precisar el termino tecnología como la “aplicación metódica de conocimientos científicos y empíricos a la satisfacción de las necesidades y demandas de la sociedad; así concebida, la tecnología es la articulación entre los conocimientos y las necesidades sociales” (Gutiérrez 2001). A continuación se presentan las clasificaciones agrupando las tecnologías en empaquetadas, desempaquetadas, medular, periférica (Carvajal 2000 y en segundo término se abordarán las tecnologías dura y blanda (Slim & Thompson 1993)).

### **Tecnología empaquetada o paquete tecnológico:**

Es el conjunto de tecnologías provenientes de distintos proveedores pero que aparecen como provenientes de una sola fuente; se caracteriza por ser limitada para una potencial transformación por parte del usuario. Esta tecnología es necesaria para poner en marcha el proceso de producción y genera una dependencia de la proveeduría; se podría decir que la mayoría de equipos esenciales se consideran empaquetados debido a que no es fácil para los usuarios hacer modificaciones, y se considera que esto es competencia de los fabricantes, por ejemplo: la semilla certificada, los plaguicidas, fertilizantes, los motores de los tractores y otros productos químicos específicos como las sustancias adyuvantes (Pegantes, Dispersantes y Surfactantes).

### **Tecnología Desempaquetada:**

Estas tecnologías son aquellas susceptibles de ser asimiladas y modificadas por el usuario final en virtud de que puede maximizar los recursos propios. La gran mayoría de las tecnologías presentes en las unidades productivas son desempaquetadas; los cultivadores de papa se encargan de mejorar y adaptar diferentes métodos ya establecidos para beneficio de su actividad. Entre las tecnologías que se consideran en esta clasificación se encuentran:

### **Métodos o procedimientos:**

- Método para la selección y adecuación del lote.
- Método para selección y tratamiento de la semilla
- Método de almacenamiento a granel de la semilla.
- Método para el sistema de guachado (levantando camas)
- Método para preparación del lote.
- Método de desyerba y aporque, aplicación de riego suplementario.
- Método para cosecha de tubérculos.
- Método para implementar control de plagas, enfermedades y malezas.
- Método para la aplicación de fertilizantes, abonos y correctivos al cultivo
- Método para el manejo pos cosecha.
- Método para siembra de cultivos alternos o explotaciones pecuarias.
- Método para calcular costos de producción.

### **Equipos o elementos físicos:**

- Trampas para control etológico de plagas, tractor, surcadoras, azadón, palas, aporcadoras, equipos de aspersión foliar, arado rotatorio.

Existe una relación directa entre la modificación de ciertas prácticas (método) y el ajuste del equipo con el cual se realiza. Por ejemplo: para el control de plagas, enfermedades y malezas se han modificado tanto los recipientes como el cebo, las horas de monitoreo e inspección con el fin de optimizar los recursos invertidos y los resultados para limitar el riesgo en ciertos momentos del ciclo del cultivo de papa.

### **Tecnología Medular:**

Es el conjunto sistemático de conocimientos que son esenciales, insustituibles y específicos de un producto, proceso o persona para el desarrollo de un proyecto cualquiera. Son propios de este tipo de tecnología los diseños básicos, las especificaciones técnicas de equipos y productos, el desarrollo de prototipos, modelos, etc.

Los sistemas productivos de papa cuentan con algunas tecnologías medulares debido a que éstas son la base de la diferenciación y ventaja competitiva del sector; en este caso las tecnologías medulares encontradas son el método para la selección y adecuación del lote, el método para selección y tratamiento de la semilla, los métodos para la siembra y cosecha del tubérculo.

Martínez (2012)

Muchos de estos conocimientos se han ajustado en el tiempo mejorándolos con la observación; buena parte de los mismos se transmiten mediante la tradición oral generando dependencia de los cultivadores u obreros con mayor experiencia. Una situación compleja y de impacto ambiental se encuentra en la asistencia "técnica" permanente por parte de las casas comerciales, que ofrecen productos como los abonos acompañando el suministro con procedimientos que implican un uso inadecuado en cantidades generando contaminación por exceso de nutrientes.

### **Tecnología Periférica:**

Son los conocimientos, informaciones, procesos, materias primas, productos y personas que no son inherentes y que pueden ser fácilmente sustituidos en el proceso de producción de la papa.

Entre ellos se tienen los métodos para la selección y adecuación del lote, el método para el sistema de guachado, el método para preparación del lote, el método de desyerba y aporque, la aplicación de riego suplementario, el método para la cosecha del tubérculo, el método para implementar control de plagas, enfermedades y malezas, el método para el manejo pos cosecha, el método para siembra de cultivos alternos o explotaciones pecuarias.

