

UNIVERSIDAD DE LA HABANA
FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES (FLACSO)

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RIEGO Y DRENAJE

**MODIFICACION DE LA TECNICA DE RIEGO LOCALIZADO
POR MICROJET EN UN AREA DE LA UBPC "ORGANOPÓNICO
VIVERO ALAMAR" Y SU REPERCUSION EN LOS
RESULTADOS ECONOMICOS.**



*Tesis presentada en opción al título de Master en Gestión y Desarrollo de
Cooperativas.*

Autor: Ing. Esequiel Rolando Jiménez Espinosa.

Ciudad de la Habana

2008

AGRADECIMIENTOS

- ✍ A mis padres por el apoyo espiritual brindado.*
- ✍ Al Dr. Ricardo Pérez Hernández, por la revisión de este documento y sus consejos respecto al mismo.*
- ✍ A la Dra. Carmen Duarte, por la confianza y el optimismo que depositó en mí.*
- ✍ A la Dra. Teresa López y a la Msc. Felicita González, por su apoyo en algunos aspectos de la tesis.*
- ✍ Al Dr. Miguel Domínguez y al Msc. Reinaldo Cun, por brindarme información y documentos para este trabajo.*
- ✍ A la Msc. Yioma Chaterlan, por brindarme los medios de trabajo necesarios para la culminación de la tesis.*
- ✍ Al departamento de Investigaciones, por su apoyo incondicional para la preparación y culminación del curso de maestría.*
- ✍ A todos los profesores que nos transmitieron sus conocimientos en las asignaturas impartidas.*
- ✍ A todos aquellos que, de alguna manera, brindaron su ayuda para el desarrollo de este trabajo.*

RESUMEN

La Agricultura de regadío la aplican muchas cooperativas, ya que influye favorablemente sobre los rendimientos agrícolas, mejorando el estado económico de las mismas, siendo la UBPC “Organopónico Vivero Alamar” una de ellas. En la misma se introdujo el primer Sistema de Riego Localizado por Microjet con la finalidad de aumentar la calidad y eficiencia del riego. Esta técnica se montó de manera empírica bajo ningún criterio de diseño, por lo que el objetivo que nos trazamos fue *“Mejorar la calidad técnica del sistema de riego, mediante su correcto diseño y manejo, para favorecer el incremento de los niveles actuales de producción, su efecto económico e impacto social”*. Se aplicaron encuestas a los 8 regadores de la cooperativa, donde resultó que más del 50% de ellos no conocen sobre el manejo del sistema de riego, por lo que se impone la necesidad de capacitarlos. Luego se realizaron las evaluaciones de campo a 7 sub unidades de riego por la metodología de Merriam y Keller (1978) y se obtuvieron valores bajos de presión y caudal. Sin embargo los coeficientes de uniformidad por caudal y presión fueron satisfactorios con un promedio de 85.5% y 84.9% respectivamente, existiendo buena distribución del agua en cada sub unidad. Integrando todo el sistema, se obtuvo un coeficiente de variación de 0.24 ($C_v > 0.2$), prevaleciendo variabilidad en el campo. Se determinó que se ha estado aplicando la mitad de la dosis de riego que debe aplicarse, ya que el caudal promedio de los emisores del sistema es de 28.22 l/h de 40.65 que deben aplicar. Se realizaron los diseños agronómico e hidráulico por los métodos y procedimientos de Arviza (1996) y Rodrigo et. al. (1997), donde se obtuvieron dimensiones de laterales de diámetro 20 mm, terciarias de 25mm y tubería principal de 50 mm. Así se garantiza el correcto manejo del riego y las dosis establecidas para los cultivos hortícolas. Para el análisis económico se calcularon los indicadores reportados por Pérez y Álvarez (2005) y Núñez (2002). Los resultados arrojaron que con el mejoramiento del sistema de riego, la utilidad neta aumenta en un 28.8 %, y el costo por peso de producción se reduce a 0.45, mientras que la relación costo de riego-costo de producción aumentó de 4.62 a 4.7%, la relación beneficio costo aumentó a 1.18 pesos de utilidad por cada peso de costo total. Estos resultados revelan la viabilidad económica de la modificación del sistema de riego. Los obreros del centro de costo al que pertenece el área de estudio, se beneficiarán con estos resultados, por lo que su estimulación salarial aumentará de 355.65 \$/trab/mes a 422.36 \$/trab/mes. Por tanto, lo anterior repercute en el mejoramiento de la calidad de vida de los mismos.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO 1. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	4
1.1. Generalidades.....	4
1.2. Panorámica del Riego Localizado.....	7
1.3. Técnicas de Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF).....	10
1.3.1. Riego por goteo.....	10
1.3.2. Riego por micro difusión y micro aspersion.....	12
1.4. Obturaciones.....	14
1.4.1. Obturaciones biológicas.....	16
1.4.2. Obturación por Sedimentación.....	16
1.4.3. Obturación química.....	17
1.5. Manejo y explotación de los sistemas de RLAF.....	18
1.5.1. Evaluación de un sistema de riego Localizado por microaspersion.....	19
1.6. Necesidades hídricas de los cultivos.....	19
1.7. Instrumentos de recopilación de información y diagnóstico.....	21
1.7.1. Cuestionarios (Encuestas).....	21
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y METODOS.....	24
2.1. Información general de la cooperativa.....	24
2.2. Investigación Acción Participativa.....	25
2.3. Evaluación del sistema de riego localizado microjet.....	25
2.4. Diseño del sistema de riego localizado microjet.....	25
2.4.1. Diseño Agronómico.....	25
2.4.2. Diseño Hidráulico.....	26
2.5. Análisis estadístico.....	28
2.6. Análisis económico.....	28
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
3.1. Resultados de las encuestas.....	32
3.2. Resultados de las evaluaciones de campo.....	33
3.3. Resultados del diseño agronómico.....	39
3.4. Resultados del diseño hidráulico.....	40
3.5. Análisis económico.....	42
3.5.1. Producción.....	42
3.5.2. Análisis de los indicadores económicos.....	43
3.5.3. Análisis económico con la modificación del sistema de riego.....	44
3.5.4. Beneficios sociales de los resultados obtenidos.....	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
4.1. Conclusiones.....	48
4.2. Recomendaciones.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXO 1.....	55
ANEXO 2.....	56
ANEXO 3.....	57

INTRODUCCION

Según Aidi (2007), presidente de IRRIFRANCE, el agua será el factor más determinante del desarrollo duradero. Cabe notar que la distribución de recursos de agua por persona no es uniforme en todo el mundo. Es por eso que en varios países, alguno de los cuales se encuentra entre los principales productores agrícolas, la búsqueda, el buen uso y el dominio del agua resultan indispensables. El riego moderno posibilita un ahorro de aproximadamente el 55% del consumo de agua por los métodos de riego tradicionales.

Con el riego se pretende maximizar la eficiencia de la aplicación de agua, entendiendo como tal la fracción del agua aplicada que es utilizada para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo y las de lavado. Ello requiere minimizar las pérdidas por evaporación, escorrentía, percolación profunda y otras pérdidas menores, para lo cual se necesita que el sistema esté bien diseñado, manejado y conservado (Montero et. al, 2003).

Las técnicas de evaluación y mejora de los sistemas de riego permiten conocer los parámetros implicados en la aplicación del agua, basándose en ensayos de campo realizados bajo las condiciones normales de trabajo, y determinar los cambios precisos para mejorar el proceso de riego.

Sumpsi et al (1998), plantearon que la eficiencia de un sistema de riego depende fundamentalmente de la tecnología instalada, y se conoce como eficiencia técnica.

