

COMPARACION DE ALGUNOS MATERIALES IMPERMEABILIZANTES PARA CAPTACION DE AGUA LLUVIA.

FERNANDO MORILLO ROSERO*
 SEGUNDO ROSERO DORADO*
 LUCIO LEGARDA BURBANO**
 ORLANDO BENAVIDES*

RESUMEN

El objeto del presente estudio fué evaluar un sistema de captación de aguas lluvias a partir de varios materiales impermeabilizantes. Una vez el agua almacenada se empleó el método de riego por aspersión liviana en un lote de pasto de corte raygrass para cuyes de engorde, en la granja experimental de Botana de la Universidad de Nariño, municipio de Pasto, Nariño.

Los materiales comparados fueron: arcilla, aceite quemado, suelo compactado y plástico polietileno como testigo. Los valores de máxima eficiencia a partir del tratamiento testigo fueron: arcilla 75%, aceite quemado 70% y suelo compactado 65%, siendo el más barato y de más fácil consecución el aceite quemado.

* Ingenieros Agronomos.

** Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

El sistema de aprovechamiento de aguas lluvias empleado consta de: área de captación de 500 m² cubierta con los materiales ya mencionados, tubería de conducción desde el área de captación hasta el tanque de almacenamiento con una capacidad de 66 m³ de aguas lluvias y diseño de un sistema por riego por aspersión liviana, aprovechando la diferencia de nivel desde el tanque hasta un lote sembrado de pasto de corte raygrass.

INTRODUCCION

El aprovechamiento de las aguas lluvias está adquiriendo cada día mayor importancia en Colombia, debido a que las fuentes hídricas naturales son cada vez más escasas. Este aprovechamiento debe hacerse utilizando los recursos existentes en la zona, como también seleccionando materiales de eficiencia aceptable en la reolección de agua de precipitación.

Los objetivos de estudio fueron determinar la eficiencia de captación de aguas lluvias de algunos materiales como: arcilla, aceite quemado y suelo compactado y compararlos con el polietileno, el cual fue considerado como testigo; diseñar y construir un sistema eficiente y económico de captación de agua lluvia para un lote de pastos de corte raygrass para cuyes de engorde, utilizando riego por aspersión liviana.

REVISION DE LITERATURA

Suárez (1980) estima que la captación de lluvia es la utilización de superficies para coleccionar el agua que cae sobre ellas durante las

precipitaciones. Afirma que la cuantificación de la captación, se hace con base en mm/m^2 y la eficiencia de la captación depende de la superficie interceptora.

Cuando la lluvia disponible no satisface los requerimientos mínimos de los cultivos y no existe posibilidad alguna de riego es conveniente recurrir a técnicas de captación de lluvia, que consisten en aumentar la disponibilidad de agua para las plantas mediante cuencas de captación (Tovar y Macías, 1976).

El almacenamiento de aguas lluvias para uso doméstico, animal y agrícola, es muy práctico en localidades donde cualquier sistema de suministro se dificulta, ya sea por carencia de fuentes o por irregular distribución de la precipitación (Suárez, 1980).

El agua recogida en el áreas de captación debe ser almacenada, para permitir su utilización en el momento oportuno; el volumen de almacenamiento se calcula conociendo los consumos y el período seco o de verano continuo en el cual no se presentan lluvias (Rodríguez y Ramírez, 1977).

Los tanques de almacenamiento pueden ser construidos de diferentes formas. Cualquiera que sea el tipo de tanque, se debe prevenir la contaminación del agua, mediante la instalación de tapas o cubiertas que permitan la aireación, pero que impidan la entrada de luz, polvo, agua superficial e insectos (Fedecafé, 1983).

MATERIALES Y METODOS

La granja experimental de Botana de la Universidad de Nariño, municipio de Pasto, departamento de Nariño, donde se llevó a cabo el presente estudio está ubicada a una altura de 2.820 msnm, con temperatura promedio de 11°C , precipitación anual de 837 mm y humedad relativa del 78%, perteneciendo a una clasificación de bosque seco montano bajo.

Para la comparación de los materiales, se seleccionó un lote en la parte alta de la granja, con una diferencia de nivel de 25 m con relación al lote de pastos, con dimensiones de 16 m de largo por 10 m de ancho, en el cual se construyeron 12 pocetas de 1 m de largo por 1 m de ancho y por 1 m de profundidad, separadas 2 m, aplicando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones:

T1 = Arcilla. En este tratamiento, ya construídas las pocetas se procedió a revestir el piso y las paredes de ésta con una capa de arcilla cuyo espesor fue de 3 cm.

