

DATOS PRELIMINARES DE ESCURRIMIENTO, PÉRDIDA DE SUELO E INFILTRACIÓN CON UN MICROSIMULADOR DE LLUVIA EN UN PASTIZAL DE ALTURA. CUMBRE LOS VARELAS. CATAMARCA.

Ribera Justiniano Daniel; de la Orden, Eduardo; Pico Zossi, José; Quiroga, Alejandro

Facultad de Ciencias Agrarias. UNCa. Avda. Belgrano y Mtro Quiroga (4700) Catamarca.

E-Mail: ribera@fcasuser.unca.edu.ar - ecologia@fcasuser.unca.edu.ar.

PRELIMINARY DATA OF RUNOFF, SOIL LOSS AND INFILTRATION WITH A RAIN MICROSIMULATOR IN A HIGH PASTURELAND. LOS VARELAS SUMMIT. CATAMARCA.

SUMMARY

The study area is located phytogeographically in the Mountain Prairies, District of the Mountain Forests of the Yungas region, at approximately 2,010 m. above sea level. The most important causal agent of erosion by rain in the area is the impact energy of the rain drops. The measurement of the water runoff, soil loss and infiltration can be carried out using different rain simulators, including the microsimulators, designed mainly for flat areas. The objectives of the present work are: to select the materials and adapt a micro rain simulator to measure the runoff, soil loss and infiltration; to gauge and adjust the simulator for total sheet, intensity and known energy. This principle of measurement of water runoff, soil loss and infiltration consists of a square prism of 150 cm of height and 25 cm at the base. The framework is made of circular pipe with two different diameters for the telescopic legs. A dropper holder with 49 droppers is placed on the upper part of the assemblage taking water from a reservoir placed in one of the upper edges of the framework. When working, the micro simulator is fixed to a galvanized sheet metal previously nailed to the ground. The simulator has one of the sides prepared for drainage where the runoff is received. The field readings taken were evaluated entirely at random by means of a statistical analysis in a design with ANOVA and Tukey test. The results of runoff and soil loss obtained were significantly lower ($p < 0,05$) in the closing in comparison with the other treatments; consequently, the infiltration values were higher in the closing. With this first measurement, it can be concluded

that the microsimulador allows the quantification of the runoff, infiltration and soil loss in mountain areas.

KEY WORDS: *rain microsimulator, runoff, soil loss, infiltration.*

RESUMEN

El área de estudio se ubica Fitogeográficamente en las Praderas Montanas, Distrito de los Bosques Montanos de la Provincia de las Yungas, a una altitud aproximada de 2.010 m.s.m. El agente causal más importante de la erosión hídrica en la zona es la energía de impacto de la gota de lluvia. Las mediciones del escurrimiento del agua, la pérdida de suelo e infiltración, se pueden realizar utilizando distintos simuladores de lluvia, incluyendo a los microsimuladores, diseñados en general para zonas llanas. Son objetivos del presente trabajo seleccionar los materiales y adaptar un micro simulador de lluvia para medir el escurrimiento, pérdida de suelo e infiltración, calibrar y ajustar el mismo, para lámina total, intensidad y energía conocida. Este principio de medición del escurrimiento del agua, pérdida de suelo e infiltración, consiste en un prisma cuadrado de 150 cm de altura y 25 cm de base. La estructura es de caño circular de dos diámetros distinto que hace las patas telescópicas. En la parte superior se apoya la caja porta gotero, con 49 picos formadores de gota, se alimenta con agua proveniente de un reservorio, colocado en una de las aristas superior de la estructura. En posición de trabajo el micro simulador se fija en un marco de chapa galvanizada previamente clavado en el suelo, tiene uno de los lados en forma de vertedero por donde se recibe el escurrimiento. Las lecturas tomadas a campo se evaluaron mediante un análisis estadístico en un diseño enteramente al azar con ANOVA y test de Tukey, los resultados obtenidos de escurrimiento y pérdida de suelo fueron significativamente menores ($p < 0,05$) en la clausura en comparación con los otros tratamientos, consecuentemente los valores de infiltración fueron mayores en la clausura. De esta primera medición se puede concluir que el microsimulador permite cuantificar el escurrimiento, infiltración y pérdida de suelo en áreas de montañas.