La baja eficiencia en la operación de los sistemas de riego constituye uno de los problemas más agudos que afectan a las áreas bajo riego en Cuba (González, 1996), por tal razón, toda metodología o recomendación que tienda a la optimización en el aprovechamiento de los recursos hídricos y energéticos y a la preservación del medio ambiente, adquiere un valor considerable para las zonas bajo regadío.

En el caso específico de cultivos hortícolas, el desarrollo de la tecnología de riego, no sólo se ha sustentado en aspectos de rentabilidad, sino también en criterios técnicos de manejos de cultivos en relación al agua de riego. Existiendo una necesidad de hacer más eficiente la aplicación y aprovechamiento del agua por parte del cultivo y a la vez de disminuir las pérdidas por evaporación desde el suelo.

Según Dotres (1997), cuando se toma la decisión en el año 1993 de fomentar las Unidades Básicas de Producción Agropecuaria (en este caso las UBPC), el sistema productivo estaba muy deprimido.

Las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) surgen en 1993, como resultado de las transformaciones económicas antes mencionadas y constituyen parte de un proceso de descentralización de las formas estatales de producción agropecuaria. (Gema et al, SA).

La Agricultura de regadío la aplican muchas cooperativas siendo la UBPC "Organopónico Vivero Alamar" una de ellas. Indudablemente el riego influye en los rendimientos agrícolas mejorando el estado económico de las cooperativas. La UBPC "Organopónico Vivero Alamar" fue creada a principios de los años 90 donde se regaba de forma manual. No fue hasta el año 1999 (Salcines, 2007), que se introdujo el primer Sistema de Riego Localizado por Microjet con la finalidad de aumentar la calidad y eficiencia del riego. Esta técnica se montó de manera empírica bajo ningún criterio de diseño, y no se le han realizado evaluaciones de campo que permitan conocer la calidad de su funcionamiento y el efecto del agua sobre los niveles de producción obtenidos.

Por tanto se arriba a lo siguiente:

PROBLEMA

La UBPC "Organopónico Vivero Alamar" tiene instalado un sistema de riego localizado microjet con deficiencias hidráulicas que atentan contra la calidad, el manejo del riego, los niveles de producción y una mayor respuesta económica para la UBPC.

HIPÓTESIS

Para las condiciones actuales de la UBPC "Organopónico Vivero Alamar", el correcto diseño hidráulico del sistema de riego localizado microjet, así como la eficiente aplicación de agua de los emisores, permiten mejorar la calidad, el manejo del riego, y los niveles de producción, haciéndolo mas viable técnica, económica y socialmente.

OBJETIVO GENERAL

Mejorar la calidad técnica del sistema de riego localizado por microjet en la UBPC “Organopónico Vivero Alamar”, mediante su correcto diseño y manejo, para favorecer el incremento de los niveles actuales de producción, su efecto económico e impacto social.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Detectar deficiencias del sistema de riego localizado por microjet mediante métodos participativos, observación y mediciones de campo.
2. Determinar las dimensiones óptimas del sistema mediante el diseño hidráulico por la metodología de Rodrigo et. al (1997).
3. Determinar el efecto técnico-económico del nuevo sistema y su impacto en el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores.

CAPÍTULO 1. REVISION BIBLIOGRAFICA.

1.1. Generalidades.

Seguridad alimentaria y problemas de riego.

La seguridad alimentaria es un problema a nivel mundial, ya que el precio de los alimentos ha alcanzado niveles muy altos. Según Porto (2008), representante de la FAO en Cuba, en el 2007 hubo un aumento significativo en el Índice de Precios de los Alimentos con respecto al 2005 y 2006 (ver figura 1).

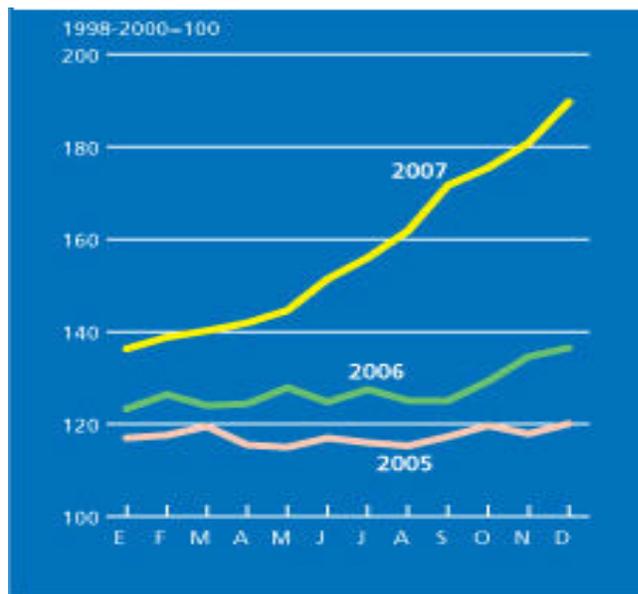


Figura 1. Incremento del Índice de Precios de los alimentos. Años 2005, 2006 y 2007.

Buscando respuesta a estos problemas algunos países, en diferentes reuniones han planteado propuestas para solucionar la crisis.

En el marco de Naciones Unidas y con el fin de hacer frente a la crisis alimentaria mundial en la Conferencia de Alto Nivel organizada por la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Italia propuso la creación de un "banco de alimentos" que actuaría como "prestador internacional de última instancia con la función de contribuir a la estabilización de los precios (Ecodiario, 2008).

Según el mismo diario, Perú pidió a los gobiernos europeos y latinoamericanos reunidos en Lima que acrecienten sus esfuerzos para aumentar un 2% el volumen de alimentos

producidos con el fin de paliar la crisis alimentaria internacional y aseguró que si esta medida se pusiera en marcha se solucionaría el problema actual de la escasez de alimentos provocado, entre otras cosas, por el uso de cereales y otras materias primas para la elaboración de biocombustibles.

Para llevar a cabo las propuestas anteriores se requiere de una agricultura bien organizada, principalmente la de regadío. Sin embargo existen problemas sobre la explotación de los sistemas de riego.

Según Alfaro y Marín (2008), en algunos países de América Latina la superficie de tierras bajo riego ha decrecido, no obstante, cuentan con la infraestructura adecuada. Esto se debe, entre otras causas, a la salinización, encharcamientos, manejo inadecuado de los suelos, bajos rendimientos, ignorancia de los productores y escaso interés. El 35% de las tierras bajo riego en Argentina y Chile sufren problemas de ensalitramiento, mientras que el 30% (250000 ha) en la región costera del Perú padece también de este problema. En Brasil, el 40% de sus tierras bajo riego, se encuentran ensalitradas por riego inadecuado. Los problemas de salinidad inducidos por el hombre y en forma natural en Cuba, cubren cerca de 1.2 millones de hectáreas, siendo las provincias de Guantánamo y de Granma las más afectadas (Alfaro, 1990).

El mismo autor plantea que la modernización de sistemas de riego se considera una respuesta para alcanzar y mantener eficiencias altas en el uso del agua. En países en desarrollo esta modernización reemplaza, a menudo, a los sistemas de riego de trabajo intensivo y bajo consumo de energía, por sistemas más sofisticados y con mayores requerimientos de energía y de capital. En muchos casos, el funcionamiento de tales sistemas es inferior a lo esperado, con resultados desalentadores en términos de conservación de agua y energía y en los rendimientos de los cultivos.

En Cuba ha ocurrido un decrecimiento de las áreas bajo riego por aspersión y máquinas y un ligero y considerable aumento en riego superficial y localizado (tabla 1.1). Respecto al riego localizado este incremento se justifica por el desarrollo a nivel nacional de la agricultura urbana.

