

Costa Rica



www.gwpcentroamerica.org

Contenido

Introducción	2
1. Ubicación y beneficiarios	3
2. Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos específicos	3
3. Resultados y alcances	3
4. Proceso de ejecución	5
5. Dificultades y estrategias de solución	5
6. Metodología de implementación	6
Etapa de promoción	6
Etapa constructiva	6
Etapa productiva	12
7. Continuidad y sostenibilidad:	16
Aportes al desarrollo para el desarrollo local sostenible	17
8. Conclusiones	18
9. Recomendaciones	19
ANEXOS	20
Lista de materiales y costo	20
Programa de fertilización para el plan de producción	21

Introducción

El *“Proyecto de macro túneles para producción de hortalizas bajo riego por goteo para la optimización del uso del agua como respuesta al cambio climático”* fue objeto de análisis y aprobación por parte de GWP Centroamérica, bajo el marco del programa “Agua, clima y desarrollo”.

El Proyecto consiste en la construcción de 18 macro túneles de 108 m² cada uno, asignándose dos macro túneles por productor, que están ubicados en el asentamiento Pipo Ortiz del Instituto de Desarrollo Rural (INDER).

Este asentamiento está conformado por 9 agricultores, que fueron beneficiados con el establecimiento de un sistema de riego por goteo y micro aspersión por parte de SENARA, en un área promedio de 4000 m² en cada caso, en donde se dedican a la siembra de productos hortícolas propios de la zona, como lo son: zucchini, culantro, remolacha, rábano, zanahoria, apio, mini vegetales, papa y algunos que están incursionando en chile dulce.

La utilización del riego, con el complemento de los macro túneles, constituye una alternativa muy promisoriosa y ventajosa para el pequeño productor, pues en un área pequeña puede satisfacer sus necesidades alimentarias de hortalizas y comercializar el resto, o dedicar toda la producción a la venta, con la ventaja de que esta es continua durante el año.

El Proyecto surgió como una iniciativa del SENARA, en respuesta a la convocatoria de GWP Centroamérica para la presentación de propuestas de proyectos piloto en Costa Rica, que apuntaran a la generación de resiliencia ante el cambio climático, siendo uno de los efectos más importantes la disminución en la disponibilidad de agua en diferentes regiones del planeta. El macro túnel permite utilizar volúmenes bajos de agua con sistemas de riego localizado, un máximo aprovechamiento de la tierra y un uso racional de los agroquímicos, que disminuye significativamente el efecto contaminante.

En respuesta a la convocatoria antes mencionada, el SENARA elaboró la propuesta del Proyecto de macro túneles y lo presentó a la GWP, que lo analizó y seleccionó para su implementación en Costa Rica.

El proyecto Pipo Ortiz es un asentamiento del INDER en el que se estableció un sistema de riego por goteo y micro aspersión en el año 2014, de manera que está en una fase inicial de adaptación y manejo. Está conformado por un grupo de agricultores que manejan la tierra en forma intensiva en áreas muy pequeñas de 4000 m² y bastante planas, lo que favoreció su escogencia para establecer el proyecto de macro túneles.

1. Ubicación y beneficiarios

El proyecto Pipo Ortiz se localiza en la provincia de Cartago, cantón de Oreamuno, distrito Pacayas, en el poblado de Paso Ancho, de la escuela Ramón Aguilar Facio, un kilómetro al sur.

El Proyecto incluye a 9 beneficiarios conformados por hombres que mantienen a sus familias con los ingresos provenientes de su actividad agrícola. Son pequeños productores que cultivan intensivamente durante todo el año sus parcelas de 4000 m².

2. Objetivos

Objetivo General

Potencializar el uso eficiente del riego en las áreas productivas del asentamiento Pipo Ortiz por medio del uso de macro túneles, como medida de adaptación al cambio climático que permita la mejora sostenida en las condiciones socioeconómicas de las familias beneficiadas.

Objetivos específicos

- a. Optimizar el uso del riego por goteo
- b. Determinar el requerimiento hídrico de las hortalizas
- c. Evaluar las variables climáticas prevalentes en los macro túneles.
- d. Incorporar el uso del fertiriego.
- e. Evaluar el rendimiento obtenido y sus beneficios.
- f. Incorporar el concepto de cosecha de agua

3. Resultados y alcances

Es importante mencionar que los resultados que aquí se describen son parte de un trabajo actualmente en progreso, por lo que no son aún concluyentes. Se espera alcanzar resultados más representativos en un lapso de 6 – 12 meses, para estudiar a profundidad y con una mayor base de estudio la consistencia de los datos según las diferentes variables involucradas.

