

**DETERMINACIÓN DE RETENCIÓN DE AGUA
EN LOS SUELOS DE LOS PÁRAMOS:
ESTUDIO DE CASO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO,
CANTÓN MEJÍA, PICHINCHA, ECUADOR**

*Juan Carúa Cola¹, Mauricio Proaño², David Suarez³ y
Pascal Podwojevski⁴*

ANTECEDENTES

En nuestro país los páramos cubren cerca de 12.650 km² (6 % del territorio nacional), en los cuales viven alrededor de medio millón de habitantes. Este ecosistema puede brindar servicios ambientales gracias a características ecológicas especiales, pero ciertas acciones humanas como quemas, pastoreo, avance de la frontera agrícola y forestación con especies introducidas, entre otras, están destruyendo esta importante zona ecológica. El páramo brinda servicios ambientales como *la continua provisión de agua en cantidad y calidad y el almacenamiento de carbono atmosférico* que ayuda a controlar el calentamiento global. La pregunta que nos hacíamos era: ¿cuánta agua se podía encontrar en un páramo en estado natural frente a un páramo que ha sido intervenido por el ser humano? Las instituciones que apoyaron directamente fueron la Corporación Grupo Randi Randi y CODECAME, quienes sumaron esfuerzos para ejecutar esta investigación que se inició en el mes de junio del año 2004 y tuvo una duración de seis meses.

Se manejaron dos hipótesis, las cuales fueron contestadas al finalizar el estudio, siendo las siguientes: a) El estado de conservación en que se encuentra los páramos no influye en la cantidad de agua que estos pueden retener en sus suelos. b) Las características físicas de los suelos de pára-

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, miembro de CODECAME.

² Corporación Grupo Randi Randi, miembro de CODECAME.

³ Corporación Grupo Randi Randi.

⁴ IRD de Francia.

mos, como porosidad, textura y estructura, entre otros, no son predominantes en la cantidad de agua que podemos encontrar en el suelo del páramo.

El objetivo general de este estudio fue evaluar la cantidad de agua retenida por los suelos de páramos bajo los distintos estados de vegetación, para lo que se planteó: a) Caracterizar y clasificar la vegetación del páramo; b) Caracterizar el suelo de páramo; c) Determinar la curva de retención de agua del suelo de páramo; d) Establecer la cantidad de agua retenida a tres profundidades.

UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se ubicó en la hacienda Hierba Buena en las faldas del volcán Los Ilinizas, parroquia El Chaupi, Cantón Mejía a una altitud de 3.648 msnm. Su suelo presenta una textura franco arenoso, precipitaciones que van desde los 500 hasta 4.000 mm. Su temperatura media es de 10 a 16 °C. Tiene una topografía irregular. La zona de vida es Páramo Sub Alpino (pSA).

METODOLOGÍA

La investigación se realizó bajo factores de estudio, con el propósito de lograr una mejor interpretación de los resultados y realizar comparaciones, que son:

FACTOR A: Clasificación del páramo según su estado de conservación, para su clasificación se tomó en cuenta la intervención provocada por el ser humano:

V1) Páramo No Intervenido - Sitio donde no ha sido modificado por el ser humano; tampoco se han introducido especies animales y vegetales exóticas.



V2) Páramo Intervenido - Sitio intervenido por el ser humano; utilizado para pastoreo, donde el pajonal ya ha desaparecido y solo quedan remanentes de arbustos.



V3) Páramo Alterado - Lugar donde se plantaron árboles de pino.



V4) Páramo muy Alterado - Sitio donde se ha introducido maquinaria agrícola (arado y rastra); su suelo esta descubierto en un 100 %.



FACTOR B: PROFUNDIDAD, en vista de que la mayor alteración del suelo de páramo sucede en la parte superficial del suelo, se optó por muestrear hasta P1) 0,10 m profundidad, P2) 0,20 m profundidad y P3) 0,30 m de profundidad.

VARIABLES EN ESTUDIO Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Humedad del suelo

Se realizaron 16 calicatas por mes de 0,40 m. de profundidad por 0,40 de diámetro. Se utilizó el anillo de Koppecky, el mismo que se introdujo de forma horizontal a cada una de las profundidades (0,10, 0,20, 0,30 m). Luego estas muestras fueron introducidas en fundas plásticas y fundas de papel, para que la pérdida de humedad fuera mínima; posteriormente se las envió al laboratorio, para ser sometidas al método de la estufa (105 °C por 24 horas).