Tabla 1.1. Áreas bajo riego por técnicas en miles de hectáreas (mha).

	1990	2005	2005/1990
Superficial	283,7	292,1	103 %
Aspersión	218,1	60,4	28 %
Máquinas	60,8	23,7	39 %
Localizado	13,1	31,5	241 %
Total	575,6	407,7	71 %

Fuente: Balance Nacional de áreas bajo riego 2005.-MINAG (2006)

Medina (1997), explicó que en ausencia de lluvia o mal reparto estacional de la misma, el riego tiene como finalidad suministrar el agua necesaria a los cultivos, de forma tal que no sufran pérdidas de producción, además de producir efectos muy beneficiosos al crear un ambiente favorable para el desarrollo de los cultivos.

Israelsen y Hansen (1975), indicaron, que la irrigación puede definirse como la aplicación de agua al suelo con los siguientes objetivos:

- ✍ Proporcionar humedad necesaria para que los cultivos puedan desarrollarse.
- ✍ Asegurar las cosechas contra sequías de corta duración.
- ✍ Refrigerar el suelo y la atmósfera, para así mejorar las condiciones ambientales para el desarrollo vegetal.
- ✍ Disolver sales contenidas en el suelo.

En el riego tecnificado se distinguen dos tipos de riego. La aspersion es una técnica de riego en donde el agua se aplica en forma de lluvia por medio de dispositivos implementados para agua a alta presión (Fuentes, 1998) y el riego localizado, denominado internacionalmente microirrigación, que es la aplicación del agua al suelo, en una zona más o menos restringida del volumen radicular (bulbo húmedo) (López et al. 1992).

1.2. Panorámica del Riego Localizado.

El riego localizado se utiliza por primera vez en Inglaterra a finales de la década de los 40, y en la década de los 50 en Israel. Comercialmente se desarrolla en la década de los 60, producto de los trabajos realizados por Israel y lo barato de las tuberías plásticas con respecto a las metálicas. (Vermeiren y Jobling, 1986).

Según Fuentes (1998), el riego localizado se caracteriza por:

- ? No moja, en general, la totalidad del suelo, aplicando el agua sobre o bajo su superficie.
- ? Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- ? Aplica el agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión.
- ? Al reducir el volumen de suelo mojado y, por tanto, su capacidad de almacenamiento de agua, se opera con la frecuencia necesaria para mantener un alto contenido de humedad en el suelo.

Esta propuesta tecnológica permite aumentar la eficiencia del uso del agua, mejora su distribución y disminuye los costos de mano de obra (Catálogo de Tecnologías, 2003).

Para su implementación se requiere construir un estanque impermeable, decantador, desarenador y ramales primarios y secundarios entubados en polietileno y enterrados. Además, se deben aprovechar los desniveles para presurizar el sistema sin la necesidad de usar equipos de bombeo. También se deben incluir válvulas reguladoras y cámaras aliviadoras de presión, cabezales de filtrado (1 en cada unidad demostrativa), cintas y emisores (microaspersores y goteros).

La circulación del agua en las tuberías es producto de la diferencia de presión desde el reservorio a la zona de aplicación, generando la suficiente presión para el funcionamiento de los emisores.

Según Vermeiren y Jobling (1986) los sistemas de Riego localizado constituyen un cambio en la forma de aplicar el agua. Esta tecnología garantiza el suministro dirigido hacia las raíces de las plantas de cantidades pequeñas de agua mezclada con fertilizante, utilizando dispositivos específicos denominados dosificadores o goteros.

En la actualidad la industria mundial ha desarrollado gran cantidad de tipos de emisores diferentes, unos más sofisticados que otros pero con un mismo fin, entregar el agua directamente a las raíces del cultivo.

La rápida generalización del Riego Localizado en el mundo se debe a sus grandes ventajas comparado con otras técnicas como son el ahorro de agua y de conservar la aireación del suelo y la factibilidad de aplicación en terrenos no nivelados y de topografía irregular. (Aidarov et al, 1985). Sin embargo es una realidad que la elección de estos sistemas solo se justifican económicamente cuando se aplican a cultivos de alta rentabilidad debido a su alto costo por hectárea (~ 3000 USD/ha).

El autor antes citado, planteó que una peculiaridad de estos sistemas es la forma y dimensiones del área humedecida por un emisor, comúnmente llamado bulbo húmedo que depende de varios factores entre los cuales tenemos (tipo de suelo, estratificación del suelo, caudal del emisor y volumen de agua aplicado por el emisor) la localización de la humedad dentro del mismo, trae consigo, la adaptación de las raíces al régimen de humedad, concentrándose en el bulbo húmedo, que puede contener una densidad de raíces tres o cuatro veces superior a un suelo con riego no localizado.

El aumento que se consigue en la producción debido a la alta frecuencia, según esa teoría, consiste en que al mantenerse constantemente en el suelo una humedad elevada, la absorción de agua por las raíces exige un esfuerzo menor a la planta y la producción se desarrolla en mejores condiciones, aumentando los rendimientos. Los rendimientos de los cultivos no responden al sistema de riego, sino al régimen de humedad, las altas producciones citadas con RLAF se pueden conseguir con un buen manejo de riegos convencionales.

Con respecto a lo planteado por Aidarov et al, 1985, se añade que, los rendimientos de los cultivos tienen realmente, un carácter multifactorial (clima, suelo, agrotecnia, agua y cosecha). El RLAF por su parte, contribuye al incremento de los niveles de producción agrícola, mediante un manejo adecuado del agua y de la fertirrigación, así como, complementando los déficit hídricos de las precipitaciones, de modo en que en la zona de las raíces, la humedad se mantenga muy próxima al límite superior de agua fácilmente utilizable por los cultivos.

Ventajas del Riego Localizado:

- ✍ Ahorra agua, pues minimiza las pérdidas por conducción y aplicación, además en cultivos espaciados no humedece toda el área ocupada por la zona radical.
- ✍ Ahorra energía comparada con la aspersión de carga media y alta.
- ✍ Disminuye la mano de obra necesaria para la explotación de los sistemas; por ser un sistema estacionario, además permite de una forma relativamente fácil la automatización.
- ✍ Permite llevar a cabo las labores de fertilización junto al riego y reduce las hierbas indeseables en las calles.
- ✍ Puede ser utilizado en topografías accidentadas.

Desventajas del Riego Localizado:

- ✍ Requiere que se filtre el agua para evitar tupidones en los emisores.
- ✍ Requiere la presencia de personal calificado para dirigir y controlar la explotación del sistema de forma directa.
- ✍ Algunos de los elementos del sistema pueden ser susceptibles al ataque de roedores.
- ✍ Incremento de los costos de inversión inicial comparado con el sistema de aspersión semi-estacionario.
- ✍ En las etapas de fomento de cultivos como cítricos y plátanos, la uniformidad del riego en los sistemas de micro aspersión es afectada de forma apreciable por la influencia del viento. en los cultivos de porte bajo, debe tenerse presente la influencia de este factor climático durante todo su desarrollo.

1.3. Técnicas de Riego Localizado de Alta Frecuencia (RLAF)

En función del tipo de emisor utilizado y su colocación, se distinguen tres tipos de riego localizado:

- ✍ por goteo.
- ✍ por tuberías emisoras.
- ✍ por micro aspersión y micro difusión.

1.3.1. Riego por goteo.

Es el sistema de riego localizado más popular, el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota, son utilizados normalmente en cultivos con marco de plantación amplio, cultivo en invernadero, y en algunos cultivos en línea (Rodrigo et al, 1997).