La incorporación de los macro túneles permitirá a los productores aumentar la producción y productividad al lograr una mayor rentabilidad del área, pudiendo producir en forma permanente durante todo el año con rotación de cultivos, buenas prácticas de manejo agrícola y aplicando el agua en cantidades óptimas, lo cual se traduce en mejorar sus ingresos y las condiciones sociales de las familias.

Seguidamente se hará un análisis de los alcances en función de los objetivos trazados en la propuesta original.

- Demostrar el manejo del riego por goteo en macro túneles en el cultivo de hortalizas, aplicando controles de humedad y obtención de variables climáticas que pueden afectar el desarrollo del cultivo y la evolución de las necesidades de agua.

- Los macro túneles se instalaron en un sector del asentamiento que ya tenía incorporado el sistema de riego por goteo, sin embargo, debido a ajustes que se deben realizar en la operación del sistema de riego, el método utilizado en esta primera fase fue el de micro aspersión, que también es un sistema de riego localizado. Todavía no se está incorporando el control de humedad con tensiómetros, pero se pretende hacerlo en el transcurso de este proceso de adopción, pues es la primera vez que los agricultores van a manejar el sistema de goteo. En cuanto a la obtención de las variables climáticas, se va a buscar una forma efectiva para obtenerlas, pues el higrómetro que se instaló en un macro túnel desapareció; esta información es de suma importancia, pues es la base para determinar las necesidades hídricas en el macro túnel.
- Demostrar la eficacia y eficiencia de estos proyectos en la adaptación al cambio climático.
- El uso de macro túneles se vislumbra como un elemento a considerar en la adaptación al cambio climático, pues ya se notan diferencias en el desarrollo de los cultivos comparado con los que se producen fuera de los mismos. Con la evaluación continua que SENARA va a proporcionar se va a obtener información valiosa en cuanto a consumo de agua, desarrollo de los cultivos y uso racional de insumos.
- Obtener variables climáticas por medio de instrumentos de medición que van a servir de referencia para el manejo de macro túneles en condiciones similares.
- Las variables climáticas importantes que se deben tomar en los macro túneles son la temperatura (máxima y mínima) y la humedad relativa, por medio de un higrómetro que se instala dentro de uno de ellos; desgraciadamente no duró mucho tiempo y alguien lo tomó. Se están analizando las alternativas para solucionar este problema, pues su evaluación es fundamental.
- Obtener información sobre criterios de manejo del fertiriego, que implica un uso racional de los fertilizantes junto con el agua de riego, lo cual permite una mayor eficiencia y productividad a menor costo.
- En cada parcela se instaló un sistema de fertiriego consistente en un inyector Venturi, que se va a utilizar para aplicar programas de fertilización en los macro túneles, según el cultivo y su etapa de desarrollo. El sistema funciona con un diferencial de presión en la entrada y la salida, para que se proceda a la succión de la mezcla fertilizante. Se elaboró el plan de fertilización para cada caso, pero debido a los problemas de operación en esta etapa inicial, no se ha consolidado el proceso. Este sistema es muy eficiente pues se aprovechan al máximo las sales fertilizantes.

- Transferir la experiencia generada en este proyecto a otras zonas similares, pues implica un uso racional y eficiente del agua y el suelo.
 - Se van a realizar días de campo o demostrativos con agricultores que manejan o están interesados en esta tecnología, durante los próximos meses.
- Realizar capacitaciones con el fin de retroalimentar los datos y actividades obtenidas durante el proyecto como posterior al mismo, por medio de charlas informativas, hojas divulgativas y días de campo.
- Se han realizado charlas sobre el manejo del fertiriego y el manejo del agua directamente en el campo. Se elaboró una hoja divulgativa y se está organizando un día de campo.

4. Proceso de ejecución

Cuando al SENARA se le comunicó oficialmente de la adjudicación de los fondos, se programó una reunión con los beneficiarios para explicarles los detalles del Proyecto y el objetivo de lograr implementar una alternativa que les permitiera hacerle frente a los efectos del cambio climático. Los agricultores reiteraron su interés y complacencia, estando anuentes a colaborar y participar efectivamente en todo el proceso.