PALABRAS CLAVES: *microsimulador de lluvia, escurrimiento, pérdida de suelo, infiltración.*

INTRODUCCIÓN

En la relación suelo – escurrimiento - vegetación existe una estrecha dependencia, en un cierto equilibrio, entre los factores. Todo agente que los modifique, de modo que se traduzca en una pérdida de suelo, causa erosión. De estos parámetros, el primero en ser alterado es el vegetal, que a su vez resulta el más factible de recuperar (Martínez Carretero, 1989). En las áreas de nacientes de cuencas en zonas montañosas, donde las pendientes pueden llegar a ser muy pronunciadas el agua juega un rol decisivo en los procesos erosivos. La eliminación total o parcial de la cubierta vegetal, sea por acción del pastoreo intensivo o por el uso inadecuado del fuego, deja los suelos desprotegidos ante la acción erosiva de las lluvias torrenciales.

La erosión es un proceso de desgaste de la superficie terrestre que ocurre naturalmente (geológica), pero siempre es magnificado por la acción del hombre (Antropica). La erosión es uno de los principales problemas de la agricultura en el mundo, tanto por la pérdida de suelo que genera en el sitio donde ocurre, como por los efectos de sedimentación y contaminación que provoca en los sistemas adyacentes.

La desagregación, transporte y sedimentación de las partículas del suelo, por la gota de lluvia y el escurrimiento superficial, definen el proceso de erosión hídrica (Marelli 1989).

Marelli (1989) cita a Meyer diciendo que “la erosión es la degradación de las partículas primarias y agregados de la masa de suelo, que por el impacto de la gota de lluvia o de la abrasión del escurrimiento y su transporte por salpicado”. El impacto de la gota de lluvia y el escurrimiento representan los agentes externos que trabajan para vencer la cohesión de las partículas de la masa del suelo y provoca su transporte.

En los simuladores de lluvia, el principio formador de la gota de lluvia puede ser mediante presión en el fluido (aspersor) o sin presión mediante goteros. En el primer caso se utiliza un pico de pulverización y el agua es impulsada mediante la presión en el líquido dado por una bomba; en el segundo caso la gota se forma por el flujo de agua a través de un tubito de diámetro reducido. Para la construcción y modificación del microsimulador en el presente trabajo se utilizó este segundo caso.

La energía de impacto de la gota de lluvia como agente causal de la erosión se ha investigado con lluvias naturales (MagGregor and Muchchler, 1977) y simuladores de lluvia (Dunnet, Dietrich, Brunengo, 1980; Floyd, 1981; Marelli, et. al., 1983; Marelli, Arce, Masiero, 1986; Meyer, Harmon, 1979)

Los simuladores de lluvia se han usado durante los últimos 60 años, en investigaciones sobre la erosividad de la lluvia. Se entiende por tal a la capacidad de la misma para producir erosión y depende de las características físicas del suelo.

Según (Hudson, 1971) citado por Irurtia C. B. (1994), la erosividad de la lluvia se la puede expresar de acuerdo a la siguiente fórmula: $E = deq^p V^q$

E: erosividad de la lluvia; deq: diámetro equivalente (m); V: velocidad de caída (m/s)

p y q: coeficientes

La velocidad de caída en el momento del impacto es uno de los factores más importantes a medir y depende de:

- Altura de caída.
- Fricción del aire.
- Masa de la gota.
- Fuerza de gravedad.

La superficie de la parcela de medición, varía desde 6 cm de diámetro (28 cm^2) hasta 5 m por 25 m (125 m^2) (Swanson, 1965; Marelli, et. al 1983).