El autor anterior planteó que este tipo de riego se diferencia de otros sistemas por la forma en que se realiza el movimiento del agua en el suelo, por el desplazamiento de las sales en el terreno, que no se riega todo el suelo sino solo una parte del mismo y que aplica el agua a una baja tensión de humedad.

En relación a la formación del bulbo de humedecimiento en el riego por goteo, Pizarro (1996) señaló que, a pesar de que los emisores de riego localizado arrojan pequeños caudales, cuando el agua empieza a fluir incide sobre una superficie muy reducida del suelo, provocando un pequeño charco, cuyo radio se va extendiendo a medida que el riego continúa. Cuanto más húmedo va estando el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye; la conductividad hidráulica (K (?)) aumenta al aproximarse a saturación, y el gradiente de potencial (grad ?) disminuye en forma mayor.

A partir del disco de suelo saturado que es el charco, el agua se distribuye por los poros vecinos, cuya humedad es menor.

Según este autor, los factores que afectan la forma del bulbo son:

- ? El tipo de suelo. En los suelos pesados la velocidad de infiltración es menor que en los ligeros, lo que hace que el radio del charco sea mayor. Esta es una primera razón para que el bulbo se extienda más horizontalmente. Pero sobre todo, el mayor porcentaje de micro poros de los suelos pesados hace que las fuerzas mátricas

dominen sobre las gravitacionales en una mayor gama de humedad que en el caso de suelos ligeros, y en consecuencia la redistribución es más intensa en aquellos.

- ? Estratificación. Cuando el frente húmedo alcanza un estrato diferente, éste se comporta inicialmente como una barrera de avance del agua, debido a que este presenta distinta porosidad, lo que afecta el flujo del agua, y en consecuencia al bulbo húmedo.
- ? Caudal del emisor. Con distintos volúmenes aplicados a un mismo suelo, se aprecia que el bulbo se extiende más horizontalmente en los suelos más pesados.
- ? Tiempo de riego. Para un mismo suelo se cumple que:
 - a. Si el caudal se mantiene constante, la extensión superficial del bulbo no varía mucho con el tiempo y algo parecido ocurre con la máxima extensión horizontal subterránea del bulbo. Un tiempo excesivo de riego hace que el agua se pierda por percolación.
 - b. Para un mismo tiempo de riego (o para un mismo volumen de agua), cuanto mayor es el caudal del emisor, mayor es la extensión horizontal del bulbo.

La localización del agua en la proximidad de las plantas se manifiesta, según Fuentes (1998), en que se modifican algunas características de las relaciones suelo-agua-planta, tales como:

- ? Reducción de la evaporación. En términos generales, según el mismo autor, la evapotranspiración en el riego localizado es análoga a la de otros sistemas. Únicamente hay alguna ventaja a favor de riego localizado, que es el verdadero ahorro de agua con relación a otros sistemas de riego, eliminando las pérdidas en las conducciones, las ocasionadas por percolación profunda y escorrentía superficial.
- ? Distribución del sistema radical. Según Pizarro (1996), las raíces se adaptan velozmente al régimen de humedad, concentrándose en el bulbo de humedecimiento, que puede contener una densidad de raíces tres o cuatro veces superior en un suelo con riego no localizado. La mayor densidad de raíces no solo da lugar a una mayor extracción de agua del suelo por la mayor superficie de

absorción, sino que además cualquier partícula de agua encuentra la raíz próxima a menos distancia, la absorción es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

- ? Régimen de salinidad. De acuerdo con Pizarro (1996), después de la aplicación de un riego, las sales que contiene la solución del suelo, más las aportadas por el agua de riego, se encuentran disueltas en el agua del suelo. A partir de ese momento tanto la evaporación como la transpiración disminuyen la humedad del suelo, mientras que prácticamente no eliminan las sales disueltas. En consecuencia, la concentración de sales va aumentando hasta que se aplica el riego siguiente. El efecto de las sales disueltas es aumentar la presión osmótica de la solución y en consecuencia dificultar la absorción de agua por las raíces.

La alta frecuencia en los riegos facilita la absorción de agua por el doble efecto de mantener la humedad y bajar la salinidad. Ello explica los favorables resultados que se han obtenido utilizando riego por goteo en aguas cuya salinidad las hacía poco recomendable en sistemas tradicionales de riego.

Entre las ventajas que presenta el riego por goteo, se cita como una de las más importantes la posibilidad de poder utilizar aguas salinas o al menos con un contenido de sales superior a las que pueden emplearse con cualquier otro sistema de riego, sin que disminuyan los rendimientos (Medina 1997).

1.3.2. Riego por micro difusión y micro aspersión.

Según Rodrigo et al (1997), en el riego por micro difusión y micro aspersión, el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor. Está indicado tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos de distinto marco de plantación.

Se distinguen los emisores denominados micro difusores los cuales están constituidos por toberas fijas y micro aspersores a los constituidos por deflectores móviles. en ambos casos suelen trabajar a presiones entre 1 y 2 kg/cm² y suministran caudales de hasta 200 L/h.

Emisores.

Los emisores son tal vez los elementos más importantes de las instalaciones de RLAF y desde luego, los más delicados. Toda la dificultad de su diseño constructivo reside en el siguiente problema: los emisores deben proporcionar un caudal bajo, con el objeto de que los diámetros de las tuberías, sobre todo laterales y terciarias, sean reducidos, las grandes longitudes de estas tuberías que se emplean en los RLAF hacen que un ligero incremento de su diámetro encarezca de forma importante la instalación.

La mayoría de los emisores trabaja a una presión próxima a los 10 m.c.a; aunque los de alto caudal pueden hacerlo a 20 m.c.a y en el otro extremo, las cintas de exudación trabajan entre 1 y 3 m.c.a. los caudales varían entre 2 y 16 L/h en los emisores de bajo caudal y en los de alto caudal pueden llegar hasta 150 L/h y en las cintas de exudación a menos de 0.5 L/h y metro lineal.

Características fundamentales que deberán tenerse en cuenta al seleccionar un emisor:

- a) caudal uniforme y constante, poco sensible a las variaciones de presión este debe ser estable a lo largo del tiempo.
- b) poca sensibilidad a las obturaciones.
- c) elevada uniformidad de fabricación.
- d) resistencia a la agresividad química y ambiental así a las operaciones agrícolas.
- e) bajo costo.
- f) poca sensibilidad a los cambios de temperatura.
- g) reducida pérdida de carga en el sistema de conducción.

Ecuación de caudal contra presión.

$$q = k \cdot h^x$$

Donde:

q: caudal del emisor (L/h).

k: coeficiente de gasto característico de cada emisor.

h: presión a la entrada del emisor (m).

x : exponente de descarga, caracterizado por el régimen de flujo dentro del emisor y de sus dispositivos de auto compensación.

Clasificación de los emisores de acuerdo a los valores de Coeficiente de Variación (CV) obtenidos:

Para goteros, micro aspersores y Difusores	Para tuberías o mangueras de goteo
cv ? 0,05 buenos	cv ? 0,10 buenos
0,05 ? cv ? 0,10 aceptables	0,1 ? cv ? 0,2 medios
0,1 ? cv ? 0,15 deficientes	cv ? 0,2 inaceptable
cv ? 0,15 inaceptable	

En la práctica lo que realmente interesa es tener en cuenta las variaciones de entrega que se producen para las diferentes plantas y para esto se utilizará el coeficiente de variación del sistema (CVs).

$$CVs ? \frac{CV}{\sqrt{Ne}}$$

Donde:

CV: es el coeficiente de variación de fabricación del emisor.