Inicialmente el Proyecto consideraba el uso de madera como base para el macro túnel, pero ellos manifestaron que preferían que se usara HG, y que si resultaba más caro, que se considerara entonces una estructura por agricultor, y no 2 como originalmente se había planteado.

Se hicieron los cálculos y se observó que la diferencia no era tan significativa, y que se podía cubrir con los fondos, siempre que ellos realizaran algunos trabajos en el proceso constructivo, por lo que se decidió construirlos en dicho material.

Se dio la orden de inicio de la construcción el 11 de agosto de 2014 y las obras se finalizaron el 29 de noviembre de 2014. Cada agricultor inició la fase de preparación de suelos, que por el tipo de estructura solamente se puede hacer en forma manual, con tracción animal o con un aparato denominado mono cultor. En este caso 7 agricultores prepararon con pico y pala y 2 con tracción animal.

5. Dificultades y estrategias de solución

En el proceso constructivo se puede afirmar que no se encontraron dificultades en su implementación, siempre los agricultores estaban atentos a las necesidades del contratista, según la cuadrilla que estaba asignada de acuerdo a una distribución realizada. Hubo algunos atrasos según la programación, debido a las condiciones climáticas (lluvia y viento fuerte) que afectaron el normal desarrollo de las obras, pero que al final no significó atrasos importantes.

6. Metodología de implementación

La implementación del Proyecto se dividió en 3 etapas:

Etapa de promoción

1. **Actividad 1:** Capacitación : cursillos, charlas y boletines

Después de que GWP informó sobre la aprobación de los fondos para desarrollar el Proyecto, se procedió a analizar el documento aprobado para establecer un plan de trabajo. Se revisaron el presupuesto y las actividades a realizar; el presupuesto original se había realizado con material de madera y se cambió a HG (Hierro galvanizado) a solicitud de los productores, se realizaron los cálculos de nuevo y la diferencia no fue significativa; luego se presentó el Proyecto definitivo a los agricultores, lo aprobaron y quedaron satisfechos.

Se programó una visita a la zona de Tucurrique del cantón Jiménez, para que los beneficiarios observaran el funcionamiento de otros macro túneles, analizaran con los productores la experiencia y evaluaran sus ventajas y desventajas. Después de la visita, los agricultores quedaron informados y más entusiasmados con su Proyecto.

Además, se ofreció una charla en el asentamiento sobre las ventajas de los macro túneles, explicando con detalle las especificaciones constructivas y la adaptación al sistema de riego existente. No se usó material específico, aunque se les demostró en un plano los detalles constructivos.

Etapa constructiva

Actividad 2: Construcción: compra de materiales, instalación del sistema de riego y manejo del sistema

Se elaboró un diseño de la estructura y se solicitaron cotizaciones a diferentes empresas y constructores, tanto de los materiales como del levantamiento de las estructuras. Se escogieron las más ventajosas y se procedió a efectuar los trámites de compra, transporte y la mano de obra.

Durante la etapa constructiva se hicieron 2 reuniones en el campo con los agricultores para coordinar las labores de las cuadrillas de 3 personas cada una, que se conformaron para apoyar al maestro de obras, además de la relación constante que se tenía con los productores y el contratista.

El macro túnel consiste en una estructura de Hierro Galvanizado (HG), de 6 m de ancho, 18 m de longitud y 3 m de altura, con cobertura de plástico en el techo, no así en las paredes, con separaciones verticales cada 6 m. Normalmente se construye sin monitor, pues al tener las paredes sin malla, el viento circula libremente.

La estructura contempla 4 postes verticales de HG de 50 mm, insertados en una base chorreada que tiene una pieza de 75 mm y sujetos con tornillos de carrocería; en sus extremos la estructura se sujeta al suelo por medio de una tensora y un cable tensor de 3/8".