Capacidad de campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

En la calicata realizada para humedad del suelo también se extrajeron tres muestras (0,10, 0,20, 0,30 m de profundidad); el peso de la muestra fue de 500 gr. En los laboratorios se empleó el método de las ollas de presión, en las cuales se somete la muestra de suelo a una presión de 1/3 de atmósfera para establecer la CC y 15 atmósferas para el PMP.

Densidad aparente, Densidad real y Porosidad

Las muestras obtenidas para humedad en el primer mes se usaron también para establecer la densidad aparente (peso seco/volumen); para la densidad real se empleó el método del picnómetro. En base a los resultados de densidad aparente y real se aplicó la fórmula de porosidad ($P = 1 - D_a/D_r$).

Conductividad hidráulica con muestras no disturbadas

Se extrajeron las muestras de la superficie del suelo en anillos de tubo de PVC de 0,05 m de alto y 3 pulgadas de diámetro; estos anillos se introdujeron de forma vertical. En el Laboratorio de Suelos de la Universidad Central se las sometió a la prueba de conductividad hidráulica para muestras no disturbadas.

Caracterización de la flora

Se realizaron transectos y colecciones al azar del material vegetal fértil; las plantas de difícil identificación se las colectó para cotejarlas con la colección que reposa en el Herbario Nacional del Ecuador y literatura especializada.

Caracterización del suelo

Se empleó la metodología usada para el muestro en suelos agrícolas por cada uno de los estados de vegetación del páramo, para luego ser enviadas a los laboratorios donde se determinó pH, materia orgánica, color del suelo, textura y estructura y elementos químicos.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO

La unidad experimental consistió en una parcela de 25 m². El número total de parcelas fue de 16, distribuidas en los 4 estados de conservación del páramo. Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar con arreglo factorial 4 x 3 y cuatro repeticiones, con un total de 12 tratamientos. Se tomaron Pruebas de Tukey al 5% para la interacción vegetación por páramo y el DMS 5% para las comparaciones ortogonales resultantes del factor "Vegetación".

RESULTADOS DEL ESTUDIO

Caracterización de la vegetación

Páramo no intervenido (v1).- Esta vegetación pertenece a la formación vegetal de páramo herbáceo. Los paramos están dominados por hierbas en penacho de los géneros *Calamagrostis* y *Festuca*. Estos géneros se entremezclan con otro tipo de hierbas y pequeños arbustos que no superan los tres metros de altura tales como romerillo, mortiño, etc.

Páramo intervenido (v2).- En esta zona la vegetación natural ha sido cambiada por pasto para el consumo de ganado y no existen especies que superen 1 m. Las plantas que encontramos son: *Paspalum bonplandianum*, *Agrostis breviculmis*, *Geranium* sp., *Lupinus* sp., *Bomarea* sp. Especies como *Taraxacum officinale* y *Bidens andicola* son indicadores de zonas con gran influencia humana. Existen a lo largo de esta zona arbustos de *Baccharis arbutifolia*.

Páramo Alterado (v3).- En este lugar pinos han sido plantados hace 12 años, a una densidad de 1.300 plantas ha. En el suelo hay una gran cantidad de hojas de pino que impide el crecimiento de otras especies. Donde hay claros por la ausencia de pinos o agrupaciones de hojarasca, se puede encontrar arbustos que superan el 1m como *Pernettya prostrata*, *Hypericum* sp. y *Monnina obtusifolia*. También se pueden hallar lianas de *Muehlenbeckia tillifolia* y algunas herbáceas como *Lachemilla andina*, *Geranium* sp., *Llerasia hypoleuca*, *Bomarea* sp. y *Plantago* sp., que se las encuentra también en la zonas de páramo no intervenido.

Páramo muy alterado (v4).- En esta zona la vegetación nativa ha sido cambiada tan drásticamente que actualmente se encuentran cultivos de papas (*Solanum tuberosum*). A esta zona se ha introducido maquinaria agrícola, lo que ha causado que la cobertura vegetal desaparezca en un 100%.

Caracterización del suelo

La estructura del suelo en los cuatro sitios es granular y una textura franco arenosa debido a que su origen es el resultado de múltiples erupciones volcánicas. En lo que tiene que ver a su color, encontramos tonalidades muy oscuras debido a la alta presencia de materia orgánica.