Con respecto a la altura de caída de la gota de lluvia simulada hay microsimuladores 0.30 m hasta 7.10 m según (Bryan y Ploey 1983 citado por Irurtia, 1994).

Son objetivos del presente trabajo seleccionar los materiales y adaptar un micro simulador de lluvia para medir el escurrimiento, pérdida de suelo e infiltración, calibrar y ajustar el mismo, para lámina total, intensidad y energía conocida y comparar el escurrimiento, infiltración y pérdida de suelo en tres situaciones de uso.

MATERIAL Y MÉTODO

El área de estudio se ubica Fitogeográficamente en las Praderas Montanas, Distrito de los Bosques Montanos de la Provincia de las Yungas (Cabrera, 1994). La fisonomía del paisaje es la de lomadas cuyos valores de pendientes van desde un 25% a un 50%. La fisonomía de la vegetación en condiciones de pastoreo continuo es la de un césped de cobertura discontinua (de la Orden y Quiroga, 1997). Los suelos pertenecen a la unidad cartográfica Complejo de Humaya formado por Haplustol lítico, Haplustol éntico y Haplustol típico (Ogas, 1994). Estos se formaron a partir de depósitos eólicos de limo y arenas finas. Son suelos profundos con un buen

contenido de humedad durante todo el año, de textura franco arenosa fina, muy ricos en materia orgánica (3%) y nitrógeno total (0,2 – 0,3 %) y de pH fuertemente ácido (5) (Quiroga, et. al 1998).

Los ensayos se realizaron en tres situaciones distintas, área clausurada al pastoreo de ganado doméstico, área con pastoreo continuo y en una cárcava, situados en una zona del pastizal de la Sierra de Humaya, ubicada a una altitud aproximada de 2.010 m.s.m.

El aporte de agua al suelo se realizó con un microsimulador de lluvia. La medición del escurrimiento del agua, pérdida de suelo e infiltración, se realizó con un prisma cuadrado de 150cm de altura y 25 cm de base. Su estructura es de caño circular de dos diámetros (23 mm y 19 mm) distintos que hace las patas telescópicas (modificación al de Irurtia, 1994, foto 1)



Foto 1: Patas telescópicas

En la parte superior se apoya la caja porta gotero, con 49 picos formadores de gota, los picos son tubos de acero inoxidable con un diámetro interior de 0,5 mm. los mismo están contenido entre dos placas de acrílico. El sistema se alimenta con agua proveniente de un reservorio (otra modificación al de Irurtia,1994, foto 2) colocado en una de las aristas superiores de la estructura de una capacidad aproximada de 5,5 litros.