NE: número de emisores que proporcionan agua a una planta, es decir, en caso de cultivos con marco de siembra amplia (muy espaciados), como el cítrico y el plátano, será el número de emisores por planta.

1.4. Obturaciones.

Tal vez el mayor problema de los RLA sea el de las obturaciones. Los pequeños diámetros de los emisores, sobre todo en el caso del goteo, y las bajas velocidades del agua facilitan la formación de obturaciones. Estas pueden ser debidas a varias causas, como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Descripción de las partículas minerales, orgánicas y precipitados químicos.

Partículas minerales	Partículas orgánicas	Precipitados químicos
Arena	algas	sales del agua
limo	bacterias	depósitos de fe, s y mn
arcilla	restos vegetales o	fertilizantes
otras	animales	

Fuente: Rodrigo et al (1997).

Todas las aguas tienen un cierto contenido de sales que en determinadas condiciones (cambios de ph, evaporación, etc.) pueden precipitar obturando los emisores, e igual puede ocurrir con los fertilizantes añadidos al agua de riego.

Según Suárez (2002), la obturación de los goteros en los sistemas de riego es a menudo el mayor problema de estos sistemas. Esta situación ocasiona una mala distribución del agua y finalmente provoca el reemplazamiento de la red. La eliminación o reducción de estos problemas requiere distintos tratamientos por lo que, previamente, la causa debe de ser determinada.

La lucha contra las obturaciones comprende dos tipos de medidas. Unas son preventivas y consiste en el filtrado y en algunos tratamientos de agua. Otras medidas que se aplican cuando la obturación se ha producido consisten en el tratamiento del agua, aunque hay otros procedimientos de:

- ? Desobturación, como la aplicación de alta presión con agua o aire.
- ? Otra norma es que aguas abajo de todo punto en que se inyectan fertilizantes debe instalarse un filtro de malla.

Los problemas de las obturaciones pueden minimizarse cuando se aplique la fertirrigación. Es conveniente que en cada riego haya una primera y una ultima fase en que se aplique agua sin fertilizantes, con el objeto de disminuir la formación de precipitados.

Según el autor de referencia, existen tres tipos de obturaciones:

- ? Biológica

? Por sedimentación

? Química

1.4.1. Obturaciones biológicas

La obturación por causas biológicas de los emisores es generalmente ocasionado por actividad bacteriana, aunque la producción de algas puede también causar problemas de la misma magnitud. El desarrollo de la obturación biológica se produce cuando el agua utilizada es superficial y sin tratamiento. Estudios realizados con el agua del río Colorado por Gilbert et. al. (1982), aseveraron que los problemas bacterianos se centran en el tipo de bacterias aeróbicas.

Los procedimientos utilizados, según Suárez (2002) son:

- ? Colocación de mallas después de la filtración con un filtro de arena.
- ? Adición de cloro y ácido conjuntos.
- ? Utilización de un inhibidor con el material plástico del emisor. Este nuevo tratamiento se ha utilizado para inhibir la extensión de raíces dentro de los emisores.

La filtración no evita completamente la acumulación de materiales suspendidos. A largo plazo, los materiales en suspensión acaban acumulándose en los tubos y en los emisores. No hay recomendaciones fijas sobre la frecuencia de lavar el sistema, porque depende de la cantidad del material suspendido. El sistema deberá ser sometido a un proceso de eliminación de sedimentos en periodos variables entre horas, días, semanas, o meses, dependiendo del problema específico de cada sistema.

1.4.2. Obturación por Sedimentación

La filtración con arena es casi siempre, requerida para evitar la obturación física por sedimentación de los materiales en suspensión. El grado de obturación depende en gran medida del tipo de emisor utilizado (Suárez, 2002). En todos los diseños, la obturación se produce en el periodo de un año. La filtración con arena fue suficiente para equiparar el comportamiento de todos los tipos de emisores aunque todos sufren alguna reducción de flujo.

1.4.3. Obturación química

La precipitación química en los emisores es el problema más difícil de solucionar, tanto por la necesidad de entrenamiento previo del usuario, como por el costo económico del tratamiento (Suárez, 2002).

El autor anterior plantea que, generalmente se considera que los carbonatos de calcio y magnesio, fosfatos de calcio y óxidos de hierro son las causas de la obturación de los emisores por precipitación química. Sin embargo los precipitados que se han identificado en los bloqueos de emisores se restringen al carbonato calcio, óxido de hierro y óxido de manganeso.

English (1985) hace alusión a dos métodos para eliminar estos sedimentos químicos. Estos son:

1. El aireamiento del agua mediante turbulencia o pulverización.
2. Aplicación de cloro para la oxidación del Hierro y Manganeso.

Bucks y Nakayama (1985) desarrollaron una clasificación de aguas en orden a su peligrosidad en el taponamiento del sistema de riego (tabla 1.3).

Tabla 1.3. Sistema de clasificación de aguas indicando el peligro de obturación en sistemas de goteo (Bucks y Nakayama, 1985).

Factores de obturación	Peligro de obturación		
	Bajo	Medio	Alto
Físico			
Sólidos suspendidos	<50	50-100	>100
Químico			
pH	<7.5	7.0-8.0	>8.0
Sólidos disueltos	<500	500-2000	>2000
Manganeso	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Hierro total	<0.2	0.2-1.5	>1.5
H ₂ S	<0.2	0.2-2.0	>2.0
Población biológica	<10000	10000-50000	>50000

1.5. Manejo y explotación de los sistemas de RLAF.

El principal objetivo de la programación del riego es proveer, en forma oportuna, la cantidad de agua apropiada a la planta para prevenir pérdidas de rendimiento y calidad de los productos agrícolas (Jensen, 1983). Para determinar la cantidad óptima de agua a aplicar durante el riego se deben conocer los requerimientos hídricos de los cultivos, los cuales dependen de la interacción entre el clima (temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y pluviometría), suelo (textura y propiedades hidrofísicas), y características propias de la planta (variedad, porcentaje de cobertura del cultivo y sistema radical), según los autores, Stewart y Hagan (1973) y Varas (1991).

Los requerimientos hídricos de los cultivos se determinan por sus respectivas fases de desarrollo:

$$ET_c = ETo \cdot Kc$$

Donde:

ET_c- Evapotranspiración del cultivo.

ETo- Evapotranspiración de referencia.

K_c- Coeficiente de cultivo.

Para ello se utiliza el software CROPWAT (FAO, 1993).

Los sistemas de riego localizado recaban de los explotadores muchos más conocimientos técnicos que los sistemas tradicionales. Las bondades de estos sistemas son populares; no obstante, no siempre los técnicos tienen conciencia de los conocimientos necesarios para manejar los sistemas, o no se les brinda la capacitación necesaria para el óptimo desempeño de sus funciones.

La mayoría de los fracasos de las instalaciones de riego localizado a nivel mundial, han tenido lugar por la no observancia de aspectos medulares del manejo y la explotación (Rodríguez, 2006).

1.5.1. Evaluación de un sistema de riego Localizado por microaspersión.

Según Merriam y Keller (1978), la evaluación de un sistema de riego localizado por microaspersión incluye los siguientes aspectos:

1. Adecuación del **Cabezal**, para cubrir las necesidades de potencia y filtrado de la instalación.
2. Estudio del **Diseño** de la red y de la Uniformidad de aplicación de agua.
3. Determinación de la **Calidad** de las tuberías y equipos instalados.
4. Evaluación del **Manejo** de la instalación por el agricultor.

Eficiencia de aplicación.

- ✍ Para una correcta explotación del sistema es necesario, en lo posible, conocer las cantidades de agua aportadas por el riego.
- ✍ Todas las redes deben tener medidores de caudales y manómetros que permiten verificar rápidamente las cantidades de agua entregadas y la presión del sistema.