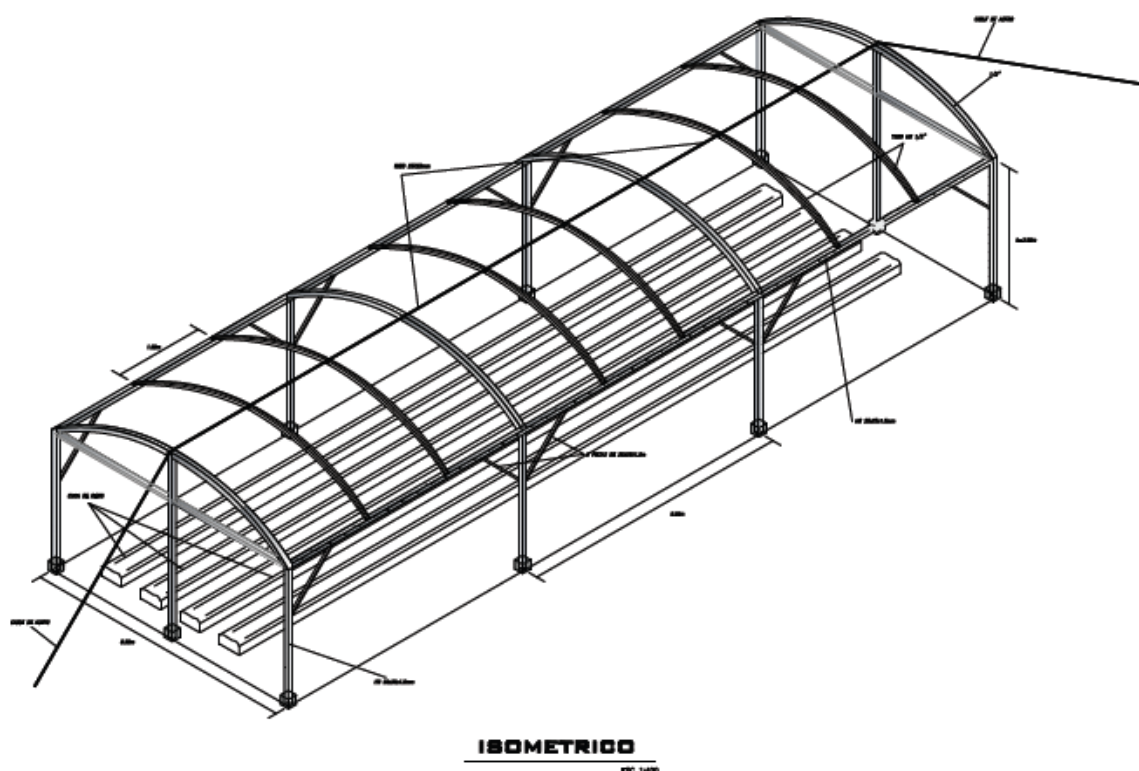
Macro túneles para optimizar la producción de hortalizas y el uso del agua

Los arcos están hechos de tubos de HG de $\frac{1}{2}$ ", colocados a 1.5 m entre sí, soldados a postes horizontales; toda la estructura está unida por medio de soldadura.

El riego se realiza por medio de goteo, aprovechando el sistema instalado, colocando una cinta en cada hilera o lomillo, o 2 cintas cuando se hacen eras; en el sistema de riego a nivel de bocatoma en la parcela, se instaló un filtro de anillos y un inyector Venturi para la aplicación de *fertiriego*.

La cubierta es de polietileno con aditivos especiales para dar una duración de 2 años expuesta permanentemente a la intemperie, además de que puede dar características muy especiales como: termicidad, difusión solar, anti goteo, anti polvo, antiviral y sombra adecuada para el mejor desarrollo de los cultivos.

Se terminaron las estructuras de todos los macro túneles, hechas con HG, con bases de 75 mm cada 6 m, chorreadas en concreto a 50 cm de profundidad, en las que se insertaron postes de 50 mm de 2,5 m de longitud; en ambos extremos los postes fueron de 3 m y se reforzaron con cables tensores. Los postes se unieron con piezas de 50 mm en todo en todo el anillo periférico. Se colocaron arcos de HG de $\frac{1}{2}$ ", cada 2 m, en los que se colocó el plástico, sostenido con piezas de madera de 1" x 2".



El proyecto contempló desde sus inicios, que los productores participaran en el proceso productivo, por lo que solamente se consideró la contratación de un maestro de obras que dirigiera la construcción y realizara la soldadura.

El manejo del sistema se refiere a la operación propiamente, consistente en la aplicación del riego, que se debe realizar diariamente, y del fertiriego, que se recomienda hacerlo en forma semanal, pues se deben medir en un frasco de 250 o 500 cc, las cantidades a aplicar de cada sal fertilizante, hacer la mezcla y proceder a la manipulación de las válvulas en el venturi para que se produzca la succión y se distribuya en el sistema de riego.