La Porosidad en el Páramo No Intervenido (v1) es del 61 % a los 0,10 m y esta disminuye a medida que la profundidad aumenta hasta llegar al 54 % a los 0,30 m de profundidad. En el Páramo Alterado o con pino encontramos lo contrario: a v1, el 55% a los 0,10 m y la porosidad aumenta hasta llegar al 62 % a los 0,30 m, debido a que en su parte superficial no existe cobertura vegetal sino únicamente la presencia de hojas de pino. En el Páramo Intervenido (v2) y en el Páramo Muy Alterado (v4) encontramos valores que van del 48 % al 54 % debido a que estos lugares han estado sometidos al paso de maquinaria agrícola para el primero y pisoteo para el segundo, acelerando la compactación de sus suelos.

En el análisis físico-químico del suelo se observa que el páramo no intervenido contiene el 8,58 % de materia orgánica y en el páramo muy alterado solo se encuentra un 4,45 % de materia orgánica debido a la extracción provocada por la planta de papas y al uso excesivo de maquinaria agrícola; su pH es ligeramente ácido.

El nitrógeno, fósforo y potasio no presentan diferencias estadísticas; una leve disminución de sus porcentajes encontramos en el Páramo Muy Alterado o con cultivo de papa, por la extracción de nutrientes por parte del cultivo de papa para su desarrollo o la fertilización química que realiza el ser humano en el cultivo. Los niveles de microelementos como Ca y Mg, He, Mn, Cu y Zn son bajos en los cuatro sitios (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados del análisis de suelo realizados en la zona de estudio, en cada uno de los sitios de páramo, de acuerdo a su estado de conservación.

Sitios	pH	% M.O.	Clase Textura	Estruct.	N Total %	P (ppm)	K ppm)
Páramo no intervenido (v1)	5,85 X	8,58 A	Franco arenosa	Granular	0,43 A	7 B	60 B
Páramo intervenido (v2)	6,01 X	6,74 A	Franco arenosa	Granular	0,34 A	1,2 B	40 B
Páramo Alterado (v3)	6,00 X	7,37 A	Franco arenosa	Granular	0,37 A	2,20 B	50 B
Páramo muy alterado (v4)	5,55 X	4,45 A	Franco arenosa	Granular	0,22 M	14,50M	30 B

B = bajo M = medio A = alto X = lig. ácido

Conductividad hidráulica o filtración del agua en el suelo

De acuerdo a los resultados, la mayor filtración de agua lo encontramos en el Páramo No Intervenido (V1) con un promedio de 5,07 m/hora, seguido del Páramo Alterado (V3) con 3,24 m/hora. En estos sitios encontramos valores altos de filtración ya que no están expuesto a factores de compactación, como es el caso del Páramo Intervenido (V2) con un promedio de 0,85 m/hora y el Páramo Muy Alterado (V4) 0,68 m/hora. Estos dos últimos han sido afectados por la compactación causada por pisoteo de ganado vacuno y el paso de maquinaria agrícola en su orden.

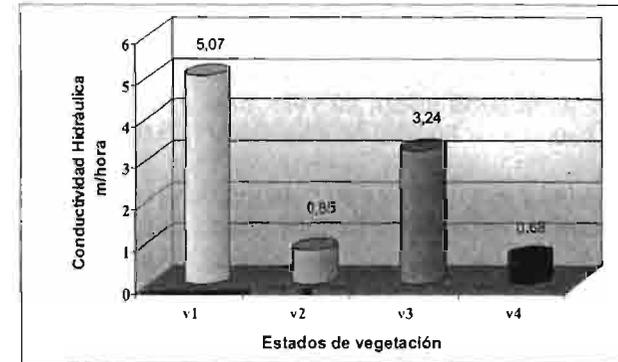


Gráfico 1. Promedios de filtración de agua de acuerdo al estado de conservación del páramo.

Curva de retención de agua

La mejor curva de retención de agua encontramos en el Páramo No Intervenido (V1) debido a que en este lugar encontramos una mayor cantidad de vegetación nativa y un alto porcentaje de materia orgánica. Los otros sitios su curva de retención no presenta mayor diferencia, en vista de que sus características de suelo y vegetación ya han sido alteradas. La curva de retención de agua tiene una tendencia decreciente a medida que el agua va disminuyendo.