T2 = Aceite quemado. Con este tratamiento se revistió las pocetas cubriendo totalmente el suelo en cantidad de cinco galones por hueco y un espesor de 3 cm. Para lograr uniformidad en la aplicación se utilizó un rodillo para pinturas de 8 cm de diámetro.

T3 = Polietileno. En este tratamiento se revistió las pocetas con polietileno negro calibre 8, el cual se toma como testigo de comparación con los demás materiales.

T4 = Suelo compactado. En este tratamiento se compactó el piso de las pocetas y las paredes internas utilizando un pisón de madera.

La toma de datos se realizó diariamente en el sitio de experimentación midiendo la altura del agua depositada en cada una de las pocetas con su respectivo tratamientos, utilizando para esto, una regla graduada en mm.

Para obtener la ecuación del volumen del tanque de almacenamiento dependiendo del gasto para el riego del pasto de corte, se realizó un balance hídrico (Legarda y Forsythe, 1972; Rebolledo, 1980).

Teniendo en cuenta que el gasto mensual del sistema de riego por aspersión es de $17,82 \text{ m}^3$ y la constante de relación m^2/m^3 de $18,99$ se calculó el área de captación de aguas lluvias, por la fórmula propuesta por Suárez (1980):

$$Y = a x$$

donde:

Y : área de captación de agua m^2

a : constante de relación $\text{m}^2/\text{m}^3 = 18,99$

x : agua necesaria para regar el pasto raygrass = $25,48 \text{ m}^3/\text{mes}$.

La capacidad del tanque de almacenamiento se obtiene aplicando la siguiente ecuación :

$$VT = b L Y$$

donde :

VT = capacidad del tanque de almacenamiento m^3

b = constante de relación $\text{m}^2/\text{m}^3 = 1,9$

L = acumulación máxima de escorrentía = $34,44 \text{ mm}$

Y = área de captación $\text{m}^2 = 484$

Conocidos los valores del área de captación y el volumen del tanque, se procedió a construir el sistema que consta de las siguientes partes: (Figura 1)

- Un área de captación sobre la cual se aplicó el material impermeabilizante con una capa de extensión de 500 m^2 .
- Tubería de conducción de polietileno, desde el área de captación al tanque de almacenamiento con extensión de 40 m .
- Tanque de almacenamiento con un volumen de 66 m^3 , el doble de la capacidad calculada para tener agua suficiente en el verano.
- Tubería principal de polietileno de una pulgada de diámetro y una longitud de 210 m , tubería lateral de polietileno de $3/4"$ de diámetro y 50 m de longitud.
- Tres aspersores con un caudal de $1,8 \text{ m}^3/\text{h}$, presión de 2 atmósferas, diámetro húmedo 12 m , lámina de riego 5 mm y accesorios como: llave de paso directo, codos, tee, uniones, hidrantes, bayonetas, adaptadores, tubos, etc.

RESULTADOS Y DISCUSION

En algunas zonas del país y en particular en el departamento de Nariño, debido a que no se han desarrollado políticas tendientes a conservar las cuencas y fuentes de agua, estas regiones afrontan problemas de bajos rendimientos en las cosechas y períodos largos de sequía, debido a la irregular distribución de las lluvias y a la falta de sistemas adecuados de aprovechamiento, para ser utilizadas en los meses con déficit de agua. Tal situación se presenta en la granja de Botana por las siguientes razones:

Tiene periodos largos de sequía y las fuentes hídricas que posee no son bien aprovechadas en estas épocas; los suelos de la granja se caracterizan por tener un bajo coeficiente de infiltración (0.80 cm/h) y una textura franco arcillosa. Por estas razones es posible aprovechar estas condiciones para realizar un tratamiento sencillo al suelo, con el fin de adecuarlo en la construcción de áreas de captación de aguas de escorrentía.

Algunos materiales utilizados hasta el presente como impermeabilizantes de suelos resultan muy costosos, como es el caso del plástico polietileno color negro, calibre 8, por lo que el pequeño productor del campo no tiene acceso a ellos.

Con los datos de precipitación y evaporación obtenidos durante varios años de la estación meteorológica de la granja de Botana, se calculó la lluvia efectiva para determinar el agua infiltrada en cada uno de los materiales. El agua infiltrada resulta de la diferencia de la lluvia efectiva entre el agua acumulada día por día, cuyos resultados están consignados en la Tabla 1. Se observa que después

del polietileno el material que más retiene el agua es la arcilla con 158 mm y el que menos acumula agua es la tierra apisonada y compactada, el aceite quemado presenta condiciones intermedias.

