

ALGUNAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LA LLUVIA RELACIONADAS CON LA EROSION DEL SUELO, EN DOS REGIMENES PLUVIOMETRICOS DE COSTA RICA.

Amael Jiménez, Francisco Jiménez, Jorge Faustino, Hernán Solís*

Some rain physical characteristics related to soil erosion in two pluviometric regimes of Costa Rica.

1. Abstract

Rains' size, size distribution, and kinetic energy in two representative sites (Alajuela and Turrialba) of pluviometric regimes predominant in Costa Rica (Caribbean and Pacific) were studied. Raindrops diameter ranged between 0,83 and 66 mm in Turrialba and between 0,75 and 7,1 mm in Alajuela. In both sites, raindrops' diameter was between 1 and 2 mm with a frequency of 80% in Turrialba and 60% in Alajuela. In general, kinetic energy and average diameter measured by its frequency increased as pluviometric events intensity also increased. Local adjustment of general models seems indispensable, as the one employed in the soil loss universal equation to estimate rains erosive potential.

2. Introducción

En la mayor parte de las regiones tropicales, la erosión hídrica es la principal causante de la degradación y pérdida de la capacidad productiva del suelo. Si bien existen varios factores que afectan la erosión, el más importante es la lluvia. Su efecto se manifiesta a través de sus diferentes características físicas: cantidad, duración, frecuencia, pero fundamentalmente de la intensidad, tamaño y distribución de tamaño de gotas, y energía cinética. La ausencia de datos para condiciones tropicales sobre las últimas características mencionadas, limita la aplicación de métodos como la estimación de la erosión a partir de la ecuación universal de pérdida de suelo (EUPS), tal y como lo mencionan varios autores (Hudson, 1971; Vahrson, 1991), quienes han cuestionado el uso de este índice para estimar la erosividad de la lluvia en latitudes tropicales, ya que en estas condiciones, las tormentas son más grandes, de mayor intensidad, el diámetro de las gotas es mayor, la distribución es diferente y con frecuencia están acompañadas por vientos fuertes.

En Costa Rica, se presentan dos regímenes de lluvia principales, divididos por las cordilleras, con cantidades y distribuciones anuales y diarias de la lluvia diferentes; estos son el régimen de la vertiente del Caribe y el régimen de la vertiente del Pacífico. El objetivo de este estudio fue estudiar el tamaño, distribución de tamaño de gotas y la energía cinética de eventos pluviométricos en dos sitios representativos de esos regímenes: Turrialba en el Caribe y Alajuela en el Pacífico.

* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 7170, Turrialba, Costa Rica.

3. Metodología

El estudio se realizó en dos sitios: la Estación Experimental Fabio Baudrit perteneciente al régimen de precipitación Pacífico, ubicada en Alajuela, a una altitud de 840 msnm y 10°01' de Latitud Norte y 84°16' de Longitud Oeste; el otro sitio fue el CATIE en Turrialba, que posee régimen de precipitación Caribe, ubicado a 602 msnm y a 9°53' de Latitud Norte y 83°38' Longitud Oeste.

Para la determinación del tamaño la distribución de tamaño de las gotas de lluvia se utilizó el método de los agregados de harina, que consiste en exponer a las lluvias, durante aproximadamente 3 segundos, recipientes que contienen una capa de harina de 25 mm de espesor. Los agregados formados se secan primero al aire libre y luego al horno a 105 °C y se pasan a través de tamices de diferentes intervalos de diámetro. Finalmente se determina la cantidad de agregados en cada intervalo de diámetros y se obtiene su peso promedio. El diámetro medio de los gotas para cada intervalo de diámetros de agregados se obtuvo a partir de una relación matemática determinada previamente en el laboratorio, donde se relacionó la masa media de los agregados de harina formados por gotas de diámetro conocido, obtenidas mediante micropipetas y jeringas calibradas.

Paralelamente a los muestreos, se determinó la intensidad de cada una de las lluvias en las cuales se tomaron muestras. Se realizaron varios muestreos a través del evento pluviométrico y en diferentes eventos. Para el cálculo de la energía cinética de las lluvias muestreadas se utilizó la método descrito por Eigel y Moore (1983), aunque también se estimó por el método de Wischmeier y Smith (1978), el cual es utilizado en la EUPS:

4. Resultados

Los resultados mostraron que el diámetro medio de las gotas varió entre 0,83 y 6,6 mm en Turrialba y entre 0,75 y 7,1 mm en Alajuela, para lluvias que variaron en intensidad desde 2,8 mm/h a 105,4 mm/h en Turrialba, y entre 1,5 y 91,4 mm/h en Alajuela. En ambos sitios y en todos los eventos muestreados, el diámetro de gotas predominante fue en el intervalo entre 1 y 2 mm, con una frecuencia promedio de 80% en Turrialba y de 60% en Alajuela. En ambos sitios, la mayoría de eventos con intensidades menores de 10 mm/h no presentaron gotas con diámetros mayores de 3,2 mm, mientras que todas las lluvias con intensidades superiores a 20 mm/h presentaron gotas con diámetros en los intervalos de 3 a 4, 4 a 5 y 5 a 6 mm.

