

Universidad de El Salvador
Facultad de Ciencias Agronómicas
Escuela de Posgrado y Educación Continua



Avances de trabajo de tesis

“Determinación de la intercepción de la lluvia en el follaje de bosques de café cultivado en un sistema agroforestal localizado en el Ecoparque El Espino, volcán de San Salvador”

Presenta:

Ing. Juan Carlos Herrera Godínez

Asesora:

Dra. Marcia Lizeth Barrera de Calderón

Maestría en Ciencias en Gestión Integral del Agua

San Salvador, Julio 2024

INTRODUCCION.

Reconociendo la importancia hídrica de esta zona del volcán de San Salvador para el abastecimiento de agua en el Área Metropolitana de San Salvador, el proyecto City Adapt, que promueve la resiliencia climática en áreas urbanas a través de la implementación de Soluciones basadas en la Naturaleza para la adaptación, desarrolló intervenciones en alrededor de 18 fincas localizadas en el volcán de San Salvador.

Entre estas fincas está el ecoparque El Espino, en la cual se ha desarrollado las mayores intervenciones, el sitio posee la mayor extensión y se encuentra en ella cultivo de café bajo sombra y en abandono, con pendientes que van de medias a pronunciadas y suelos limo arenosos.

Las intervenciones realizadas consisten en acequias en ladera, pozos de infiltración, barreras vivas, y barreras muertas, entre otros. La cuantificación de la contribución que brindan estas obras a la recarga hídrica requiere de estimaciones precisas de intercepción ya que de no tenerse tal información podrían verse afectados los balances hídricos con sobre o subestimaciones, en ambos casos se generan efectos negativos para la gestión de los recursos hídricos.

City Adapt a través de FUNDASAL ha colaborado con equipos e insumos para llevar a cabo la tesis de maestría “Determinación de la intercepción de la lluvia en el follaje de bosques de café cultivado en un sistema agroforestal localizado en el Ecoparque El Espino, volcán de San Salvador”. Cuyo anteproyecto fue aprobado por la junta de la directiva de la Universidad de El Salvador, Acuerdo No 2988/ 2021- 2023 (VI.9), con fecha del 11 de septiembre del 2023. Ver Anexo.

Este estudio se está realizando en un área que comprende un bosque de café cultivado en sistema agroforestal en el Ecoparque el Espino, localizado en el volcán de San Salvador, en el distrito de La Libertad Sur. La investigación contempla dos aristas: (1) estimación del porcentaje de lluvia interceptada por el follaje de los árboles y, (2) determinación de la relación entre la intercepción y la intensidad de lluvia.

Con esta investigación esperamos brindar datos de la intercepción en bosques característicos de zonas de recarga del volcán de San Salvador, para que pueda utilizarse en estimaciones

de balance hídrico y otros estudios que lo requieran. Asimismo, se espera brindar un aporte metodológico para estimar la intercepción en otras condiciones de cobertura vegetal y clima en El Salvador contribuyendo de esta forma a una gestión más sostenible del recurso hídrico salvadoreño.

Objetivos del trabajo de tesis

General

- Determinar la intercepción de la lluvia en el follaje de bosques de café cultivado en un sistema agroforestal localizado en el Ecoparque El Espino, volcán de San Salvador.

Específicos

- Desarrollar una instrumentación que permita determinar la lluvia interceptada por el follaje en entornos boscosos típicos de El Salvador.
- Medir periódicamente en dos parcelas instrumentadas, durante al menos dos meses de la época lluviosa, la lluvia interceptada por el follaje en bosques de café cultivado en un sistema agroforestal.
- Determinar una ecuación que describa el comportamiento de la intercepción de la lluvia en el follaje de bosques de café cultivados en un sistema agroforestal en función de la intensidad de lluvia de la zona.

Actividades desarrolladas

A la fecha se ha completado el trabajo de campo y se trabaja en el análisis de los datos colectados.