Lo anterior posiblemente se debe a que el perfil del suelo estudiado se caracteriza por tener un horizonte A de 20 cm, color pardo oscuro con una textura arcillosa. A partir de este nivel no se presenta variación de la textura en los horizontes subsiguientes, que lleva a estos suelos a denominarlos suelos pesados con los consiguientes problemas en cuanto al manejo, ya que cuando están húmedos son pegajosos y cuando están secos se endurecen considerablemente, la explicación anterior es corroborada en su estudio por Estrada (1978).

Según estudios realizados por Suárez (1980) la eficiencia de los materiales como el polietileno es del orden de 90%. Con base en este valor se relacionó los promedios del resto de tratamientos encontrados en la Tabla 2, siendo los mejores porcentajes la arcilla con 75% y aceite quemado con 70%; lejos quedó el suelo compacto con 60%.

De acuerdo con los datos anteriores, los mejores materiales para la captación de agua a excepción del polietileno es la arcilla, seguida por el aceite quemado 145 mm de agua acumulada y el suelo compactado que presenta 118 mm o sea 1180 m³/hectárea.

Pero como el objetivo del presente estudio fué determinar el material de captación de aguas lluvias más eficiente y económico se procedió a encontrar el sistema menos costoso utilizando el material de más fácil consecución realizando un análisis económico para cada uno de ellos.

Se tuvieron en cuenta los costos de todo el sistema de captación de aguas lluvias hasta el riego; lo mismo que los costos de producción de forraje con riego y sin riego, ingresos, egresos e ingresos netos. Los costos de producción de forrajes son iguales para todos los tratamientos, los valores cambian únicamente en el costo de los materiales utilizados en la captación de la lluvia.

Económicamente el tratamiento con aceite quemado es el más barato, seguido por el suelo compactado. Incluidos los costos por hectárea de producción de forraje y costos del sistema de captación, los valores fueron \$458.000, \$ 419.000, \$ 570.000 y \$ 426.000, para arcilla, aceite quemado, polietileno y suelo compactado respectivamente para el año de 1993.

Con respecto al agua almacenada en las pocetas experimentales no se presentan diferencias entre los tratamientos T1, T4 y T2. Además es importante anotar aquí, que el material de más fácil obtención es el aceite quemado, cuyo valor comercial solo llega a diez pesos galón. Estimados los ingresos para cada tratamiento, resulta con mayor ingreso neto el aceite quemado, por tanto se tiene en cuenta este material para la construcción del sistema completo de captación y aprovechamiento de aguas lluvias para la granja de Botana.

Funcionamiento del sistema

Teniendo en cuenta que el tanque de almacenamiento se encuentra con una diferencia de nivel de 25 m por encima del lote a regar y proporciona una presión de 36 libras por pulgada cuadrada, se aprovecha esta situación para conducir el agua por gravedad hasta

su destino final.

Se determinó el consumo de agua del pasto de corte raygrass mejorado, teniendo en cuenta la capacidad de campo, el punto de marchitamiento, la densidad aparente y la profundidad radical. De esta manera se encontró que el gasto neto mensual del riego por aspersión es de 17.83 m³ y el gasto bruto de 25.48 m³/mes.

Así mismo se determinó que el área de captación de agua lluvia para satisfacer las necesidades del cultivo es de 484 m² y un volumen del tanque de 32 m³, calculándose el doble de la capacidad para tener suficiente agua en el verano de 64 m³.

El área de captación suministra agua al tanque de almacenamiento en los periodos lluviosos, colectando el agua limpia en el suelo impermeabilizado con el aceite quemado, lo mismo que se aprovecha la escorrentía de la precipitación la que se conduce directamente al tanque de almacenamiento.

La lluvia almacenada en el tanque es suministrada al lote de pasto de corte raygrass mediante tres aspersores, los cuales tienen una descarga de caudal de 0,5 litros por segundo por hectárea. Esta descarga de agua se hace durante 5 horas continuas, para cubrir todo el lote en 15 horas aproximadamente. Los cambios de posición se hacen cada cinco horas, con 30 minutos para realizar la operación. De acuerdo con lo anterior el gasto del agua del sistema de riego equivale a 25.48 m³. El riego se repite cada 15 días o sea dos aplicaciones por mes durante los tres meses más secos del año, junio, julio y agosto.

CONCLUSIONES

Los materiales evaluados, muestran eficiencias diferentes cuyo mayor valor se otorga al polietileno seguido de la arcilla, luego aceite quemado y con muy poca eficiencia el suelo compactado. El sistema de captación de aguas lluvias, resulta más económico, utilizando el aceite quemado como impermeabilizante.