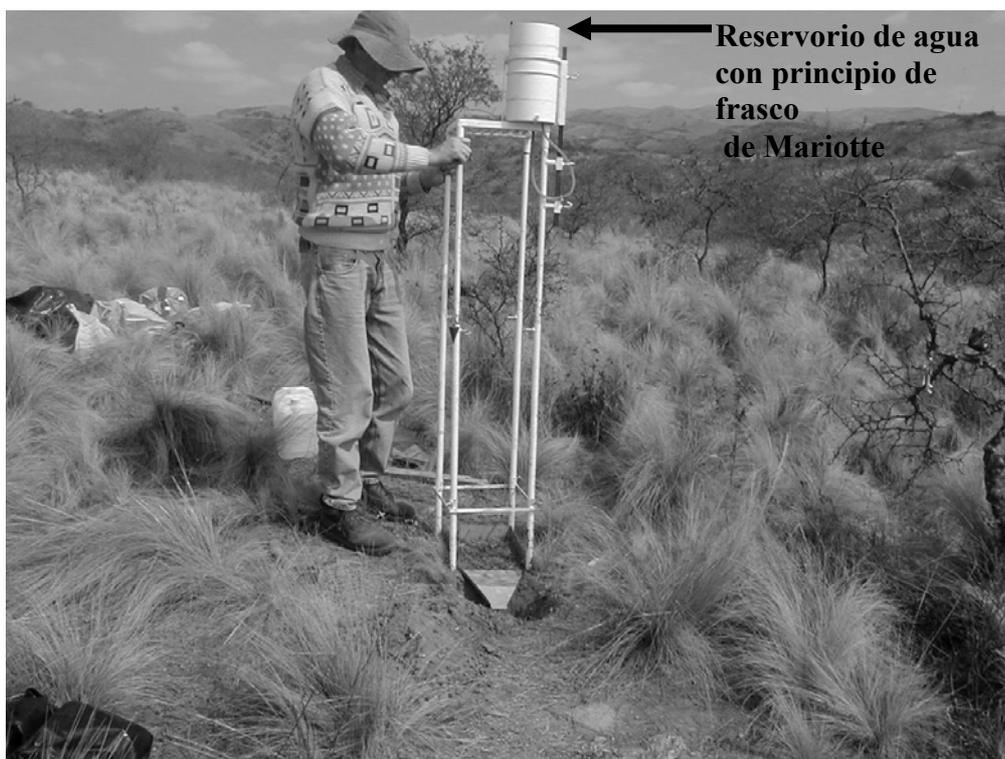


Foto 2: Reservorio de agua con principio de frasco de Mariotte

Las gotas formadas son de 4,7 mm de diámetro equivalente y una velocidad final de caída desde 1,50 m de 5,04 m/s generando una energía de $8,33 \times 10^{-4}$ Joules/gotas, produciendo una lluvia de $12,6 \text{ kJ.m}^{-2} \cdot \text{m}^{-1}$ (Iruetia, 1994). Este microsimulador genera lluvia equivalente al 32,6 % de la energía de una lluvia natural.

Se realizó medición planialtimétrica, mediante nivel y mira, para conocer la pendiente del terreno por ser una zona montañosa y evitar que las parcelas de medición del escurrimiento, pérdida de suelo y de infiltración tengan influencia de la pendiente.

Antes de aplicar el simulador de lluvia, con el uso de un barreno, se tomaron muestras de suelo a distintas profundidades, se colocaron en un pesafiltro para calcular la humedad del suelo en el momento de la medición.

La estimación de la cobertura de la vegetación se realizó mediante la utilización de 17 transectas lineales, en cada parcela de medición. Las líneas se trazaron con el empleo de una soga, dividida en 100 puntos, marcados cada 10 cm.

En posición de trabajo el micro-simulador se fija en un marco de chapa galvanizada previamente clavado en el suelo hasta la mitad, tiene uno de los lados en forma de vertedero por

donde se recibe el escurrimiento cada 5 minutos durante una hora. Se agrega agua a la caja formadora de gotas, purgando el sistema para que no queden burbujas, al reservorio se le agrega 2,75 litros de agua, que generan una intensidad de lluvia equivalente a 60 mm/h.

El líquido recibido se coloca en envases descartables, éstos se llevan al laboratorio, se pesan, y se secan en estufa a 110 ° C, hasta obtener peso constante. El cálculo del agua infiltrada se realiza tomando la diferencia ente el agua aplicada y el agua escurrida.

En una planilla confeccionada ad-hoc se hicieron anotaciones de: lugar, fecha, N° de parcela, velocidad del viento, humedad del suelo a distinta profundidad y porcentaje de cobertura vegetal aérea.

Otros materiales utilizados fueron: pala para cavar y colocar el recipiente donde se recoge cada 5 min. el escurrimiento, recipiente para traer lo escurrido, una nivel de albañil, para nivelar el microsimulador de lluvia, cámara fotográfica y depósitos para llevar agua.

