



## **A1-458 Manejo de suelos para la producción de papa variedad pastusa suprema (*Solanum tuberosum* subes. Andígena) en ecosistemas de páramo en el Municipio de Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia**

Luis Gerardo Cubillos Quijano, Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO,  
[lcubil13@uniminuto.edu.co](mailto:lcubil13@uniminuto.edu.co);

Gloria Natali Bello Castañeda, Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO,  
[gbelloca@uniminuto.edu.co](mailto:gbelloca@uniminuto.edu.co);

Marco Antonio Díaz Tapias, Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO,  
[mdiaztapias@uniminuto.edu.co](mailto:mdiaztapias@uniminuto.edu.co)

### **Resumen**

Los productores de papa de páramo son señalados como generadores de externalidades negativas por el uso de técnicas inadecuadas en el manejo del suelo. Con el fin de aportar conocimientos a los productores de papa en el cuidado de los suelos teniendo como base la agroecología, se analizó el manejo del suelo en cultivos de papa variedad Pastusa Suprema en tres fincas productoras de papa del Páramo de Guerrero. Se instalaron tres parcelas que representan zonas agroecológicas diferentes en un mismo ecosistema. Se evaluaron problemas fitosanitarios provocados por el manejo del suelo. Las labores realizadas por cada agricultor fueron diferentes por el uso de tecnologías agrícolas, encontrando manejos intensivos y semi-intensivos de suelos con problemas de erosión en algunas zonas de ladera. Hubo variaciones en la producción de tubérculos comercializables en las parcelas por acción de patógenos del suelo. Los suelos de páramo tienen limitantes para su mecanización y el manejo tradicional de los agricultores con tracción animal es una opción sostenible en este tipo de ecosistema.

**Palabras-clave:** Agroecosistemas; tracción animal; erosión; patógenos del suelo; sostenibilidad.

**Abstract:** Potato growers in wetlands are identified as producers of negative externalities due the use of inappropriate techniques in soil management. In order to provide knowledge to farmers in the care of soils using agroecology bases, soil management in potato crops variety Pastusa Supreme in three farms producing potato Paramo de Guerrero was analyzed. Three plots representing different agro-ecological zones in the same ecosystem were installed. Phytosanitary problems caused by soil management were evaluated. The work done by each farmer were different from the use of agricultural technologies, finding intensive and semi-intensive management of soil erosion problems in some hillside areas. There were variations in the production of marketable tubers per plots because the action of soil pathogens. Wetlands soils have limitations for mechanization and traditional management of farmers with animal traction could be a more sustainable option in this type of ecosystem.

**Keywords:** agro-ecosystems; animal traction; erosion; soil pathogens; sustainability.

### **Introducción**

La papa a nivel mundial está en el cuarto lugar como alimento básico, después del trigo, el arroz, y el maíz (CCI, 2003). Fue domesticada en las montañas de los andes de Perú, de donde es originaria (Spooner, 2008). En Colombia la producción concentra un alto porcentaje en los minifundios, donde se trabaja la tierra y el capital como opción económica de vida (Valvueda, 2000). A pesar de las fluctuaciones constantes de precios pagados al productor (que con frecuencia no alcanzan el punto de equilibrio), los aumentos de los



costos de producción y el cambio climático, este sistema productivo es el que principalmente genera ingresos económicos para familias campesinas y productores agropecuarios del altiplano Cundiboyacense, Nariño y zonas de los departamentos de Antioquia, Cauca y Santander (ICA, 2011), es decir en zonas altas de las tres cordilleras del país.

Estas zonas se caracterizan por la presencia de ecosistemas únicos en el mundo como los páramos que Cleef (2013) clasifica como un bioma parte del bioma global tropalino, siendo el término alpino definido como un terreno con vegetación abierta por encima del límite superior de los bosques, que puede subdividirse altitudinalmente (promedio de 3000 y 3600 msnm) por la fisionomía de su vegetación en: bosque alto-andino, subpáramo, páramo de gramíneas, superpáramo. El 50% de la superficie de páramo a nivel mundial se ubica en Colombia y alberga una singular y gran variedad de especies de flora y fauna, cumpliendo un rol importante en la regulación hídrica y siendo fuente importante de servicios ecosistémicos. Tiene una temperatura media multianual que varía entre los 7,2 y 11,1°C.