Entre los equipos o elementos físicos se tienen las trampas para control etológico de plagas, los tractores, surcadoras, aporcadoras, los equipos de aspersión foliar, el arado rotatorio, la semilla certificada (en muchos casos se reutilizan los tubérculos de la cosecha previa), los plaguicidas, fertilizantes y las sustancias adyuvantes (Pegantes, Dispersantes y Surfactantes).

Los sistemas productivos de papa cuentan con un número significativo de tecnologías periféricas; la gran mayoría de los equipos para los procesos pueden ser modificados o reemplazados por otros sin que la esencia del mismo se pierda. Además el cliente no percibe la diferencia de utilizar uno u otro; esto se evidencia en la producción de pequeña y gran escala, donde se utiliza algunas tecnologías distintas para sus procesos y que sin embargo por ser periféricas no alteran la condición final del producto; en este sentido un principio orientador para escoger una solución está en la relación costo beneficio, situación que acarrea muchas veces perjuicios ambientales, facilitando la contaminación por arrastre de fertilizantes o la deforestación asociada a la ampliación de las fronteras agrícolas para incrementar el área de producción.

### **Tecnología Suave, Blanda o Limpia:**

## **Sostenibilidad Ambiental en Procesos Productivos de Papa**

Se refiere a los conocimientos de tipo organizacional, administrativo y de comercialización excluyendo los aspectos técnicos. Esta categoría agrupa y designa aquellas tecnologías que no contaminan el ambiente utilizando los recursos naturales en forma racional.

En el sistema productivo de papa se tiene el método para calcular los costos de producción como parte del conocimiento administrativo, contando con una sistematización del proceso; sin embargo es necesario incluir los métodos que sirven de apoyo y que también incluyen conocimientos que a su vez se materializan en procedimientos; en este sentido se consideran estratégicos, para incorporar mejores prácticas ambientales, los métodos para el sistema de guachado y para preparación del lote en los cuales se han implementado prácticas para el manejo de surcos y pendientes con el fin de limitar la pérdida de suelo. Otros métodos para implementar el control de plagas, enfermedades y malezas, junto con los métodos de fertilización, abonos y correctivos al cultivo consideran el uso de abonos orgánicos, aleopatías y técnicas para facilitar la recuperación natural del suelo, mediante cultivos alternos o explotaciones pecuarias.

Aunque los productores están conscientes de la necesidad de mejorar el manejo de los recursos naturales para imprimir un factor de diferenciación comercial, consideran que un proceso de gestión ambiental que dé soporte con procedimientos sostenibles para mantener la productividad aún es lejano; por ello han priorizado el componente tecnológico para incorporar mejoras en la interacción con el suelo (técnicas de labranza y fertilización) y el manejo de plagas, como una primera fase de acción hacia un modelo de gestión ambiental.

### **Tecnología Dura o Sucia:**

Esta categoría se considera incorporada a máquinas, equipos, plantas de proceso, etc.; es la parte de conocimientos que se refiere a aspectos puramente técnicos de equipos, construcciones, procesos y materiales. Desarrolla un conjunto de conocimientos sistemáticos y suficientes para la producción de bienes (incluyendo aquellos en relación a materiales, equipos y/o procesos). Generalmente, por el consumo de fuentes de energía a partir de recursos naturales no renovables (por ejemplo combustibles fósiles) y la contaminación que producen, tienen la denominación de "sucias". En el sistema productivo de papa se emplean equipos de distinta naturaleza que son esenciales para el proceso, entre los que se cuentan los tractores, surcadoras, aporcadoras, los equipos de aspersión foliar, de arado rotatorio, entre otros que emplean combustibles derivados del petróleo, generando

contaminación atmosférica y equipos de labranza que producen erosión, compactación e incrementan la vulnerabilidad del suelo.

### **ALTERNATIVAS DE INCLUSIÓN DE MECANISMOS DE PML EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE PAPA EN LOS PÁRAMOS CAUCANOS**

Como se indicó anteriormente los productores de papa consideran estratégico empezar la conversión hacia una producción sostenible, sin perder la capacidad de obtener volúmenes del producto que arriesguen la permanencia en el mercado regional; una vez alcanzado este propósito se espera implementar un modelo de gestión ambiental que permita diferenciar la papa del macizo desde lo ambiental pensando no solo en su comercialización regional o nacional, sino internacional para acceder a mercados mejor pagados donde los consumidores reconozcan e inviertan en este tipo de productos.