La construcción se planificó con los siguientes pasos:

- i. Ubicación del sitio: se visitó cada parcela y se realizó un recorrido observando las condiciones topográficas, pero principalmente la red de riego por goteo, pues los macro túneles debían estar en esos sitios. Se analizó con el productor si prefería que estuvieran juntos o en una sola línea, para lo cual, también se tomó en cuenta la longitud de las líneas de goteo. En definitiva, fue el agricultor el que decidió sobre la ubicación de los macro túneles en su parcela.
- ii. Marcaje y alineamiento en campo: ya definido el sitio, se inició el proceso de marcaje con estacas y cuerda, de manera que cada estructura quedara bien alineada con respecto a los linderos, así como ubicar los sitios donde se iba a colocar la postería.



- iii. Hoyada: se procedió a excavar hoyos de 50 cm de profundidad y 30 cm de diámetro, cada 6 m y en la parte central del macro túnel.



- iv. Colocación y chorrea de bases: en cada hoyo se enterró una base de poste de 75 mm con varilla nº 3 soldada en forma de X y luego se niveló y chorreó con concreto hasta quedar bien fija.
- v. Colocación y alineamiento de postes verticales: En cada base se insertó un poste de 50 mm de 2,5 m de altura a los lados y de 3 m en el centro del macro túnel. Dichos postes se atornillaron al poste base y el espacio entre ambos se rellenó con cemento y arena. Cada poste se niveló y alineó con los siguientes hasta formar una línea definida.



- vi. Colocación, alineamiento y soldadura de postes horizontales: Se colocaron y alinearon los postes horizontales, y se soldaron a los verticales, formando una estructura sólida y firme.



- vii. Colocación, alineamiento y soldadura de arcos: cada 2 m se coloca un arco de HG de ½"; para ello se utiliza un tubo recto que es doblado en una estructura especial para darle la curvatura adecuada. Cada arco es soldado a los postes horizontales y todos son unidos en la parte central por un tubo de 25 mm.



- viii. Colocación, tensada y sujeción del plástico con madera: el plástico se distribuye por los arcos partiendo de uno de los lados y se va arrastrando hasta cubrir todo el techo, se va tensando a mano o con un teclé y se prensa a los postes horizontales con tablilla de 1 x 2".



- ix. Colocación del cable tensor: los postes centrales de 3 m son sujetados por medio de un cable tensor de $\frac{1}{2}$ " que se acoplan a una prensa tensora, para dar más rigidez al macro túnel.
- x. Adecuación del sistema de goteo: a partir de las previstas del sistema de goteo, se instalan té y codos en donde se acopla la manguera de polietileno del sistema de riego, que se ajustan en los extremos con estacas de madera.



- xi. Instalación en la bocatoma de la parcela el sistema de inyección con venturi y filtros: inmediatamente después de la bocatoma se hace un hueco para sacar la tubería enterrada del sistema de riego y colocar el inyector Venturi y el filtro de anillos.

La sub actividad 'Manejo del sistema' se encuentra aún en fase de implementación por parte de los beneficiarios del proyecto.



Etapa productiva

Actividad 3: Plan de producción: elaboración de plan de producción y sales fertilizantes

Consiste en el aprovechamiento de las estructuras por medio de la siembra de diferentes productos. A la fecha todos los macro túneles están sembrados según la lista siguiente:

- i. **Chile dulce:** Humberto Méndez Orozco
- ii. **Zanahoria:** Rodolfo Campos Rodríguez
- iii. **Mini vegetales:** Francisco Rojas
- iv. **Zucchini:** Dionisio Ramírez Granados
- v. **Culantro y apio:** Carlos Garita Masis
- vi. **Apio:** Ronald Pérez Ramírez
- vii. **Almácigo de cebolla y zucchini:** Arnoldo Sanabria Poveda
- viii. **Almácigo de cebolla y zucchini:** Mario Hernández Ramírez
- ix. **Zanahoria:** Gerardo Brenes

El plan de producción se elaboró en conjunto con los productores, que de acuerdo a su interés, decidieron los cultivos a sembrar en esta etapa inicial tan importante, pues es la que les va a proporcionar lineamientos de manejo en condiciones desconocidas para ellos.

En función de ese plan de producción, se realizó la adquisición de las semillas y de las sales fertilizantes; además se elaboró el programa de fertilización para cada cultivo, que se adjunta como anexo.

Simultáneamente se realizaron dos demostraciones de la práctica del ferti riego, en donde se les enseñó el proceso a aplicar, desde la medición de la cantidad de sal a aplicar, la mezcla

en el balde, la manipulación de las válvulas, hasta observar la succión de la mezcla durante el tiempo estimado y agotar el contenido del balde.