El trabajo de campo comprendió una serie de actividades entre las que se destacan:

- Delimitación de dos áreas de estudio, cada una de 2500 m²
- Instrumentación de 38 puntos de monitoreo de lluvia no interceptada los cuales fueron instalados aleatoriamente en dos parcelas de 2500 m² (cada una se instrumentó con 19 puntos) (Ver Anexo 2).
- Instrumentación de un punto de medición de precipitación instantánea no interceptada. La instrumentación consistió en la instalación de un Data logger en un pozo artificial que colectó la precipitación (equipo donado por FUNDASAL). (Ver Anexo 2).

- El sitio del proyecto fue visitado entre una y dos veces por semana para tomar las mediciones, revisar o ajustar la instrumentación y preparar el arreglo para la semana siguiente. En total el sitio fue monitoreado durante 16 semanas consecutivas.
- Adicionalmente se midió una serie de parámetros relacionados con la interceptación, entre estos el porcentaje de sombra arbórea con un densiometro esférico, y se levantó un muestreo forestal alrededor de cada punto de muestreo, donde se midió la altura de árboles y arbustos, diámetro a la altura de pecho de cada uno de los árboles, así mismo se cuantifico la cantidad de árboles y arbustos alrededor de cada punto de investigación en un radio de 5 metros (Ver Anexo 2).
- Se instalaron dos pluviómetros para medir la precipitación total, estos fueron donados por FUNDASAL (Ver Anexo 2).

Adicionalmente, por las características del proyecto, se ha requerido coordinar con actores locales para su correspondiente apoyo en el acceso al sitio y la medición de datos. Adicionalmente se ha gestionado información climática para completar la información a ser analizadas.

Coordinación con actores locales.

En este proceso, se coordinó con los siguientes actores:

- Presidenta de la cooperativa de la finca ecoparque El Espino
- Secretaria de la cooperativa de la finca ecoparque El Espino
- Encargado de la vigilancia del ecoparque El Espino

Con ellos se realizó una reunión para explicarles a cerca de la metodología de la investigación, así mismo se gestionó el permiso para ingresar y hacer uso de las parcelas que se utilizaron para medir la interceptación de la lluvia. Como parte del proyecto se instaló un pluviómetro y se capacitó a los custodios del parque para su registro diario.

También se gestionó con el MARN a través de la UES, información para completar el desarrollo de la investigación, lo solicitado fue: Información recolectada de las estaciones telemétricas de las Estaciones Telemétricas: (35) Boquerón y (36) PROCAFE que posee la institución, puntualmente datos Meteorológicos (Época lluviosa correspondiente al año 2023).

- Registros de Precipitación diaria (mm).
- Temperatura del Aire °C correspondiente a los registros de precipitación diaria.

Asimismo, se solicitó el Modelo de Elevación Digital a partir de imágenes LIDAR de la zona. Esta información ya fue proporcionada por el MARN y actualmente está siendo procesada con los datos obtenidos en campo.

Actividades en desarrollo

Los datos colectados permiten la evaluación de una serie de parámetros asociados a la interceptación. Dentro de estos se puede mencionar: la interceptación del follaje, densidad arbórea, porcentaje de sombra e intensidad de lluvia. Para ello se midió la precipitación total, precipitación interceptada, tiempo entre mediciones de lluvia no interceptada, área de la sección analizada, diámetro de embudo, altura de ubicación del embudo, temperatura máxima, mínima y promedio.

En dicho proceso de medición se utilizaron los siguientes equipos y materiales: GPS, estación telemétrica, brújula, computadora, calculadora, cámara fotográfica, medidor de distancia digital de 100 m, sensor de nivel de agua (Data loggers), densiómetro, cinta métrica de 60 m, depósitos plásticos de 5 gal, embudos plásticos de 13 cm, probeta graduada de 1000 ml, manguera transparente de una 1 pulgada, cuerda, costanera, abrazadera plástica y alicate.