Los datos recogidos a campo se evaluaron mediante un análisis estadístico en un diseño enteramente al azar con ANOVA. y test de Tukey, los tratamientos fueron: En la clausura, fuera de la clausura y en una cárcava.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las primeras mediciones se realizaron para comprobar el funcionamiento del microsimulador sobre el área clausurada, fuera de la clausura y en la cárcava, midiendo escurrimiento del agua, pérdida de suelo e infiltración y relacionando con la humedad del perfil del suelo a distintas profundidades (15, 30, 45 cm.) y la cobertura vegetal.

Con la lluvia simulada de 60 mm/h se esperaba mayor escurrimiento en la cárcava y menor en la clausura.

Los resultados obtenidos señalan una total coincidencia, pero se tienen tres situaciones: Dentro de la clausura (foto 3), (0,70 % promedio **escurrimiento**) fuera de la clausura (foto 4) con pastoreo continuo (57,92 % promedio escurrimiento) y en la cárcava (foto 5), (48,72% promedio escurrimiento) de menor escurrimiento; menor **pérdidas de suelo** fue en la clausura, le siguió fuera de la clausura y la mayor pérdida fue en la cárcava; **infiltración** fue de mayor en la clausura, le siguió fuera de la clausura y menor en la cárcava.



Foto 3
EN LA CLAUSURA



Foto 4
FUERA LA CLAUSURA



Foto 5
EN LA CARCAVA

La humedad (%) en el perfil a 15, 30 y 45 cm. de profundidad entre la clausura y la cárcava fueron similares, en contraposición fuera de la clausura fue menor (figura 1).

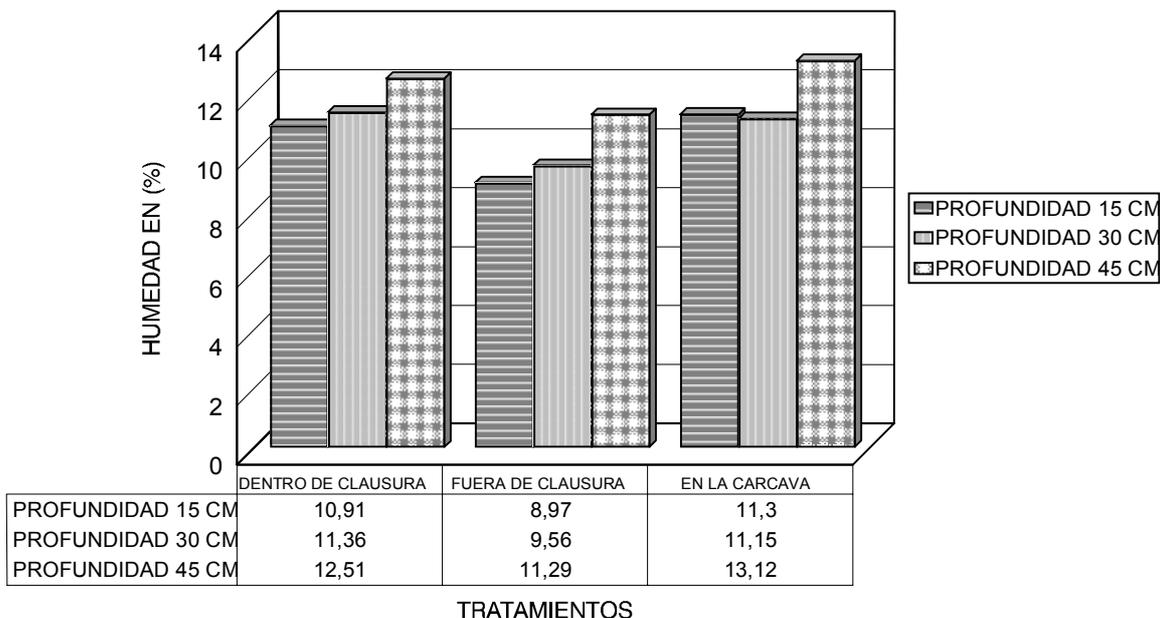


FIGURA N° 1: Variación de la humedad en el suelo dentro, fuera de la clausura y la carcava.