Causas fundamentales de pérdidas de agua en este tipo de riego.

- ✍ Falta de uniformidad en la distribución (por variación de presión, defectos de fabricación, etc.).
- ✍ Pérdidas de agua en la red (percolación profunda, evaporación, etc.).

Causas de falta de uniformidad.

- ✍ Diferencias en las características de fabricación de los emisores.
- ✍ Errores en el montaje de la red, que no cumplen las especificaciones de diseño.
- ✍ Diferencias de presión en la red.
- ✍ Cambios físicos en la red, que se producen durante su explotación.

1.6. Necesidades hídricas de los cultivos.

Según Ortega-Farías (2001), la demanda hídrica de los cultivos está determinada por los procesos de evaporación desde el suelo y transpiración a través de la superficie foliar, que en su conjunto reciben el nombre de evapotranspiración real o de cultivo (ETc). Existen numerosos métodos para determinar la ETc en función de la

evapotranspiración de referencia (ET_o), siendo el método de la evaporación de la bandeja clase A el más usado por su bajo costo y fácil manejo (Ferreyra *et al.*, 1995; Ortega-Farías *et al.*, 1997; González y Ruz, 1999). No obstante, el método más efectivo es mediante la ecuación de Penman-Monteith (FAO, 1998).

Cuba se divide en tres zonas de demanda hídrica (zonas edafoclimáticas). La **Zona I** se considera sub-húmeda con normas de riego moderadas, la segunda región (**Zona II**) se clasifica semiárida, con una demanda hídrica superior a la Zona I y la tercera región (**Zona III**) área especial a los efectos del riego, donde se acumulan el 60 % de las máximas demandas de los cultivos analizados (Departamento Nacional de Riego y Drenaje, IIRD y MINAGRI 2004). La UBPC "Organopónico Vivero Alamar" está ubicada en el grupo 4 de la Zona II.

A continuación se refleja en la tabla 1.4 las dosis netas totales de riego de algunas hortalizas.

Tabla 1.4. Dosis netas totales de riego a aplicar por cultivos en cada zona edafoclimática.

HORTALIZAS	Zona I	Zona II	Zona III	Promedio Nacional
	Norma media (m ³ /ha)			
Tomate tardío	4000	3843	4264	4036
Tomate temprano	3500	3608	3992	3700
Tomate fecha óptima	3800	3205	3692	3566
Lechuga	3000	3189	3556	3248
Pepino	3000	3306	3968	3425
Cebolla	3340	3328	3876	3515
Ajo	4500	4435	4971	4635
Col	3000	3301	3764	3355
Pimiento fecha óptima	3940	3863	4352	4052
Pimiento tardío	3000	1120	3808	2643
Zanahoria	3400	3604	3706	3570

Fuente: Departamento Nacional de Riego y Drenaje, IIRD y MINAGRI 2004.

1.7. Instrumentos de recopilación de información y diagnóstico.

Existen varias herramientas para obtener información en un proceso determinado y realizar el diagnóstico del mismo (Curso Metodología y Herramientas, 2007). Estas son:

? Cuestionarios

? Entrevistas

? Grupos de expertos

a) Técnicas para generar ideas y recopilar información

? Tormenta de ideas

? Escritura de ideas

? Grupos nominales

? Método delphi

? Método 635

b) Para seleccionar ideas y lograr consenso

? Reducción de listado

? Hojas de balance

? Comparaciones apareadas

? Valoración de criterios

? Votación ponderada

? **Análisis de contenido**

? **Observación**

1.7.1. Cuestionarios (Encuestas).

Tipos de preguntas.

Las preguntas pueden ser de dos tipos (Curso Metodología y Herramientas, 2007).

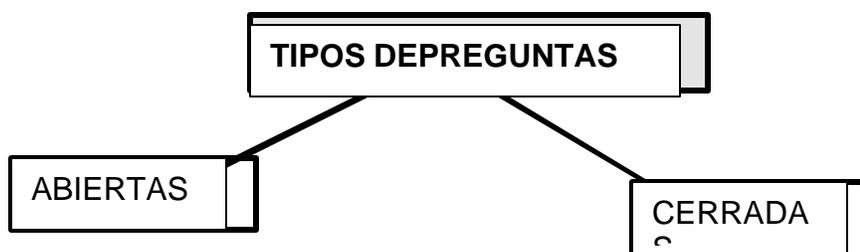


Tabla 1.3. Ventajas, desventajas y utilidad de las preguntas cerradas y abiertas.

	PREGUNTAS	
	CERRADAS	ABIERTAS
VENTAJAS	? Menor tiempo y esfuerzo para el que responde ? Fáciles de procesar ? Más precisión de respuesta	? No limita respuestas ? No requiere adelantar respuestas ? Exigen menos comprensión de la respuesta por el encuestado
DESVENTAJAS	? Limitan las respuestas ? Requiere anticipar posibles respuestas ? Requiere que respondientes comprendan bien categorías de respuesta.	? Mayor tiempo y esfuerzo del respondiente ? Difíciles de procesar ? Mayor sesgo en las respuestas
MAS UTILES CUANDO	? Puedan adelantarse res-puestas ? Se dispone de poco tiempo	? No podemos adelantar posibles respuestas ? Se desea profundizar en materias sobre el comportamiento

Fuente: Curso Metodología y Herramientas, 2007

Ambos tipos de preguntas se clasifican de la siguiente manera:

- ? Dicotómicas: Si No
- ? Con varias alternativas a elegir una.
- ? Con varias alternativas a elegir varias.
- ? Jerarquizando opciones.

Una pregunta debe tener las siguientes características:

1. Claras, comprensibles y precisas. no sacrificar la claridad por la concesión.
2. No deben incluir respuesta.
3. Referirse a un solo aspecto o relación lógica.
4. No emplear tesis de personas o instituciones conocidas para apoyar las preguntas.
5. Adaptar el lenguaje al nivel de los destinatarios.
6. No deben incomodar al respondiente.
7. Presentar las respuestas en un orden lógico.

Según Cid (2008), las encuestas y entrevistas constituyen una de las vías para realizar el diagnóstico de una unidad "X" de producción. Las mismas deben considerar aquellos aspectos que reflejen o respondan el propósito que se pretende estudiar.

El mismo autor plantea que las preguntas deben facilitar a que el encuestado, de una manera sintética y fácil, exponga la situación más real posible y para ello, hay que lograr relaciones de confianza.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y METODOS.

2.1. Información general de la cooperativa.

Está situada en el Municipio Habana del Este en el cuadrante 028-115-78, en el Reparto Alamar. Tiene una extensión de 11 ha. Cuenta con viveros para la producción de frutales varios, forestales, café, cacao, ornamentales y flores, posturas de cepellón, hortalizas y viandas. Producen posturas de hortalizas en condiciones protegidas con el uso de cepellones. Para la irrigación en estas condiciones utilizan diferentes técnicas.

Tabla 2.1. Distribución de áreas bajo riego de la UBPC "Vivero Organopónico Alamar" hasta el año.

Distribución de áreas	Superficie	Porcentaje que representa
Área Total	11 ha	100 %
Área cultivable	7.7 ha	70 % del área total
Área con riego.	6.867 ha	62.43 % del área total
Área con riego por goteo (en casas de cultivo).	0.0940 ha	1.37 % del área con riego
Área con microjet aéreo (en casas de posturas).	0.0876 ha	1.28 % del área con riego

En la tabla 2.2 se caracteriza por partes el área de estudio y en el anexo 2 se visualiza dicha área.