El establecimiento del sistema productivo papa en ecosistemas estratégicos como los páramos ha ocasionado impactos ambientales debido a que se usan técnicas heredadas de la revolución verde, buscando una intensificación de la producción cambiando el uso del suelo de una agricultura familiar a una agricultura industrializada.

De allí que los agricultores de páramo han sido señalados durante los últimos años como los causantes de la reducción de la biodiversidad de estos ecosistemas, por la disminución significativa de las áreas de bosque nativo, que fueron reemplazadas por cultivos de papa y praderas para ganado, sumando a ello, la pérdida de suelo por prácticas inadecuadas. Es así, que las diferencias en el acceso a las tecnologías y la tenencia de la tierra han influenciado la transformación del paisaje del Páramo de Guerrero con métodos de producción alternativa e intensiva (Chaves, 2010), pues sus pobladores utilizan diferentes prácticas y tecnologías en el establecimiento del sistema productivo papa, influenciados por reducir costos de producción y su condición económica, sin tener en cuenta la diversidad topográfica de la zona y el impacto ambiental que se genera. Por esta razón, esta investigación buscó reconocer las prácticas de manejo de los suelos realizadas por los agricultores en las zonas de páramo, con el fin de compartir y discutir saberes con los productores de papa en el cuidado de los suelos teniendo como base la agroecología. Para ello, se tiene en cuenta la concepción cultural con la cual los agricultores manejan sus suelos, el impacto ambiental que se puede ocasionar por ello y la dinámica del manejo de la economía campesina por la implementación del sistema productivo.

## **Metodología**

Esta investigación se realizó en la vereda Páramo de Guerrero del municipio de Zipaquirá, que hace parte del complejo Guerrero; sistema de páramos del norte de Cundinamarca (Morales, *et al.*, 2007), donde se ubicaron tres parcelas investigativas que representan tres zonas agroecológicas diferentes que se encontraron en el mismo ecosistema, variando en su altitud, biogeografía, tecnologías de manejo e intensificación en el uso de recursos. A su vez, los agricultores que participaron en la investigación presentaban condiciones sociales diversas que marcaban una diferencia sustancial en el manejo del sistema productivo. Las parcelas eran de aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, donde se propagó papa de la variedad Pastusa Suprema, que es la que más se produce en Colombia (Villareal, 2013).

Cada agricultor eligió el predio a cultivar en su unidad productiva y decidió hacer la preparación de suelo de acuerdo a como lo hacen normalmente en sus cultivos comerciales (Figura 1). Se tuvo en cuenta las recomendaciones planteadas por la *Guía ambiental para el*

*cultivo de la papa*, (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Federación Colombiana de Productores de Papa [FEDEPAPA], 2004) y se identificaron a los agricultores según la taxonomía de agroecosistemas planteada por León (2012), que tiene una concepción ecosistémica, cultural, espacial y temporal, caracterizando el manejo del suelo como intensivo, semi intensivo y moderado. Se evitó la aplicación de fungicidas para el control de patógenos del suelo en el momento de la siembra con el fin de evaluar la contaminación con estos organismos en los suelos por las siembras sucesivas de papa y buscando la mínima alteración de los microorganismos presentes en el suelo, que pudieran beneficiar el cultivo.



**FIGURA 1.** Mecanización de suelos. a) Uso de tracción animal en Páramo de Guerrero  
b) Uso de maquinaria agrícola pesada para cultivo de papa.

La siembra se hizo manual en cada parcela y según condiciones comerciales de producción, distancias entre surcos de 1 m y entre plantas de 35 cm. La fertilización tuvo en cuenta los análisis de suelos de cada finca y se realizó con base a la recomendación para la fertilización del cultivo de la papa en Colombia (Castro, 1998), utilizando 25 kilogramos por parcela en el momento de la siembra con fertilizante grado 12-27-13-5 (MgO) y 50 kilogramos de acondicionador orgánico de suelos, con el fin de aportar materia orgánica y dinamizar la rizósfera; al momento del aporque se reabonó usando fertilizante grado 12-21-21 con dosis de 25 kilogramos por parcela. Teniendo en cuenta, el tamaño promedio de las parcelas y las dosis de fertilizante usadas se puede establecer una razón de aplicación de 1.650 kilogramos de fertilizante y 1.650 kilogramos de acondicionador orgánico de suelos por hectárea, dosis que se ajustan a los resultados de los análisis suelos.