Preliminarmente a través de estudios iniciales se han obtenido las siguientes posibilidades a partir de la caracterización tecnológica para la sostenibilidad del cultivo de papa (Rosero 2001, Martínez *et al.* 2007, GEA 2008, Martínez *et al.* 2009):

#### **Tecnología Empaquetada o paquete tecnológico:**

Reconociendo que la necesidad de disponer de insumos como la semilla certificada y los fertilizantes, donde la dependencia de las casas comerciales es muy alta, los productores están planificando el acceso colectivo a través de un plan integrado de compras que garantice mejores precios de adquisición y productos menos contaminantes para el entorno; sin embargo reconocen la necesidad de establecer alianzas con el sector académico para evaluar los suministros requeridos; consideran que este aspecto es el que presenta mayor dificultad.

#### **Tecnología Desempaquetada:**

Las organizaciones como ASOMALVAZA han explorado, mediante el trabajo con grupo de investigación y otras asociaciones, el ajuste de tecnologías (equipos y procedimientos) para incrementar la eficiencia en el uso de sus recursos. Como se refirió anteriormente los cultivadores de papa han adaptado y optimizado procedimientos para i) el sistema de guachado (levantando camas) y preparación del lote, empleando los subproductos de la cosecha reintegrándolos al suelo mediante mecanización, exposición a las condiciones climáticas y rote de las unidades de cultivo. También existen avances en los ii)

protocolos para el control de plagas, enfermedades y malezas empleando técnicas de alelopatías y microdiversificación con barreras naturales o repelentes a base de ají, ajo, y otras plantas. El uso de procesos, compostaje y elaboración de abonos orgánicos se está implementado como parte de los métodos para la aplicación de fertilizantes, abonos y correctivos al cultivo.

De igual forma la asociación está configurando un plan de acceso y uso de maquinaria de labranza (tractor, surcadoras, azadón, palas, aporcadoras, arado rotatorio) para disminuir costos en el consumo de combustible; se espera que esta reducción genere una baja en las emisiones de dióxido de carbono producto de la quema de combustibles fósiles.

#### **Tecnología Medular:**

En este sentido la asociación considera de alto riesgo migrar ciertas prácticas y el uso de equipos claves en el ciclo de producción; en esta fase de exploración consideran que la sistematización de sus procesos estratégicos y la capacitación técnica, tecnológica y científica es un requerimiento primordial para transformar el componente medular de sus unidades; se han priorizado los métodos para la siembra y cosecha del tubérculo como caso tipo.

Se espera mejorar el uso de abonos e insumos químicos por su incidencia en los costos de producción y porque existe una conciencia colectiva del inadecuado manejo de fertilizantes, que ha ocasionado, entre otras, una acelerada colmatación de la laguna de Calvache (Totoró) afectando el río Palacé y los sistemas de abastecimiento asociados a este cuerpo de agua.

#### **Tecnología Periférica:**

En el cultivo de papa existen múltiples tecnologías periféricas que podrían ser optimizadas para llevarlas a medulares, procurando que los consumidores perciban diferencias en el producto; tanto en la producción de pequeña y gran escala se han diseñado estrategias de conservación de bosques y humedales en zonas poco intervenidas, para disminuir la deforestación asociada a la ampliación de la frontera agrícola; se espera que este tipo de acciones pueda articularse a un sistema de certificación, trazabilidad o mercados de carbono a futuro.

#### **Tecnología Suave, Blanda o Limpia:**

Los productores de papa están adelantando programas de educación ambiental para capacitarse en la producción de abonos orgánicos y la reutilización de desechos, tanto del cultivo como de las fincas; como se mencionó la priorización

Martínez (2012)

está en la adopción de técnicas para la labranza que reduzcan la erodabilidad del suelo y la pérdida de nutrientes; también se trabaja incorporando fertilizantes orgánicos en pequeñas unidades "experimentales" y en las huertas caseras, entre otras acciones piloto que esperan escalarse a las grandes extensiones de producción en un mediano plazo.

### **Tecnología Dura o Sucia:**

Entre los métodos "sucios" que mayor impacto ambiental tienen en el cultivo de la papa, están los procedimientos para la aplicación de fertilizantes, abonos y correctivos al cultivo; los aspectos técnicos de estos procesos devienen de protocolos establecidos para ecosistemas con condiciones ambientales disímiles a las del páramo y cuyas expectativas de productividad están por encima de las capacidades de estos ecosistemas altoandinos. Este componente ofrece un nicho de investigación aplicada interesante para diferentes equipos de investigación de la región y constituye una de las oportunidades claras para generar técnicas novedosas o innovaciones a partir de los mecanismos actuales que deben ser mejorados.