Tabla 2.2. Distribución del área de estudio.

Distribución del área de estudio	Superficie (ha)	Porcentaje del área bruta (%)
Área bruta	0.87	100
Área bruta con riego microjet	0.73	83.9
Área neta con riego microjet	0.349	47.8

2.2. Investigación Acción Participativa

Se utilizó la metodología siguiente:

Encuesta: Se aplicaron un total de ocho encuestas (anexo 1), y el objetivo fue identificar los conocimientos que poseían los ocho regadores que tiene la cooperativa sobre la técnica de riego localizado por microjet y el manejo del sistema.

2.3. Evaluación del sistema de riego localizado microjet.

Se procedió con la metodología de Merriam y Keller (1978), citada por Rodrigo et. al (1997) para la medición de las presiones y caudales de varias sub unidades de riego. Estas fueron un total de 7, con cantidades diferentes de laterales y diámetros de 16 y 25 mm como sigue a continuación:

Sub unidades del sistema de riego localizado microjet que se evaluaron:

- ? **Sub-unidad 1:** 6 laterales de 25 mm de 40m de longitud
- ? **Sub-unidad 2:** 6 laterales de 16 mm de 40m de longitud
- ? **Sub-unidad 3:** 5 laterales de 25 mm de 40m de longitud
- ? **Sub-unidad 4:** 5 laterales de 16 mm de 30m de longitud
- ? **Sub-unidad 5:** 4 laterales de 16 mm de 40m de longitud
- ? **Sub-unidad 6:** 3 laterales de 25 mm de 40m de longitud
- ? **Sub-unidad 7:** 3 laterales de 16 mm de 40m de longitud

Siguiendo la metodología de referencia, se determinaron los Coeficientes de uniformidad por presión y caudal en cada subunidad. Estos indicadores permiten interpretar la variabilidad de caudal y presión entre los emisores de riego.

El esquema del sistema de Riego Localizado por microjet y las medidas de los canteros se muestran en las figuras 2.1 y 2.2.

2.4. Diseño del sistema de riego localizado por microjet.

2.4.1. Diseño Agronómico.

Existe un estudio previo en el área de estudio que utiliza la UBPC “Organopónico Vivero Alamar” para la explotación. Estos son los siguientes:

- ? Tipo de sustrato: Ferralítico Rojo

- ? Se riega al 85% de la Capacidad de Campo
- ? Evapotranspiración: 5 mm/día

Otros parámetros agronómicos fueron determinados según Arviza (1996) y Rodrigo et. al (1997). Estos fueron:

- ? Necesidades brutas de riego
- ? Necesidades totales
- ? Eficiencia de aplicación
- ? Selección del emisor
- ? Disposición relativa de emisores
- ? Superficie mojada
- ? Dosis, frecuencia y tiempo de aplicación del riego
- ? Caudal máximo requerido

Tabla 2.3. Características del sistema de riego localizado por microjet actual en el área de estudio.

DATOS DE DISEÑO	UM	LATERALES DE 40 m	LATERALES DE 30 m	GENERAL
Cultivo	-	Hortalizas	Hortalizas	Hortalizas
Espaciamiento del cultivo	m x m	Canteros	Canteros	Canteros
Fuente de agua	-	Subterránea	Subterránea	Subterránea
Tipo de emisor	-	Microjet 2x140°x1	Microjet 2x140°x1	Microjet
Número de laterales	u	64 (34 de Ø 25mm y 30 de Ø 16mm)	37 (34 de Ø 16mm y 3 de Ø 25mm)	101 (37 de Ø 25mm y 64 de Ø 16mm)
No. De emisores por laterales	u	40	30	-
No. De emisores totales	u	2560	930	3490
Emisores por m ²	u x m ²	0.58	0.58	0.58

2.4.2. Diseño Hidráulico.

El diseño hidráulico fue realizado por los métodos y procedimientos de Arviza (1996) y Rodrigo et. al. (1997). De manera general a cada una de las partes, se les determinaron las dimensiones óptimas, siendo las expresiones más importantes:

1. Diseño de tuberías laterales (Diámetro óptimo).

$$D = \frac{0,18(S_e + f_e) q^{2,753}}{(h_a q_a + s S_e q_l)^{1/4,755}} \quad (1)$$

Los parámetros de esta fórmula se encuentran en la literatura de referencia.

2. Diseño de las tuberías terciaria (Diámetro óptimo).

Primero se calculan los caudales de entrada en la terciaria superior e inferior:

$$Q_{m1} = N_1 q_l \quad (2) \qquad Q_{m2} = N_2 q_l \quad (3)$$

donde:

N_1 y N_2 - número de laterales que alimentan las tuberías terciarias superior e inferior.
 q_l - caudal de entrada en cada lateral (L/s).

Luego se acude a los nomogramas de curvas de pérdidas de carga para tuberías terciarias, para seleccionar el diámetro óptimo.

3. Diseño de la tubería principal (Diámetro óptimo).

Después de conocer los caudales que exigen las tuberías terciarias se procede a calcular el diámetro:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot Q}{v}} \quad (4)$$

siendo:

Q - caudal exigido por las tuberías terciarias (L/s).
 v - velocidad del flujo de agua en la tubería principal (m/s).

También se procede con los gráficos de dimensionamiento de tuberías por el método económico.

4. Cabezal de riego (el existente).

Características hidráulicas del emisor microjet del sistema de riego.

El orificio de salida es de 1mm y su ecuación de Gasto contra Presión es:

$$Q = 10,83 H^{0,4884} \quad (5)$$

donde:

Q: gasto del emisor en (L/h)

H: presión de trabajo en (m)

Su presión de trabajo óptima es de 15 m (150 kPa), por lo que su caudal, partiendo de la ecuación 5, es de 40.65 L/h.

2.5. Análisis estadístico.

Se realizó un análisis exploratorio donde se determinaron los estadígrafos Desviación típica (?) y Coeficiente de variación (CV). Para ello se utilizó el programa STATGRAPH.

2.6. Análisis económico.

Se tomaron los datos del área de estudio de la cooperativa, que pertenece a un centro de costo. Estos son:

- ? Inversión de la tecnología de riego localizado partiendo de un Módulo de Sistema de Riego de 0.5 ha (anexo 3).
- ? Costos directos e indirectos del área de estudio del año de referencia 2007 (tabla 2.4).
- ? Producción en el año 2007 del área de estudio y precio de venta.