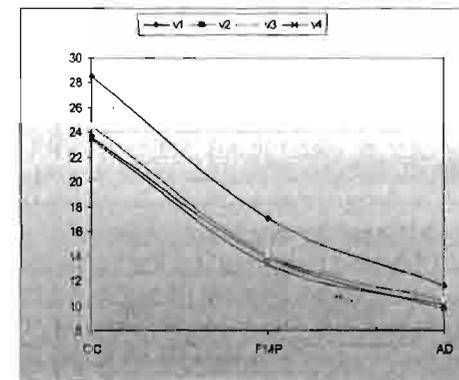


Gráfico 2. Curva de retención de agua en el páramo, de acuerdo a su estado de conservación.

Cantidad de agua retenida por hectárea de páramo

El Páramo No Intervenido (V1), es el que presenta una mayor capacidad de retención de agua en el suelo, su valor más alto es de 1080 m³/ha en los meses de junio, julio y agosto, en el mes de octubre retiene una menor cantidad de agua con 600 m³/ha, sus valores más altos se debe a la alta presencia de lluvias y sus valores van bajando durante la época seca, pero esta aumenta a medida que se inicia nuevamente la época de invierno.

En el Páramo Muy Alterado (V4) encontramos 1140 m³/ha en el mes de junio debido a que por no tener cobertura vegetal hace que la lluvia caiga directamente al suelo y esta sea almacenada muy rápidamente, pero su suelo está expuesto a una alta erosión debido a la pérdida de cobertura vegetal, en el resto de meses sus valores son menores a v1. En el Páramo Alterado (v3) o con pinos, es el lugar donde menor cantidad de agua encontramos su valor más alto es de 630 m³/ha en el mes de junio y un valor menor de 270 m³/ha en el mes de octubre, estos valores se deben a que las plantas de pino requieren volúmenes considerables de agua para su crecimiento, además el pino emite una resina que actúa como herbicida y mata todas aquellas plantas que pueden competir con el pino por nutrientes y agua.

Cuadro 2. Cantidad de agua retenida por hectárea de páramo (m³/ha) según su estado de conservación.

Estado de Conservación	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
v1	1080	1080	960	960	600	720
v4	1140	990	810	750	450	570
v2	990	840	600	510	420	540
v3	630	450	480	390	270	390

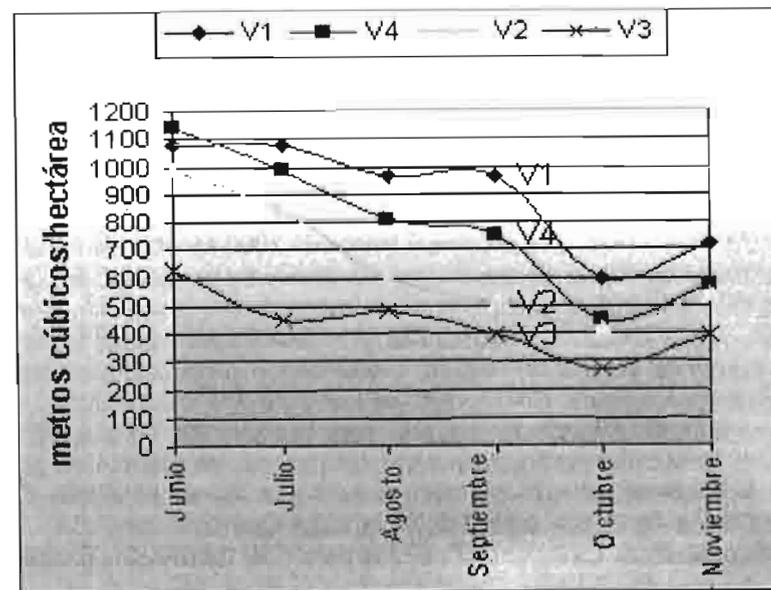


Grafico 3. Volumen de agua (m³/ha) encontrado en el páramo según el tipo de vegetación. .