Se debe ubicar la zona de captación en la parte más alta de las fincas o lotes, con el fin de llevar el agua por gravedad hasta su destino, para evitar gastos adicionales en equipos para riego.

Teniendo en cuenta el consumo de agua por mes, del pasto mejordo raygrass y la capacidad del tanque de almacenamiento se lo puede abastecer de agua durante los tres meses más secos del año, junio, julio y agosto.

BIBLIOGRAFIA

ESTRADA, E. Levantamiento detallado de la granja experimental de Botana. Tesis, Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1978. 89p.

FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. Ecuación para diseñar obras de captación de lluvia en la zona cafetera. Chinchiná. CENICAFE (Colombia) 34(2):2-3. 1983.

LEGARDA, L. B. y FORSYTHE, W. Estudio comparativo entre la evaporación calculada por varias fórmulas y la evaporación del tanque; medida en tres lugares tropicales. Turrialba (Costa Rica) 22: 263-292. 1972.

REBOLLEDO, J. Cálculo de balance hídrico de la zona cafetera. Chinchiná, CENICAFE (Colombia). Avances técnicos, No. 98. 1980. 4 p.

RODRIGUEZ, G. y RAMIREZ, G. Diseño, evaluación y construcción de un sistema de cosecha de agua lluvia. Tibaitatá. Revista ICA (Colombia) 12 (4): 531-542. 1977.

SUAREZ, M. J. Diseño de sistemas rurales de cosecha de agua lluvia en Colombia. Programa de recursos agua y tierra. Tibaitatá, ICA (Colombia). 1980. 21 p.

SUAREZ, V. Captación de la lluvia en la zona cafetera. Chinchiná. CENICAFE (Colombia), Avances técnicos, No. 99. 1980. 4 p.

TOBAR, S. J.L. Y MACIAS, L. A. Métodos de captación de lluvia para zonas agrícolas, con temporal deficiente. Chapingo, México, 1976. 20 p.

TABLA 1

VALORES MENSUALES DE AGUA ACUMULADA
PARA CUATRO TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	I mm	II mm	III mm	TOTAL mm
T1 Arcilla	52,57	52,53	52,71	157,81
T2 Aceite Quemado	47,10	51,84	45,47	144,81
T3 Polietileno	62,82	62,50	63,21	188,53
T4 Suelo Comp.	39,07	39,53	39,40	118,00
Total bloques	201,55	206,40	200,79	608,75

TABLA 2

EFICIENCIA DE LOS MATERIALES EVALUADOS

MATERIAL	Agua acumulada mm	Eficiencia %
Polietileno	62,84	90
Arcilla	52,60	75
Aceite quemado	48,14	70
Suelo compactado	39,33	60

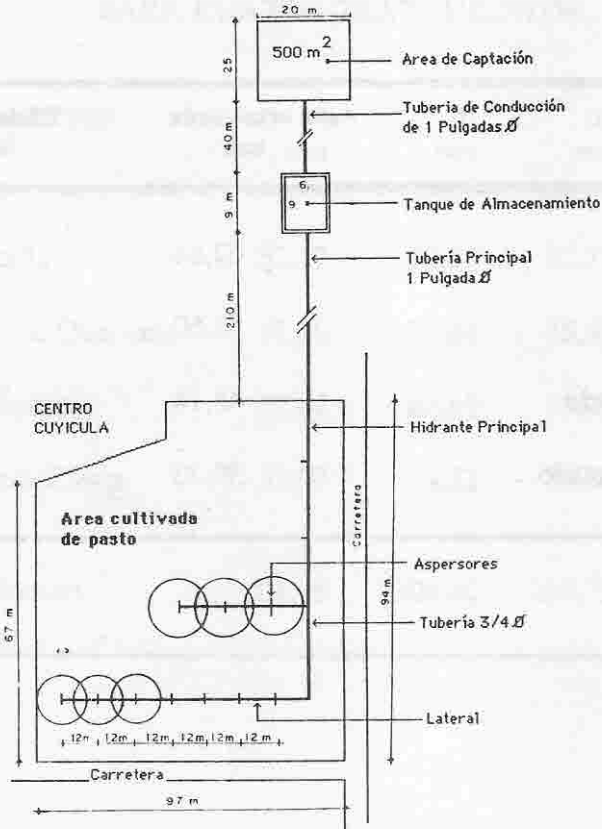


Figura 1 Sistema de Captación de Agua