El fertiriego es una técnica de incorporación de los fertilizantes en el sistema de riego, utilizando sales solubles, en las cantidades adecuadas según la etapa de desarrollo del cultivo y el área productiva; existen diferentes formas de efectuar la aplicación, pero en este caso se utiliza el inyector Venturi, que consiste en un aparato que provoca una succión de sales de un recipiente, cuando se produce una diferencia de presión y un desvío del agua por medio de válvulas que se manipulan manualmente. Es el sistema más económico y fácil de operar a nivel de pequeño productor.

En esta etapa productiva se obtuvo la primera cosecha de culantro en la parcela del Sr. Carlos Garita, en donde se observó que dentro del macro túnel se obtuvieron 80 rollos por m^2 y fuera del túnel 40 rollos por m^2 ; asimismo la altura de la planta dentro del macro túnel fue de 43 centímetros y afuera de 33 centímetros.

Se está a la espera de que otros agricultores cosechen para valorar los rendimientos.



En relación a los costos de de producción el valor monetario de producir culantro en $1 m^2$ en el macrotúnel fue de $\text{¢}235,83$ y el costo de cada rollo listo para su venta, ascendió a la suma de $\text{¢}2,94$.

En lo que respecta a la información fuera del macrotúnel se obtuvieron los siguientes datos:

Rendimiento obtenido: 40 rollos por m²

Costo por m²: ¢ 211,14

Costo de producir un rollo: ¢ 5,27

Ciclo productivo: 60 días

Altura de la planta al cosechar: 33 cm

Beneficio bruto/m²: ¢ 1.000

Beneficio neto/m²: ¢ 789

Es importante indicar que el costo de producir culantro por m² dentro del macro túnel, es ¢ 24,69 más oneroso en relación a los costos obtenidos fuera del macro túnel, debido principalmente al costo que implica regar las plantas, mientras que fuera de esta infraestructura no se debió utilizar por las condiciones lluviosas que han imperado en los últimos cuatro meses.

Conforme se vayan cosechando otros cultivos, se registrarán los resultados que se obtengan.



Actividad 4: Seguimiento y evaluación.

Actualmente se está desarrollando la actividad relativa a seguimiento y evaluación, consistente en la toma de datos agronómicos de los cultivos,

Para la aplicación de la fertiirrigación se tuvo el inconveniente que para funcionar el sistema de riego del proyecto que es con bombeo era necesario que estuvieran regando el menos 5 productores. Esto imposibilitó el funcionamiento del sistema de fertiriego. Para solventar esta situación y que cada productor pueda utilizar de forma independiente este sistema se instalará una válvula que permita el retorno del agua al tanque de almacenamiento.

Con ese propósito se elaboró un formato de seguimiento que contempla las variables agronómicas y de riego.

Variables agronómicas

Etapa	Fecha	Duración días	Longitud tallo (cm)	Nº flores / planta	Nº frutos /planta	Peso prom. fruto
Trasplante						
Establecimiento						
Crecimiento vegetativo						
Floración (25 %)						
Nº flores/planta						
Fructificación (25 %)						
Desarrollo fruto						
Nº frutos por planta						
Madurez						
Peso fruto						

Variables de riego

Cauda/gotero	l/h
Uso consuntivo	mm
Lámina aplicada	mm
Tiempo de riego	h
Coeficiente uniformidad	%

Actividad 5: Días de campo

Se está organizando un día de campo para el mes de marzo, en donde se va a invitar a representantes de instituciones del sector agropecuario, a agricultores de proyectos de riego vecinos y agricultores privados. En dicha actividad se va a transferir la información recopilada hasta ahora y a explicar con detalle los parámetros de manejo de riego y fertiriego.

7. Continuidad y sostenibilidad:

El proyecto constituye una gran oportunidad para contemplarlo dentro de los proyectos de riego que promueve SENARA, para mejorar las condiciones de producción a nivel parcelario y sobre todo, adoptarlo como una referencia para un uso racional del agua y el suelo.

Desde este punto de vista es sumamente importante que a partir del primer año de producción, se aplique un seguimiento al proyecto que implique la toma de una serie de variables de producción y manejo, que van a ser susceptibles de extrapolar a otros proyectos a nivel nacional e internacional.

Los resultados que se obtengan del seguimiento van a servir de referencia para afinar las variables de manejo del agua, aspecto de vital importancia en los proyectos de riego, como opción para adaptarse a los efectos que pueda provocar el cambio climático.