### **CONCLUSIONES**

Los ecosistemas de páramo en el departamento del Cauca se han intervenido con sistemas de producción de tipo extensivo empleando tecnologías inadecuadas para garantizar sus funciones ecológicas y socioculturales; un caso es el cultivo de papa, cuyos impactos ambientales ponen en riesgo el abastecimiento de agua y otros servicios ambientales en la región; sin embargo debe considerarse que las comunidades han implementado este cultivo como uno de los principales sistemas para el mantenimiento y atención de sus necesidades, sin tener acompañamiento para considerar otras alternativas.

Aunque los productores de papa consideran que el componente ambiental es importante para mantener los cultivos y generar valor agregado al producto, la incorporación de un proceso de gestión ambiental que mantenga la productividad no es una posibilidad en el mediano plazo por la falta de alternativas reales de aplicación que mantengan o incrementen los rendimientos; sin embargo han priorizado el componente tecnológico para incorporar mejoras en la interacción con el suelo (técnicas de labranza y fertilización) y el manejo de plagas, como una primera fase de acción hacia un modelo de sostenibilidad.

Para el proceso de producción de papa en el contexto considerado, la gestión ambiental aportaría los lineamientos,

### **Sostenibilidad Ambiental en Procesos Productivos de Papa**

políticas directrices e instrumentos para implementar estrategias y acciones que conduzcan a la sostenibilidad de este agro ecosistema.

En consonancia con las necesidades del sistema de producción y sus unidades, es indispensable incorporar las oportunidades existentes en el mercado asociadas a la producción orgánica, limpia o sustentable (Inteligencia Competitiva) como factor diferenciador para motivar al productor, apoyándose en la gestión tecnológica (procedimientos o tecnologías) que se viene adelantando del cultivo como una primera fase para alcanzar e implementar un proceso sostenible como finalidad (Gestión ambiental).

### **REFERENCIAS**

BAZÁN, J. GONZÁLEZ, M. PARUMA, A. ROSE, L. & VELASCO, O. 2002. El valle de las papas y su impacto sobre el páramo de letreros. En: MMA, CAR, IDEAM, & COLOMBIA C. (eds). Congreso Mundial de Páramos: 917-921. Paipa.

BEINTEMA, N. ROMANO, L. & PARDEY, P. G. 2000. I&D Agropecuario en Colombia: Política, Inversiones y Perfil Institucional. IFPRI & FONTAGRO, Washington D.C. 75 pp. CARVAJAL, L. 2000. "Fundamentos de tecnología: curso general y aplicado". Fundación para actividades de investigación y desarrollo, Cali.

COLBY, M. 1989. The Evolution of Paradigms of Environmental Management in Development. En: CENTER, P.D. (ed). The Policy, Planning, and Research Working Papers (PPR): 37. World Bank, Washington D. C.

CRC. 2002. Plan de Gestión Ambiental Regional del Departamento del Cauca. Corporación autónoma regional del cauca.: Popayán. 249 pp.

DNP, D.N.D.P. 2007. Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad Documento regional, Cauca. Planeación, D.N.D. (ed). Departamento Nacional de Planeación, Bogotá. 61 pp.

DOMÍNGUEZ, J. 2009. 'Deben seguirse entregando subsidios al sector agrario', considera Rafael Mejía, presidente de la SAC., En Portafolio.

FIGUEROA, A. MARTÍNEZ, J. JOAQUI, S. & SANCHEZ, D. 2008. Vigilancia tecnológica y gestión ambiental. En: PEMBERTHY, L (ed). Curso de formación avanzada para articuladores de agrocadenas productivas de pequeña escala con enfoque integral para la articulación al mercado: 47-52. Universidad del Cauca, Popayán.