CONCLUSIONES

- En la caracterización de vegetación se establece que el páramo no intervenido (v1) es el lugar que mantiene una mayor diversidad de especies vegetales. En relación al páramo intervenido (v2), al páramo alterado (v3) y al páramo muy alterado (v4), en estos sitios la vegetación de páramo ha sido eliminada por pastos, plantación de pino o cultivos como la papa, provocando la disminución de la cobertura vegetal y la infiltración; aumentando la erosión de los suelos.
- El páramo no intervenido mantiene la mejor curva de retención de agua que los sitios, v2, v3, v4, la menor retención se debería al pisoteo de animales, forestación con plantas introducidas (pino) y la agricultura no adecuada, lo que contribuye a que sus suelos disminuyan su capacidad de retener agua en su suelo.
- El páramo no intervenido (v1) presenta un alto contenido de materia orgánica 8,57 % y una porosidad mayor a los otros sitios de investigación y retiene una mayor cantidad de agua por hectárea (1080 m³/ha);

y el suelo de Páramo muy alterado, tiene la menor retención de agua con 630 m³/ha, estableciéndose que el tipo de vegetación influye en la retención de agua en el suelo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Aguilar, M., R. Chontasi, G. Medina y P. Mena. 2000 Manejo de páramos y zonas de altura: El ecosistema páramo y su conservación. CAMAREN – IEDECA. Quito.
- Astudillo, A., L. Chicaiza, R. Chontasi y N. Mastrocola. 2000 Manejo de páramos y zonas de altura: Sistemas de producción, manejo de pastos de altura. CAMAREN – IEDECA. Quito.
- Calvache M. 1999 Manejo del agua en fertirrigación. En. Padilla, W. (Ed.) 1999 Memorias. Tercer curso internacional de manejo de agua y fertilizantes en cultivos intensivos. Junio 28 al 2 de julio Grupo Clínica Agrícola – Agriobiolab Cia. Ltda. Quito.
- Crissman, Ch. 2003. La agricultura en los páramos: Estrategias para el uso del espacio. CONDESAN. Lima.
- Echavarría M. y T. Granizo. 2000 II Conferencia Electrónica sobre usos sostenibles y conservación del ecosistema páramo en los andes. Los páramos como fuentes de agua: mitos, realidades, retos y acciones. Valoración del agua en los páramos. Proyecto Páramo. Quito.
- Forsythe, W. 1975 Manual de laboratorio de física de suelos. IICA – AID. Turrialba.
- Hofstede, R. y P. Mena. (2004) Los beneficios escondidos del páramo: servicios ecológicos e impacto humano Proyecto Páramo (Documento en línea) Quito – Ecuador [www.condesan.org/infoandina/foros/bishkek/Bishkek%20B1-Caso\(R.Hofstede-P.Mena\).htm](http://www.condesan.org/infoandina/foros/bishkek/Bishkek%20B1-Caso(R.Hofstede-P.Mena).htm)
- Hofstede, R., P. Segarra y P. Mena. 2003 Los páramos del mundo. Proyecto atlas mundial de los páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito.
- Ishizuka, Y y C. Black. 1980 Suelos derivados de cenizas volcánicas en Japón.
- Medina, G. y P. Mena 2001. Los páramos en el Ecuador. En: Mena Vásconez, P., G. Medina y R. Hofstede, (eds.), Los páramos en el Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas. Editorial Abya Yala. Quito.

- Mena, P., G. Medina y R. Hofstede 2001. Los páramos del Ecuador, particularidades, Problemas y perspectivas Proyecto Páramo Editorial Abya Yala. Quito.
- Mena, P., C. Josse y G. Medina. 2000 Los suelos de páramo Serie Páramo 5 GTP/Abya Yala. Quito.
- Mena, P. y D. Ortiz. 2003 Páramos y Bosques andinos Serie Páramo 13 GTP/Abya Yala. Quito.
- Mena, P., C. Josse y G. Medina. 2000 Biodiversidad Serie Páramo 7 GTP/Abya – Yala. Quito.
- Mena, P., C. Josse y G. Medina. 2000 Áreas protegidas Serie Páramo 10 GTP/Abya Yala. Quito.
- Millar, C., L. Turk. y H. Foth. 1980. Fundamentos de la ciencia del suelo. Editorial Continental SA. México.
- Recharte, J., J. Torres y G. Medina. 2000. II Conferencia Electrónica sobre usos sostenibles y conservación del ecosistema páramo en los andes. Los páramos como fuente de agua: mitos, realidades, retos y acciones. Proyecto Páramo 2000. Quito.
- Valencia, R., C. Cerón, W. Palacios y R. Sierra 1999. Formaciones Vegetales de la Sierra del Ecuador. En Sierra, R. (Ed.) Propuesta Preliminar de un sistema de Clasificación de Vegetación Para El Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEG-BIRF y EcoCiencia. Quito.
- Viveros, P. 1997 Estudio de la hidrodinámica en suelos representativos de una toposecuencia de la Cuenca Rumihurco (Volcán Pichincha) gajo simulación de lluvia. Universidad Central del Ecuador. Quito.