Es importante indicar que los agricultores deben identificarse muy bien con el proyecto para que puedan seguir transmitiendo las ventajas de producir en macro túneles, participando en diferentes actividades de transferencia y siendo voceros de este proceso productivo. El proyecto ha trascendido en la comunidad nacional y hay interés de grupos de técnicos y productores para visitarlo, así como de universidades con la participación de estudiantes de carreras agronómicas, que ahora están incorporando el riego y fertiriego en la carga académica.

Este tipo de proyecto puede llegar a ser sostenible en la medida que los agricultores pongan en práctica los conocimientos adquiridos y continúen produciendo con un uso racional del suelo, el agua y los agroquímicos.

Aportes al desarrollo para el desarrollo local sostenible

El proyecto de macro túneles está muy asociado a la GIRH, debido a que su orientación fundamental es el uso racional del recurso hídrico, aprovechando las ventajas de producir en condiciones protegidas.

Lo anterior provoca un mejor aprovechamiento del agua, pues con menos se va a producir más y de las sales fertilizantes, debido a que las pérdidas por lixiviación van a ser mínimas, pues se aplican en la medida que los cultivos las van necesitando, y que las variables climáticas de temperatura y humedad relativa favorece ampliamente la productividad, ya que los cultivos se van a mantener en condiciones óptimas para llegar a su máximo potencial productivo.

El cambio climático implica una modificación de la temperatura y de la disponibilidad de agua por la errática distribución de la precipitación, que afecta directamente el desarrollo y potencial productivo de los cultivos. En la medida en que se determinen en forma efectiva las necesidades hídricas y se utilice el agua en forma racional, será posible generar una resiliencia hacia los efectos adversos del cambio climático. Esto se puede lograr con los macro túneles pues las variables climáticas van a ser más favorables para el desarrollo de los cultivos, al aprovecharse en forma óptima el agua disponible en la época seca y por la protección ante la lluvia excesiva en la época de invierno.

La utilización de macrotuneles permite mayores rendimientos en la producción con una utilización menor de insumos y de agua en relación a los cultivos tradicionales. El consumo de agua en riego se ve considerablemente reducido. De esta forma, los macrotuneles contribuyen al desarrollo óptimo de los cultivos, lo que permite una mejora en los rendimientos, al optimizar el uso de los recursos.

Si bien es cierto la inversión inicial es más alta, en comparación con el establecimiento de tradicional de cultivos, los costos del avío de producción son más bajo por unidad de producción, aunado a un mayor ingreso por el incremento de la productividad y a la calidad del producto, lo que conlleva mejores precios en el mercado. A su vez permite el uso de mano de obra no calificada. Con base en los resultados preliminares; se prevé que los ahorros a un plazo más largo permitirán justificar la inversión en la estructura de los macrotuneles como medida que permitirá a los beneficiarios de este proyecto poder reducir la vulnerabilidad de su sistema de producción a los efectos del cambio climático.

8. Conclusiones

- a. El macro túnel es una estructura pequeña, de bajo costo, fácil construcción y muy versátil que permite a los pequeños agricultores su utilización.
- b. El macro túnel preferiblemente debe tener riego por goteo o micro aspersión que le permita hacer un uso eficiente y controlado del agua.
- c. La fertilización se debe aplicar utilizando fertiriego, que garantiza una mejor aplicación, menor cantidad y optimización de los efectos, además de una reducción en los costos de producción.
- d. Los cultivos en esas condiciones pueden desarrollar todo su potencial de producción logrando una mayor productividad y calidad, facilitando su colocación en el mercado.
- e. La rentabilidad obtenida hasta la fecha en el caso del culantro es alta, sin embargo, se debe convalidar los datos con el seguimiento de al menos otros dos ciclos productivos.
- f. El ciclo productivo del culantro hasta llegar a la cosecha se reduce utilizando el macro túnel, lo que implica menores costos de producción, menor utilización de agua y optimización en el uso del suelo.
- g. Los costos productivos específicamente las labores agrícolas, son menores utilizando el macro túnel.
- h. Mayor crecimiento de la planta en menor tiempo, lo que implica mayores rendimientos y mayores ingresos.
- i. Adecuado control de malezas, plagas y enfermedades al encontrarse las plantas en un ambiente protegido.
- j. Mejor calidad de los productos hortícolas cosechados, con lo cual, se obtienen mejores precios de comercialización.
- k. Mayores rendimientos y mejores precios, conlleva a mayores ingresos y mejora de la condición socioeconómica de las familias.