La planialtimetría se realizó, para ubicar las parcelas tanto dentro como fuera de la clausura para evitar el efecto de la pendiente.

Los valores obtenidos de porcentaje de cobertura de la vegetación no difieren significativamente entre los de la clausura y fuera del área clausurada, 100% y 94,5% respectivamente, mientras que en la cárcava el valor es significativamente inferior, 1,33% (figura 2)

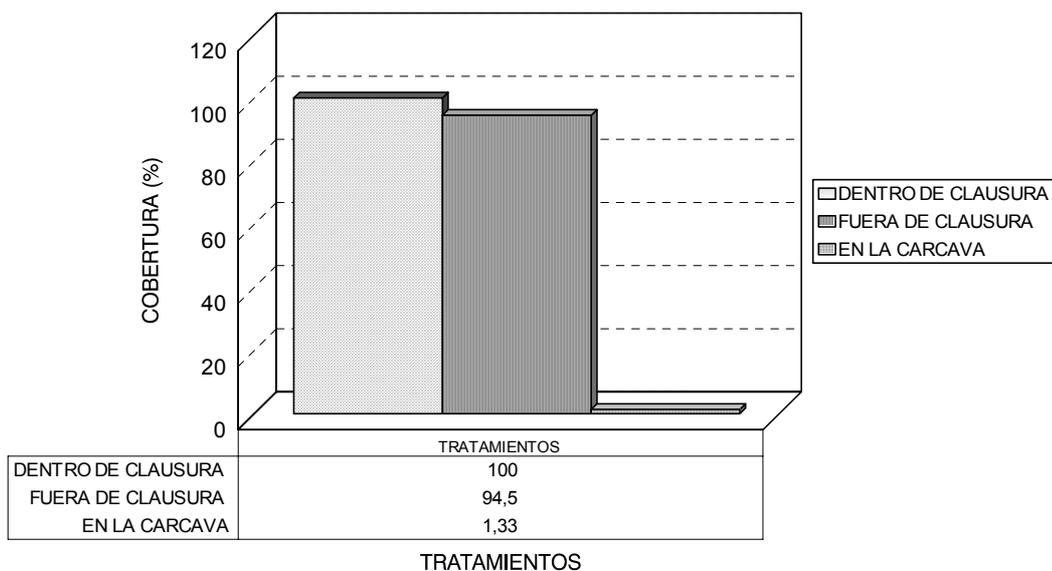


FIGURA N°2: Variación de la cobertura vegetal dentro, fuera de la clausura y en la cárcava.

Los valores máximos de infiltración se obtuvieron dentro de la clausura (99,14 %) esto coincide con los resultados obtenidos por Irurtia (1994) en un pastizal de festuca (100%). Fuera de la clausura, la infiltración fue menor (42,8 %) y mucho menor en la cárcava (33,28 %). (figura 3). Los datos de infiltración calculados se pueden cotejar con los obtenidos por Irurtia (1994) quien obtiene un valor de infiltración de entre un 30 y un 35 % sobre un suelo desnudo y erosionado.