La energía cinética promedio aumentó conforme aumentó la intensidad de los eventos pluviométricos. Un comportamiento similar tuvo el diámetro medio de las gotas ponderado por su frecuencia, principalmente en Turrialba (cuadro 1).

Cuadro 1. Diámetro medio ponderado por el número de gotas (mm) y energía cinética promedio ($J/m^2 \cdot mm$) (método de Eigel y Moore) para diferentes intensidades de eventos pluviométricos muestreados en Turrialba y Alajuela.

Intensidad (mm/h)	Diámetro medio ponderado		Energía cinética promedio	
	Turrialba	Alajuela	Turrialba	Alajuela
0-10	1.52	1.61	17.48	18.52
10-20	1.68	1.85	23.73	20.22
20-40	1.85	1.83	24.20	25.38
> 40	2.20	1.83	29.90	34.20
Promedio	1.67	1.67	21.05	22.64

Los valores promedio de energía cinética calculada de acuerdo a la distribución de tamaño de gotas (método de Eigel y Moore) y la estimada a partir de la relación encontrada por Wischmeier y Smith, la cual se utiliza en la ecuación universal de pérdida de suelo, no presentaron diferencias estadísticamente significativas, aunque en Alajuela, el valor promedio de energía cinética calculado por el último método mencionado fue $1 J/m^2 \cdot mm$ mayor.

5. Discusión

En ambos sitios predominaron las gotas de lluvia con diámetros entre 1 y 2 mm, pero fueron más frecuentes en Turrialba que en Alajuela. Además en Alajuela el intervalo entre 2 y 3 mm presentó una frecuencia promedio mayor de 20%. Posiblemente este comportamiento está asociado al régimen pluviométrico; en efecto, las lluvias en Turrialba son principalmente de tipo orográfico, mientras que en Alajuela de tipo convectivo situación que conlleva, generalmente, a que en este último caso se produzcan lluvias de mayor intensidad y mayor diámetro de gotas. Estos datos parecen ser corroborados por la mayor energía cinética de las lluvias, principalmente las mayores de 40 mm/h, en Alajuela con respecto a Turrialba.

La alta frecuencia de gotas con diámetros entre 1 y 2 mm, ocasiona que los valores de diámetro medio ponderado se mantengan mayoritariamente en ese intervalo, aunque en los eventos con intensidades superiores a 20 mm/h se presentaron gotas con diámetros entre 5 y 6 mm. La experiencia muestra que las gotas con diámetros superiores de 6 mm se dividen en gotas más pequeñas al impactar contra una superficie, por lo que raramente se observan en lluvias naturales.

El aumento de la energía cinética promedio conforme se incrementa la intensidad de las lluvias está asociada al aumento del diámetro de las gotas, puesto que tanto la velocidad como la masa, que son las variables que definen el valor de la

energía cinética, se incrementan conforme lo hace el diámetro de las gotas. Debido a que la mayor parte de las lluvias erosivas presentan intensidades mayores a 20 mm/h (Hudson, 1971), los datos presentados en el cuadro 1 (energía cinética mayor en Alajuela para esos eventos con relación a Turrialba), sugieren que el potencial erosivo de las lluvias es menor en este último sitio.

Si bien no hubo diferencias estadísticamente significativas, entre la energía cinética de las lluvias en Alajuela ni Turrialba, cuando se compararon los métodos de Eigel y Moore (basado en la distribución y frecuencia de tamaño de gotas) y Wischmeier y Smith (basado en la intensidad de la lluvia), las diferencias podrían ser de importancia práctica. Por ejemplo, si la precipitación promedio en Alajuela es de 2000 mm/año, la sobreestimación de 1 J/m²mm obtenida con método de Wischmeier y Smith, significaría 2000 J/m² para un periodo de un año.

6. Conclusión

Los resultados obtenidos en este estudio, muestran la necesidad de estudiar en condiciones tropicales, las características físicas de la lluvia que tienen relación con la erosión del suelo, a fin de sustentar sobre bases más científicas, las estimaciones de potencial erosivo de las lluvias y de ajustar localmente modelos generales como la ecuación universal de pérdida del suelo.

7. Literatura citada

EIGEL, J.D.; MOORE, I.D. 1983. A simplified technique for measuring raindrop size and distribution. Transactions of the ASAE. Special edition. Soil and Water 26: 1079-1084.

HUDSON, N.W. 1971. Soil conservation. New York, Cornell Univ. Press. 314 p.

VAHRSON, W.G. 1991. Aspectos climáticos de la erosión hídrica en Costa Rica, América Central. In: W.G. Vahrson, M. Alfaro y G. Palacios (eds.). Taller de erosión de suelos. Memoria. Heredia, Costa Rica. p. 33-47.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA-SEA, Agriculture Handbook No. 537. 58 p.