Resultados esperados

Con este trabajo de tesis se espera brindar información sobre el comportamiento medio de la interceptación y en función de la intensidad de lluvia teniendo en cuenta el entorno climático y de vegetación característicos del AMSS, los que a su vez son similares para muchas regiones de El Salvador con alta importancia hídrica. La información podrá ser utilizada en estudios de balance hídrico y otros que incluyan la interceptación, que, por falta de datos de país, actualmente es adoptada de tablas. Además, se espera sentar precedente metodológico para la medición de la interceptación en otras condiciones de uso de suelo y clima para generar datos científicos a nivel de país.

ANEXO



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
SECRETARÍA

Posgrado



11 OCT 2023
3:30 pm
Don

Ciudad Universitaria, 11 de septiembre de 2023

Ingeniero
Juan Francisco Alvarado Panameño
Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua
Facultad de Ciencias Agronómicas
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
Presente

Para su conocimiento y efectos legales consiguientes, transcribo a usted el acuerdo de Junta Directiva No. 2988/2021-2023 (VI.9), tomado en sesión Ordinaria No. 33/2021-2023, el 08 de septiembre de 2023, que literalmente dice:

ACUERDO No. 2988/2021-2023 (VI.9)

Analizada la solicitud presentada por el Ing. M.Sc. Juan Francisco Alvarado Panameño, Director de la Escuela de Posgrado y Educación Continua de la Facultad, en la cual pide lo siguiente: a) aprobación del anteproyecto de tesis, titulado: **"Determinación de la interceptación de la lluvia en el follaje de bosques de café cultivado en un sistema agroforestal localizado en el Ecomarque el Espino, volcán de San Salvador"**, el cual fue presentado por el **ING. JUAN CARLOS HERRERA GODINEZ**, carné No. GH94012, estudiante de la Maestría en Ciencias en Gestión Integral del Agua; b) ratificar el acta No. 3/2023 de fecha 17 de agosto de 2023, de la presentación del anteproyecto de tesis y el examen de candidatura, declarando al estudiante Ing. Juan Carlos Herrera Godínez, carné No. GH94012, estudiante de la Maestría en Ciencias en Gestión Integral del Agua; y c) nombrar como Tribunal Evaluador de tesis, a los profesionales siguientes: Dra. Marcia Lizeth Barrera de Calderón, Ing. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero y Ing. M.Sc. Modesto Antonio Juárez Vásquez. Junta Directiva con base a lo establecido en los Arts. 43 y 45, del Reglamento General del Sistema de Estudios de Posgrado; y 35 del Reglamento General de la Ley Orgánica, ambos de la Universidad de El Salvador, por unanimidad de votos de los miembros presentes, SEIS, ACUERDA:

- 1- Ratificar el acta No. 3/2023 de fecha 17 de agosto de 2023, de evaluación y aprobación del examen de candidatura del **JUAN CARLOS HERRERA GODINEZ**, carné No. GH94012, estudiante de la Maestría en Ciencias en Gestión Integral del Agua, y declararlo aprobado como candidato al grado de Maestro en Ciencias en Gestión Integral del Agua.
- 2- Aprobar el tema del Anteproyecto de Tesis, titulado: **"Determinación de la interceptación de la lluvia en el follaje de bosques de café cultivado en un sistema agroforestal localizado en el Ecomarque el Espino, volcán de San Salvador"**, el cual fue presentado por el **ING. JUAN CARLOS HERRERA GODINEZ**, carné No. GH94012, estudiante de la Maestría en Ciencias en Gestión Integral del Agua.
- 3- Nombrar como Miembros del Tribunal Evaluador, a los siguientes Profesionales:

Dra. Marcia Lizeth Barrera de Calderón	Presidenta
Ing. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero	Secretario
Ing. M.Sc. Modesto Antonio Juárez Vásquez	Vocal
- 4- Autorizar el desarrollo del trabajo de investigación por un período de un año, del 08 de septiembre de 2023 al 07 de septiembre de 2024. Todo de acuerdo a la normativa académica del Programa de Postgrado de esta Facultad.