9. Recomendaciones

- a. Se debe promover el uso de los macro túneles como una opción de producción al pequeño productor de riego.
- b. El uso del riego debe ser obligatorio, preferiblemente goteo para garantizar el uso óptimo del agua.
- c. El fertiriego se debe aplicar según un plan de fertilización adecuado para cada cultivo.
- d. Deben utilizarse cultivos que se puedan adaptar a las condiciones de un macro túnel.
- e. Se debe dar seguimiento a los cultivos que se siembren para sustentar los datos que se están obteniendo.
- f. Confeccionar un manual que sirva de consulta para proyectos futuros similares.

ANEXOS

Lista de materiales y costo

A continuación se detallan los materiales y costos para la construcción de los macro túneles.

Concepto	Por agricultor		
	Cantidad	Costo unitario ¢	Costo total ¢
Plástico UV 7 mil. 20 m x 6 m.	20	2000	40000
Tubo galvanizado 25 x 25 x 1,5 x 6 m	17	6310	107270
Soldadura Hilco	5	4045	20225
Tubo galvanizado HG 50 x 50 x 1.5	14	10310	144340
Tubo galvanizado sin rosca ½"	26	4859	126334
Tornillos galv. Techo p.broca 50 mm	250	48	12000
Tubo perling 6-8"	3	14957	44871
Varilla corrugada Nº 3 6 m	3	1645	4935
varilla lisa Nº 2	2	660	1320
Cable de acero de ¼ " c/forro	20	410	8200
Piedra m ³	1	13577	13577
Arena m ³	0,5	11781	5891
Sacos cemento	7	5820	40740
Tornillo carrocería	30	45	1350
Arandela plana 1/4	30	7	210
Tubo estructural galvanizado 75 x 75	2	14837	29674
Tornillo hexagonal 5/16	32	143	4576
Arandela plana 5/16	32	13	416
Regla 1 x 2 x 4	35	325	11375
Regla ½ x 1	107	50	5350
Regla ½ x 2	55	190	10450
Tensoras	34	850	28900
Inyectores	9	4500	40500
			702504
Costo por macro túnel			351252

Programa de fertilización para el plan de producción

	Programa de fertilización para Chile			
	Inicio (2 sem)	Desarr (5 sem)	Prod (12 sem)	Mant (4 sem)
		g / semana		
Nitrato amonio	200	100	25	60
MAP	230	25		
MPK	150	125	120	
Nitrato de Ca		150	180	180
Sulfato magne	0	150	200	

	Programa de fertilización para zanahoria			
	Inicio (2 sem)	Desarr (5 sem)	Prod (12 sem)	Mant (4 sem)
		g / semana		
Nitrato amonio	300	150	225	50
MPK	400	300	300	
Nitrato de Ca		150	180	180
Sulfato magne	0	160	200	
Total / sem	540	550	500	200

	Programa de fertilización para zucchini		
	Inicio (2 sem)	Florac (3 sem)	Prod (3 sem)
		g / semana	
Nitrato amonio	130	0	0
PMK	425	300	250
Nitrato de Ca	150	225	120
Sulfato magne	0	70	50
Total / sem	695	349	282

	Programa de fertilización para culantro		
	Crecimiento (2 sem)	Desarr (4 sem)	Prod (2 sem)
		g / semana	
Nitrato amonio	140	200	50
MPK	250	250	280
Nitrato de Ca		90	180
Sulfato magne	0	100	200
Total / sem	270	430	830

www.gwpcentroamerica.org

www.facebook.com/gwpcam

gwpcam.wordpress.com

Con el propósito de contribuir al logro de la seguridad hídrica que permita el desarrollo económico sostenible de la región, GWP Centroamérica gestiona el Programa Agua Clima y Desarrollo (PACyD), como parte de una iniciativa impulsada por GWP a nivel regional.

GWP Centroamérica es una red internacional de organizaciones involucradas en la gestión del agua. Nuestra visión es la de un mundo con seguridad hídrica y nuestra misión es promover la gobernabilidad y gestión de los recursos hídricos para un desarrollo sostenible y equitativo.

E gwpcam@gwpcentroamerica.org

T (504) 2232-0052 • (504) 2239-0588

D Apdo Postal 4252. Tegucigalpa, Honduras