FIGUEROA, A. MARTÍNEZ, J. JOAQUI, S. & VALENCIA,



- M. 2009. "MACACEA: Monitoreo Ambiental para Cambio Climático en Ecosistemas Agrícolas Altoandinos". Boletín VRI - Vicerrectoría de Investigaciones. 49 pp.
- GEA. 2008. Programa "Monitoreo ambiental para cambio climático en ecosistemas agrícolas altoandinos" y Modelamiento climático, patrones de cambio y sus efectos en ecosistemas agrícolas altoandinos, identificando medidas de adaptación y mitigación para la planificación. En: MACACEA-FIGUEROA, A. (ed). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Popayán.
- GOBERNACIÓN, DEPTO. DEL CAUCA. 2009. Estadísticas oficiales Cauca 2009 CCI - SDAM. 2009. Gobernación del Cauca - Secretaria de Agricultura, Popayán.
- GOBERNACIÓN, DEPTO. CAUCA. 2008. Plan Departamental de Desarrollo: "Arriba el Cauca", Cauca, Popayán.
- GREY, D. & SADOFF, C. 2006. Theme 1: Water for Growth and Development. Water for Growth and Development: A Framework for Analysis. A Baseline document for the 4<sup>th</sup> World Water Forum.
- GUTIÉRREZ, D. 2001. Uso y clasificación de tecnologías en sistemas de producción. En: C.U.A.D (ed). Seminario de Ingeniería, Occidente. Cali.
- LEFF, E. 2000. Prólogo a la primera edición. En: LEFF, E. (ed). Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo: VI-XXIV. Editorial Siglo XXI, México D.F.
- LLAMBÍ, L. & LINDEMANN, T. 2000. Reformas del estado y descentralización del sector público rural y agrícola. Lecciones de la experiencia latinoamericana. FAO, Roma-Caracas. 43 pp.
- MADR. 2005. La cadena de la papa en Colombia. En: Rural M.D.A.Y.D. (ed). Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005: 28 Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -Observatorio Agro cadenas Colombia: Bogotá.
- MADR. 2009. "Anuario estadístico del sector agropecuario y pesquero 2008", ed. Información, D.D.P.S.-G.S.D. 2009, Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- MARTÍNEZ, J. JOAQUI, S. & FIGUEROA, A. 2007. Gestión ambiental en encadenamientos productivos rurales de pequeña escala. En: PEMBERTHY, L. (ed). Metodología para la intervención integral en agro cadenas de pequeña escala: 57-62. Universidad del Cauca, Popayán.
- MARTÍNEZ, J. TANDIOY, W. & FIGUEROA, A. 2009. Patrones de cambio naturales y antrópicos en un ecosistema altoandino, parte alta de la cuenca del río Palacé. En: FIGUEROA, A. (ed). Fragmentación y coberturas vegetales en ecosistemas andinos: Departamento del Cauca: 400. Universidad del Cauca, Popayán.
- MAVDT. 2007. Una gestión ambiental y del riesgo que promueva el desarrollo sostenible. En: V.Y.D.T.-P.A.C.H. (ed). Informe al Congreso 2007: 161-171. Ministerio de Ambiente, Bogotá.
- NEGRÃO, C. R. 2000. Gestión ambiental. En: UNICAMP, U. (ed). Notas de Clase II Curso Internacional de Aspectos geológicos de protección ambiental: 27-35. Unesco y UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- PATRIA, L. 2010. "El sector lácteo se reestructura o se quiebra" En La Patria.: Manizales.
- PGN, P.G.D.L.N. 2008. "Panorama y perspectivas sobre la gestión ambiental de los ecosistemas de páramo. -Memorias". Colección de asuntos ambientales. Vol. 5. 2008, Bogotá. Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios Instituto de Estudios del Ministerio Público. 143.
- PLAZAS, A. 2006. Estrategia integral para mejorar la competitividad de agro cadenas de productores rurales de pequeña escala en el Cauca. Universidad del Cauca, Popayán.
- RODRÍGUEZ, M. 2006. The Environmental Protection Regime. En: CEPEDA, F. (ed). Strengths of Colombia. Inter-American Development Bank: 30. BID.
- ROSETO, I. 2010. Plan de mercadeo e inventario tecnológico para el fortalecimiento de la actividad agroindustrial de la asociación ASOMALVAZÁ ubicada en la zona del valle de malvazá (Gabriel López, Totoró), En Administración de Empresas. Universidad del Cauca: Popayán.
- SLIM, H. & THOMPSON. P. 1993. "Listening for a Change. Oral Testimony and Development." SOMMER, M. (ed). Panos Publications Ltd, Londres.
- VAN DER HAMMEN, T. 2008. El páramo: de la destrucción a la conservación. En: P.G.D.L.N. (ed). Panorama y Perspectivas sobre la Gestión Ambiental de los Ecosistemas de Páramo: 11-15. Bogotá.
- VAN HOOFF, B. 2008. Antecedentes de la producción más limpia. En: VAN HOOFF, B. MONROY, N. & SAER, A. (eds). Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental: 1-22. Alfaomega, Bogotá.