DISCUSIÓN

Eduardo Campusano:

Parece que hemos tenido suerte, ha sido un día muy fructífero en presentaciones de investigación, le felicito por su investigación, lo único que le quiero hacer notar es que en el sitio que usted investigaba usted llega encontrar 1.000 m³ agua por hectárea en otros sitios específicamente en el nuestro en Campucocha está ubicado a 4.000 m de en el blanco oriental de Papallacta y nosotros tenemos hasta 8.000 m³ de agua por hectárea, lo importante de su demostración es que nos está diciendo nuevamente que los páramos no intervenidos protegen mejor la cantidad y la calidad de agua, lo que nuevamente destapa el mito de que no necesariamente la reforestación protege las cuencas hidrográficas, no es recomendable refo-

restar para mantener las cuencas hidrográficas sino mantener la vegetación nativa, lo demuestra usted y se demostró en la presentación anterior.

Juan Carúa:

Bueno, también se hicieron otros estudios: la cuenca del río Lachimba y otros mis datos están un poco bajos porque los hice en la cordillera occidental que es menos húmeda que la oriental ahí está el porqué la diferencia de estos datos.

José Freire:

En la primera lámina usted mencionaba un porcentaje de páramos en territorio ecuatoriano ¿En base a qué se basó en que área de kilómetros cuadrados?

Juan Carúa:

Esta información de porcentaje de páramo se encuentra en el Atlas Mundo de los Páramos.

José Freire:

¿Usted a qué altura considera un páramo?

Juan Carúa:

Dentro de la cuenca se han realizado varios estudios entre los años 1956 y 2000 en los cuales se encontraban páramos desde los 3.300 metros, lastimosamente por el avance de la frontera agrícola ahora los encontramos a partir de los 3500 y 3600 metros, son zonas bastante altas donde hay bastante humedad.

José Freire:

Es decir que su criterio de páramo es función del tipo de suelo.

Juan Carúa:

Del tipo de vegetación y de tipo de suelo

José Freire:

Me pareció que el tiempo que ustedes están elaborando las características del suelo en relación a los bosques de pino es muy corto ¿no creo que se está considerando el momento que el bosque entra al ecosistema que es de 25 o 30 años?

Juan Carúa:

Eso es verdad lastimosamente los recursos con los que se cuentan no dan para realizar estudios largos, otra de las cosas que también hemos visto es que las plantaciones de pino por lo general tienen una duración de 20 años luego se los corta y se vuelve implantar otras especies, entonces no se las deja ahí.

Rossana Manosalvas:

¿A qué altura se está haciendo esta muestra específicamente?

Juan Carúa:

La altitud es de 3.640 mtrs. Nosotros tuvimos suerte en cuanto a que en otros sitios donde se aplicó la misma metodología, había los cuatro lugares: Uno donde el páramo era virgen, otros donde se iba a plantar pinos en una parte y junto a eso el propietario empezó a realizar agricultura, entonces los cuatro sitios tienen las mismas condiciones agroecológicas, no hay una variación ni por altitud ni por declinación sino las características son muy similares.

Mauricio Proaño:

Yo creo que no debemos hacer nada de que no hay que sembrar nativos ni lo demás, esa no es la idea, creo que es la atención que debemos poner, cuando hemos hecho la recopilación de la información con fotografías áreas hasta la fecha hemos visto sitios donde existía totalmente árboles nativos y hemos preguntado a la gente que vive ahí, ellos dicen que habían pasado antes de que sacaron los árboles, yo sé que nuevamente viene un proceso pero la cuestión es ¿cómo reportar sitios en donde existía bosque y nuevamente comenzar a regenerar y no pensar en plantaciones?, la plantación de pino es en 5 años se corta y se sigue cortando y con las especies nativas no, las nativas quedan permanentemente.