Ciudad Universitaria, Final 25 Av. Norte, Apdo.747 y 773, telefax 2225-1506. Teléfonos: 2225-6903 y 2225-2572

Fig.1



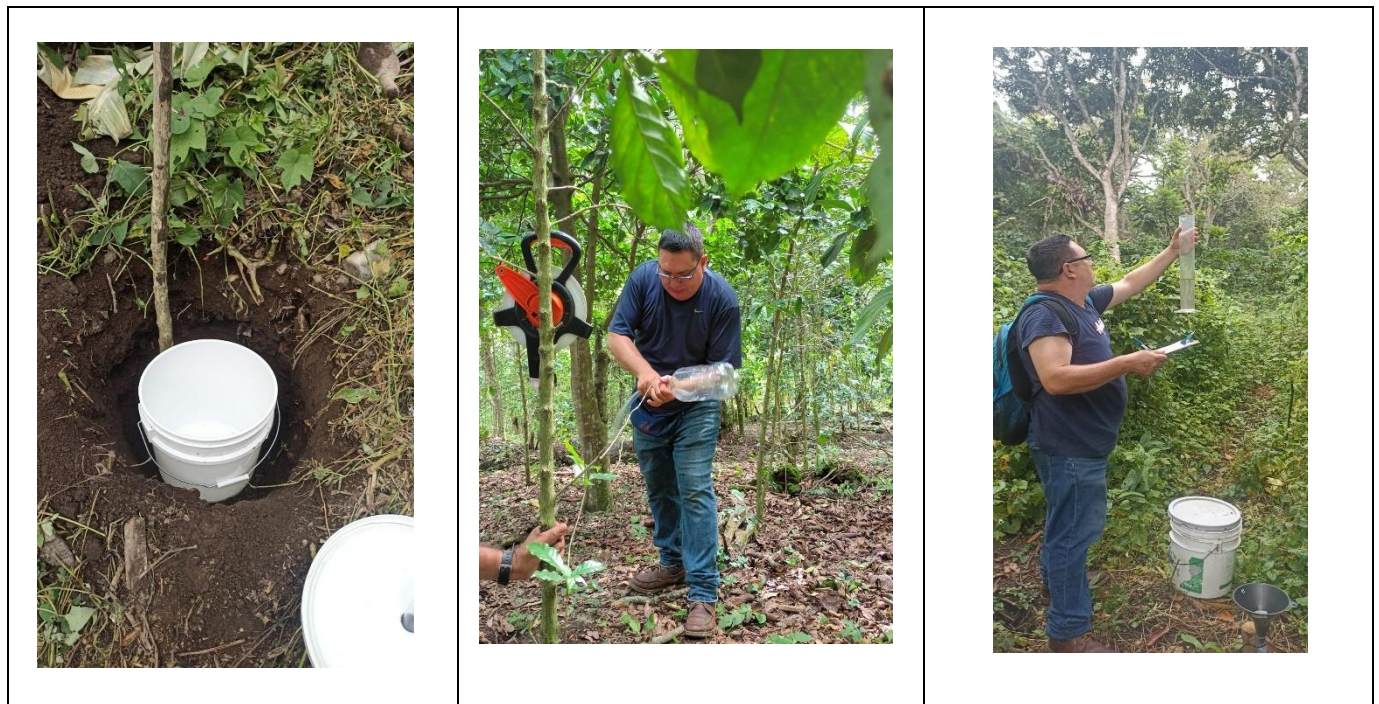
Instalación y programación del sensor data logger



Recolectando los datos de lluvia



Haciendo uso del densímetro esférico y distanciómetro digital, para el cálculo de sombra y distancia entre del radio 5 m de cada punto de muestreo.



Instalando recipientes de 5 gal, para la lluvia total y midiendo la lluvia interceptada