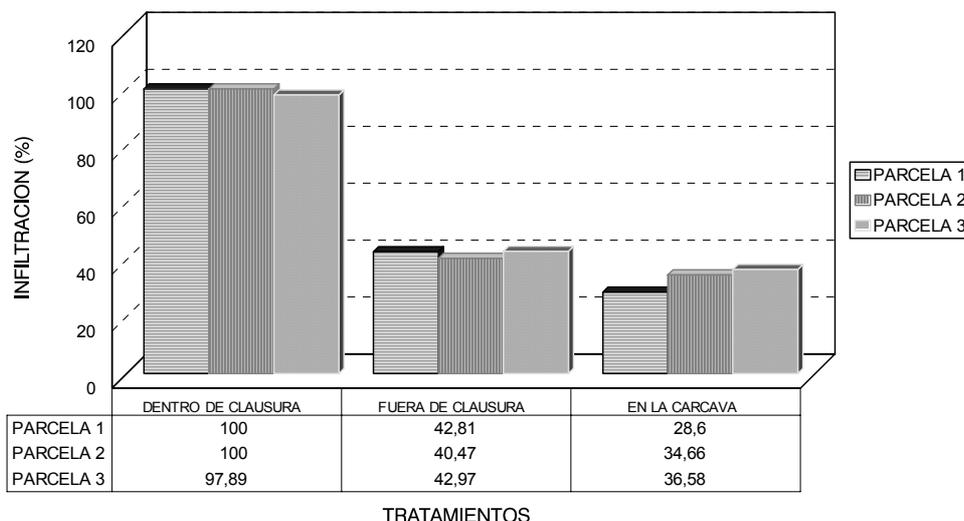


FIGURA N°3: Variación de la infiltración dentro, fuera de clausura y en la cárcava

La pérdida de suelo calculada por Irurtia fue de 1300 kg/ha promedio con una intensidad de lluvia simulada. Los datos de Meyer; Harmon fueron entre 600 y 700 kg/ha. con una intensidad de lluvia simulada.

Los promedios calculados en la cárcava fueron de 676,8 kg/ha, La diferencia con los de Irurtia puede ser por la intensidad, mientras que con los datos de Meyer son similares.; Fuera de la clausura fueron de 219,73 kg/ha. y en la clausura fueron 25,6 kg/ha. (figura 4)

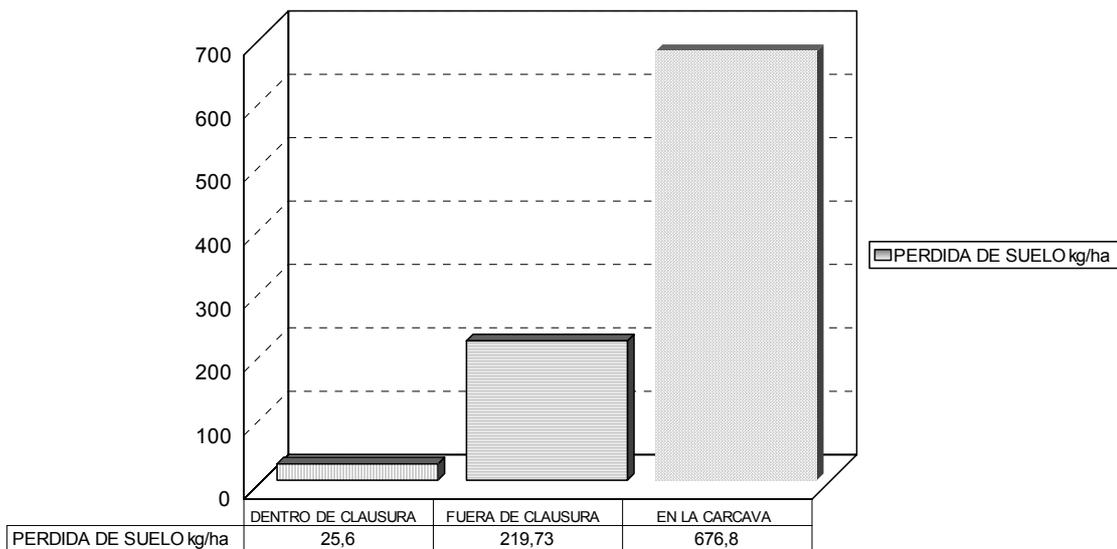


FIGURA N°4: Variación de la pérdida de suelo calculada.

CONCLUSIONES

Las mediciones efectuadas han permitido caracterizar estas tres situaciones en un pastizal de altura en la Cumbre Los Varela cuantificando el escurrimiento, pérdida de suelo e infiltración.