Hay que pensar también en la zona de la nubosidad, siempre recuerdo un señor que se murió nos decía - "antes las nubes subían a descansar en los bosques, hoy como no hay bosques, se pasaban"- entonces también hay una forma de cómo podrían ayudar los bosques nativos.

El estudio que hicimos en las discusiones con ingenieros civiles nos decían - quienes nos demuestran cuánto tiene una hectárea de pino, de pajizal, cuánto agua hay en el bosque - , el tema fue corto y para estas investigaciones se pone hasta del bolsillo porque no hay quien apoye, pienso que

puede ser uno de los que se puede seguir avanzando todavía falta considerar que en árboles nativos no podemos decir que tenemos mecanismos, primeramente el pino no hay ni pastoreo, se pierden especies, la cobertura es diferente; en árboles nativos hay pastoreo porque crece la hierba.

¿Cuáles son los mecanismos?, no podemos decir que se paren las especies nativas, hay que seguir investigando.

Luis Fernando Jara:

Me parecen que son obvios los resultados que obtuvieron y nuevamente quisiera enfatizar que no se puede comparar lo blanco contra lo negro, lo intacto contra lo cultivado, puede ser un punto de referencia pero no comparar porque no se puede comparar. Obviamente cualquier tipo de cultivos va a alterar el medio donde se está estableciendo, lo que usted enfatizó y que si lo observé muy bien es que las plantaciones de pino en todos los parámetros que ustedes han considerado no fue tan perjudicial como el pastoreo, en el único que si fue significativamente fue en la cantidad de agua y humedad en el suelo pero eso es obvio que está en pleno crecimiento en una plantación de 12 años sin manejo (de acuerdo a lo que se presentó) que no es un manejo adecuado y obviamente va a tener ese resultado. Estoy completamente seguro y eso está aprobado en Sudáfrica en el sistema de pajonales de bajo manejo las condiciones de biodiversidad de bajo rendimiento son muy diferentes, nosotros tenemos estudios que los hemos consultado con biólogos en donde se demuestra que obviamente hay un cambio en la biodiversidad dentro de la plantación en donde por lo general en menor cantidad de especies hay una mayor especialización, una mayor cantidad de individuos por especies, pero bajo plantaciones manejadas, eso que nos mostró es un indicador de lo que no se debe hacer precisamente.

Juan Carúa:

Esa plantación no tenía manejo adecuado encontrábamos en ese lugar especies únicamente donde había plantaciones de pino, pero lo que sí hay que tomar en cuenta si bien es cierto los valores de materia orgánica, humedad tal vez no han disminuido pero lo que más importa es el valor que tienen los páramos que es el agua por tanto cada uno de nosotros tendría que darle la importancia del caso al ecosistema, si vamos a tener mayor cantidad orgánica o si vamos a mantener el agua eso queda a criterio de cada uno de nosotros.

Este estudio nos ha servido para que dentro de las comunidades en las que nosotros estamos trabajando la gente esté más consciente de la importancia que tienen los recursos naturales.

José Rivadeneira:

No sé si entendí bien pero en los suelos alterados la capacidad de retención estaba más alta que en los intermedios, me parece que tenemos que ver con mayor integridad al páramo tanto en la diversidad como en el tema agua, sobretodo porque me parece que el concepto es restauración de esas áreas que pudieron ser afectadas tanto con la reforestación como quemas constantes. Los páramos han sido uno de los ecosistemas más intervenidos a lo largo de la historia del Ecuador en la colonia y desde antes sobretodo incentivados por el pastoreo, entonces no sé si me ratifico con la idea de que por ejemplo en el caso del uso del agua de suelo parece que pueden retener más que otros suelos, eso tendría que relacionarse con otros aspectos para tener un criterio general de la restauración o conservación del páramo.

Juan Carúa:

Como ustedes pudieron observar los resultados, el páramo muy alterado con el páramo que estaba enfrentando cultivo de papas mantenía mayor humedad ¿por qué?, porque en días anteriores había lluvias y toda esa lluvia se quedaba en ese lugar. Había la característica de que la capacidad de retención de agua estaba más propenso que el resto que es erosión entonces por eso tenía un proceso más rápido de degradación, también la cobertura vegetal que se había perdido en la zona del páramo, no sabemos qué tipo de especies endémicas habrían existido. Se queda como pastizal, por eso se hizo la prueba con el pastizal.