El manejo fitosanitario del sistema productivo se realizó con base en monitoreos realizados para evitar la aplicación indiscriminada de agroquímicos y el momento de la cosecha se definió con los agricultores debido a que la fisiología de las plantas se vio influenciada por las condiciones agroecológicas propias de cada zona que diferían entre sí en 100 msnm aproximadamente.

### Resultados y discusiones

El manejo de suelos que realiza el agricultor I (A1) evita problemas de erosión, ya que la topografía allí presenta un valle alargado, ubicado en medio del relieve montañoso, que ayuda a la disponibilidad de agua por escorrentía. Se caracteriza como un sistema intensivo (Tabla 1) por el alto uso y dependencia de mecanización para la preparación del suelo, determinado por el gran tamaño de la unidad productiva (192 ha), sin embargo en la labranza secundaria se realizan trabajos de surcado con mano de obra.

El agricultor II (A2) presenta una caracterización de uso de suelo moderado (Tabla 1), pues en la unidad productiva, genera procesos que ayudan a la oferta del servicio ecosistémico de formación y conservación del suelo, al utilizar en mayor proporción tracción animal en la preparación del suelo para cultivo y uso mínimo de maquinaria agrícola. Topográficamente, sus suelos son aptos para el manejo que tienen ayudando a conservar las condiciones físicas, a pesar de que se encuentra en zonas de ladera no se ven procesos de erosión.

El agricultor III (A3) usa una preparación mixta en sus suelos. Se caracterizó semi intensivo (Tabla 1) debido a que en su mayoría usa mecanización pero usa implementos agrícolas acordes con labranza de conservación, sin embargo, la topografía de su unidad productiva de alta pendiente y ladera, presenta avanzados estados de procesos erosivos en los suelos, lo que dificulta la mecanización del suelo, por otra parte, este agricultor cuenta con zonas de reserva de plantas nativas en donde genera cuidado de acuíferos, mostrando así un interés en la conservación de los recursos naturales.

**TABLA 1.** Caracterización de agroecosistemas según el manejo de suelos y características socio-ambientales.

Agroecosistema	Altitud (m.s.n.m)	Zona biogeográfica de ubicación	Tipo de preparación de suelo utilizada	Caracterización social del agricultor	Grado de transformación del ecosistema
A1: Intensivo	3.212	Páramo de Guerrero Oriental	Alta Dependencia a la Mecanización	Agricultura de extensión con mano de obra contratada	Alta pérdida de biodiversidad
A2: Moderado	3.309	Páramo de Guerrero Oriental	Tracción animal predominante	Agricultura familiar	Biodiversidad nativa e introducida
A3: Semi intensivo	3.389	Páramo de Guerrero Occidental	Tracción mecánica y Tracción animal	Agricultura familiar	Biodiversidad conservada parcialmente

La evaluación de los suelos estudiados respecto a características físicas y químicas presentadas en los análisis de suelos, mostraron que todos los suelos son francos exceptuando el caso de A3 con contenidos de limos. Estas condiciones son favorables para el potencial de rendimiento de la variedad Pastusa Suprema. También se encontró variación en contenidos nutricionales, que para el caso del nitrógeno es alto en todas las unidades productivas, esto se relaciona con los altos porcentajes de materia orgánica condición propia de los suelos de los ecosistemas de páramo (Castro, 1998). Los contenidos de fósforo y potasio son bajos a excepción de la parcela A3 que tiene un nivel medio de disponibilidad según los criterios de AgrosoilLab, sin embargo, los altos contenidos de aluminio intercambiable, hacen que elementos como el fósforo y el calcio sean fijados y no estén disponibles para la planta como lo presenta Castro, (1998), limitando el desarrollo del sistema productivo. La fertilización estuvo dirigida principalmente para la parcela A3 que tuvo la mayor cantidad de elementos calificados con disponibilidad baja. En cuanto a elementos menores, se presentan patrones similares de disponibilidad que tienden a ser bajos, característica asociada a los materiales que originaron los suelos de esta región.