Los resultados obtenidos de escurrimiento y pérdida de suelo fueron significativamente menores ($p < 0,05$) y consecuentemente los valores de infiltración fueron mayores en la clausura en comparación con los otros tratamientos. De esta primera medición surge que el microsimulador permite cuantificar el escurrimiento, infiltración y pérdida de suelo en áreas de montañas.

Esta metodología es útil para estimar el escurrimiento, la pérdida de suelo y la infiltración en pequeñas cuencas, se trata de una metodología rápida, sencilla y de bajo costo, que puede repetirse varias veces.

BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA A. L. 1994."Regiones Fitogeográficas Argentinas". Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1. Tomo II. Primera Reimpresión. Editorial ACME S.A.C.I.; : 1- 10.

- **DE LA ORDEN, E. A.; QUIROGA, A.** 1997. “Fisiografía y Vegetación de la Cuenca del Río Los Puestos. Departamento Ambato. Catamarca”. Revista de Ciencia y Técnica. Vol IV. Nº 3. Año 3. Centro Editor de la secretaría de Ciencia y Técnica. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca.
- **DUNNET, T.; DIETRICH, W.E.; BRUNENGO, M.J.** 1980. Simple, Portable Equipment for Erosion Experiments Under Artificial Rainfall. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol. 25, : 161 - 168.
- **FLOYD, C.N.** 1981. A Mobile Rainfall Simulator for Small Plot Field Experiments. Journal of Agricultural Engineering Research. Vol 26, : 307 - 314.
- **IRURTIA C. B. Y MON R.** 1994: “Microsimulador de lluvia para determinar infiltración a campo”. INTA, INSTITUTO DE SUELOS, Castelar, Buenos Aires, Argentina. Publicación Técnica N 176. : 1 – 18.
- **MagGREGOR, K.G. AND MUCHCHLER, C.K.** 1977. “Status of the R-factor in northern Mississippi. Proceeding of the 1976 National Conference on Soil Erosion, W. Lafayette, IN, SCSA Spec. Publ. Nº 21: 135 – 142.
- **MARTÍNEZ CARRETERO, E.** 1989. “Vegetación, Red de Drenaje y Erosión en el Piedemonte de Mendoza”. Detección y Control de la Desertificación de la Desertificación. Curso Latinoamericano. Mendoza 1 – 25 de Octubre. CONICET–IADIZA–CRICYT. : 180-183.
- **MARELLI, H. J.;** et. al., 1983. “Evaluación del escurrimiento y de la infiltración del agua en el suelo con lluvia simulada”. Revista de Investigaciones Agropecuarias INTA, Buenos Aires, República Argentina Vol. XVIII, N 2, : 267 - 278.
- **MARELLI, H.J., ARCE, J.M., MASIERO, B.,** 1986. “Simulador de lluvias para investigación básica en conservación de suelos”. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez, Argentina. Publicación Técnica N 8. Serie: Suelos y Agroclimatología. :1-15.
- **MARELLI, H.J.** 1989. “La erosión hídrica”. INTA, Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez, Argentina. Publicación Técnica N 1. : 1 - 20.
- **MEYER L.; HARMON H.** 1979 “Multiple – Intensity rainfall Simulator for erosion research on row sideslopes”. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph v.22 n.1. :100-103.
- **OGAS, R. R.;** et. al. 1994: “Estudio de Suelos”. Informe Final. Etapa I. Estudios Básicos. Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca del Río los Puestos. Convenio CFI – Provincia de Catamarca. 120 p.
- **QUIROGA, A.; CORREA, R. J.; WATKINS, P.** 1998: “Evaluación de la Calidad Forrajera Otoñal del Pasto Punilla (*Alchemilla pinnata* Ruiz et Pav.) en el Pastizal de neblina de la Cuenca del Río Los Puestos. Departamento Ambato. Catamarca”. Revista de Ciencia y Técnica.
- **SWANSON, N. P.** 1965. “Rotating Boom rainfall simulator. Transactions of the American Society of Agricultural Engineering 8 (1): 71 – 72.