Soraya Alvarado:

Yo quería complementar los dos comentarios anteriores, entre todos los meses junio hasta noviembre el suelo que está bajo agricultura, en realidad la capacidad de retención de agua es alta entonces yo quería una mayor interpretación de ese resultado que estuvo primero pasto y luego papa ¿tienen algún otro parámetro que se pueda explicar esta tendencia? Ya que se la ve en todos los meses.

Mauricio Proaño:

Más que parámetros era en estos tres meses ver cuánta agua estaba en los suelos, la explicación que nosotros vemos un poco en el suelo desnudo y sabemos cómo es el tipo de suelo y material que tiene el páramo, por tanto absorbe rápido pero también se elimina rápido. Hay un estudio con un modelo de simulación sobre la erosión de los suelos del páramo y hay una pérdida tremenda del suelo del volcán Iliniza, entonces en un inicio se ve que hay más cantidad que almacena pero poníamos papas y aumentaba los caudales pero aumentaba serrines hay un momento que se degrada el suelo ya no hay filtración de agua y vienen los problemas. En un suelo poroso que le quita la vegetación ingresa prontamente el agua y como es una zona lluviosa, entonces evidentemente al momento de tomar las muestras si se da eso, es un inicio de la investigación, yo creo que podemos seguir avanzando.

Maribel Montenegro:

¿En las parcelas había en esa microcuenca alguna estación climatológica o pluviométrica?

Juan Carúa:

Tal vez es uno de los problemas a nivel nacional en donde ciertas estaciones climatológicas nos permitan tener datos pero la que más se encontraba cerca es la de Centro de levantamiento integrado de recursos naturales por sensores remotos - CLIRSEN - cuando uno va de Quito - Latacunga al Boliche. Con los datos de esa estación se trabajó. La que se encontraba más cercana.

Bert de Bievre:

Los datos sobre los que se está discutiendo de la cantidad de agua encontrada en el suelo son de humedad actual, son producto de la combinación de la cantidad de retención de ese suelo mas el uso de agua de parte de la vegetación que está sobre ese suelo. Hay que tener mucho cuidado al concluir si el valor mayor o menor en esta tabla también signifique caudales mayores o menores en los que están en esta zona, no deben estar si existe una relación.

Juan Carúa:

La investigación era para saber cuánto de agua existe en este suelo y tú tienes razón en decir que hay que seguir viendo eso pero no fue el objetivo de esta investigación. La pregunta que queríamos respondernos es saber

en por lo menos en un período de seis meses de época lluviosa ¿cuánto de agua existe en un páramo intervenido, en un páramo que está con pastizales, el otro con cultivo?, se dieron las condiciones porque en ese sector se encontraron las cuatro condiciones, la misma altitud, el mismo suelo, la misma estructura del suelo.

Luis Fernando Jara:

¿Es posible tener esta información?

Juan Carúa:

Claro, no hay ningún inconveniente, esto mientras más se publique será mejor.

Jorge Pérez:

Felicitaciones por el trabajo yo ya conocía de este estudio, si bien es cierto en los estudios se podrá encontrar varios huecos que en el futuro uno querrá tapar, pero son estos primeros esfuerzos los que nos ayudan a por lo menos seguir viendo donde investigamos en este sentido, ¿cuál sería tu conclusión? porque estás hablando de la cordillera occidental y en ésta en el mes de julio estamos hablando de verano pero a la vez es la época que más agua estas obteniendo y luego en octubre que cuando entrada al invierno normalmente en nuestro valle central y cordillera occidental, octubre, noviembre vuelve a entrarnos al invierno es la época de menor agua ¿Cómo relacionas eso, a qué conclusiones llegas en esa parte?

Juan Carúa:

Como todos vemos actualmente el clima ya no es como nos contaban nuestros abuelitos, en las épocas que se hizo el muestreo la presencia de lluvias fue hasta el mes de julio, en el mes de julio recién empezaron a disminuir hasta el mes de agosto, septiembre, octubre, luego a finales del mes de octubre comenzaron nuevamente a aparecer con más fuerza las lluvias, por consiguiente, no necesariamente se igualó como solíamos decir a la época de verano exacta e invierno, fue más por la presencia de lluvias en esa época, así fueron las condiciones.