En cuanto a la riqueza microbiológica de los suelos estudiados se destaca la presencia de patógenos del suelo que afectan al sistema productivo papa en todos los suelos que tienen una baja rotación de cultivos (Chaves, 2010). Esto muestra una alta frecuencia en la rotación pastos-papa-pastos ya que no se cuenta con otro tipo de opciones económicamente viables de rotación que ayuden a disminuir la población de patógenos del suelo. Particularmente, la parcela A1, presentó los mayores porcentajes de pérdida por la presencia de *Spongospora subterranea*, alcanzando hasta un 40% de pérdidas, mientras que para la parcela A2 las pérdidas se dieron por la presencia de *Rhizoctonia solani* en tubérculos cosechados en un 28%. La parcela A3 presentó la menor incidencia de patógenos del suelo, haciendo que su producción estuviera libre de enfermedades y plagas en más del 80%.

### Conclusiones

El estudio mostró que a pesar de que los agroecosistemas se encontraban en la misma área biogeográfica, las condiciones sociales y el tipo de manejo del suelo propio para cada agricultor, influenciaban en la presencia de patógenos y procesos erosivos del suelo. Estas características sociales, culturales, ambientales y económicas de cada agricultor provocan que cada finca sea un agroecosistema diferente y por ende debe ser analizado puntualmente y no de forma general como se ha venido haciendo para el caso de los productores de papa del Páramo de Guerrero.

### Agradecimientos

A la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO en el marco del proyecto C113-16 “**Análisis socio-ambiental de los cultivos de papa en el páramo de guerrero: una perspectiva desde la economía ecológica**”, Sede Cundinamarca. A la Federación Colombiana de Productores de Papa – FEDEPAPA y los agricultores que participaron activamente y a todos los que colaboraron en la realización de la investigación.

### Referencias bibliográficas:

- Alcaldía de Zipaquirá (2012) Diagnóstico Plan de Desarrollo. Zipaquirá, Cundinamarca, Colombia.
- Castro H (1998) Fundamentos para el conocimiento y manejo de suelos agrícolas. Tunja: Produmedios.
- CCI - Corporación Colombia Internacional (2003) Inteligencia de mercados perfil de producto N° 17 papa. Bogotá D.C., Colombia.
- Chaves, J. (2010). Análisis multicriterio de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos agropecuarios de la alta montaña del complejo Páramo de Guerrero. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Cleef, A. (2013). Origen, evolución, estructura y diversidad biológica de la alta montaña colombiana. En J. Cortés-Duque, & C. Sarmiento, Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para delimitación de páramos (págs. 3-21). Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- ICA - Instituto Colombiano Agropecuario (2011) Manejo fitosanitario para el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. andigena y *S. phureja*) Medidas para la temporada invernal. Bogotá: Produmedios.
- León T (2012) Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Estudios Ambientales.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Federación Colombiana de Productores de Papa [FEDEPAPA]. (2004). *Guía Ambiental para el Cultivo de la papa*. Bogotá: FEDEPAPA.
- Morales M, J Otero, T Van der Hammen, A Torres, C Cadena, C Pedraza, N Rodríguez, C Franco, J Betancourth, E Olaya, E Posada & L Cárdenas (2007) Atlas de Páramos de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alejandro von Humboldt.
- Spooner D (2008) Trayectoria hacia los orígenes de la papa. (F. a. [FAO], Entrevistador).



- Valvuenas I (2000) Aspectos ecofisiológicos básicos sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de la papa. En C Herrera, L Fierro & J Moreno, Manejo Integrado del cultivo de papa. Manual Técnico (págs. 39-50). Mosquera: CORPOICA.
- Villarreal H (2013) Documento Interno de Trabajo de la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de la Papa. Bogotá D.C.