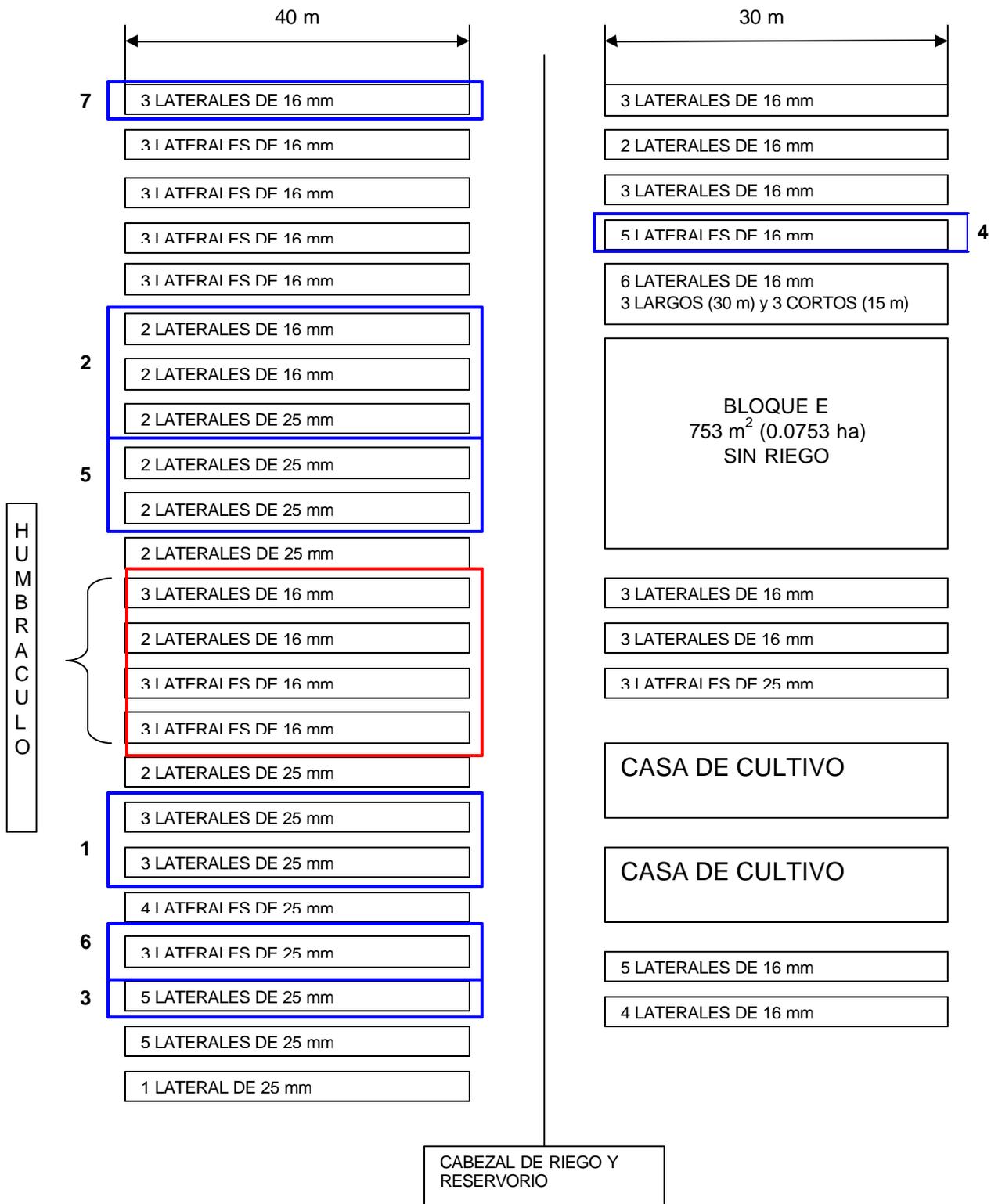
Para la determinación de los indicadores económicos se siguieron los criterios y métodos reportados por: Pérez y Álvarez (2005) y Núñez (2002) entre otros. Los cuales se exponen a continuación:

1. Volumen de producción (VP)
2. Inversión de la tecnología de riego localizado (Ir)
3. Precio de venta (PV)
4. Ingresos (I)
5. Utilidad neta o beneficio neto (UN)
6. Costo unitario (CU)
7. Costo por peso de producción (Cpp)
8. Salario por peso de producción (Spp)
9. Relación beneficio-costos (R b-c)
10. Relación costo de riego-costos de producción (R cr-cp)
11. Rentabilidad respecto a las inversiones de riego (R ir)
12. Período de recuperación de la inversión (Pr)

Tabla 2.4. Costos de producción asociados al área de estudio en la UBPC “Organopónico Vivero Alamar”.

CONCEPTOS	VALOR (\$)
<u>Costos directos</u>	<u>98866.072</u>
Sub total de salario	38824.83
Salario	34510.96
Seguridad social	4313.87
Gastos de material	54749.20
Posturas	35908.59
Humus de lombriz	10071.26
Ácido húmico	1749.00
Estiércol	562.28
Humus líquido	4585.27
Productos químicos y biológicos	255.95
Compost	616.85
Cachaza	1000.00
Costos de riego	5292.042
Agua	25.31
Electricidad	868.72
Salario, vacaciones y seguridad social	3562.52
Depreciación anual técnica de riego	310.582
Mantenimiento	524.91
<u>Costos indirectos</u>	<u>15664.62</u>
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCION	114530.7

Fuente: Balance económico de la UBPC “Organopónico Vivero Alamar”



CABEZAL DE RIEGO Y RESERVORIO

Fig. 2.1. Esquema actual del sistema de riego localizado por microjet de la cooperativa y las sub unidades evaluadas enumeradas de 1 a 7.

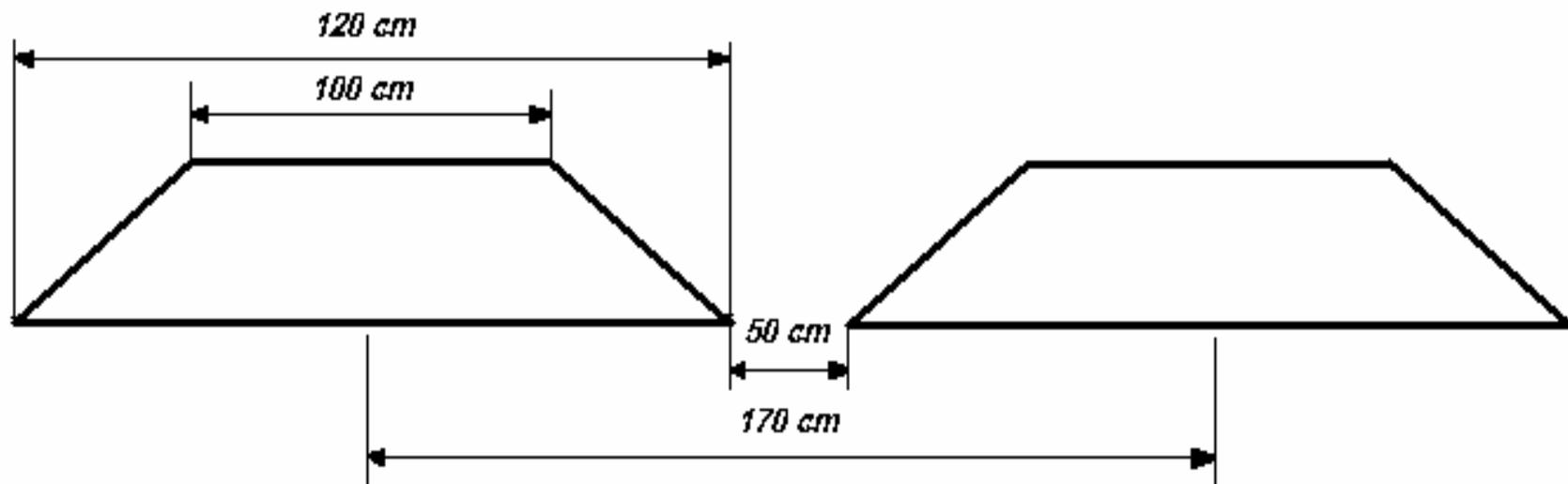


Fig. 2.2. Medidas de los canteros. Corte transversal.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1. Resultados de las encuestas.

La aplicación de la encuesta dio los resultados siguientes:

El grupo de los ocho regadores posee una experiencia promedio de 2 años en la actividad de riego.

La tabla 3.1 muestra como se comporta el conocimiento sobre cada pregunta realizada. En sentido general la balanza se inclina al **no conocimiento**, o sea, más del 50 % de los encuestados no conocen sobre el manejo del sistema de riego. Esto puede influir en la calidad de la actividad de riego.

No obstante, en algunas preguntas las explicaciones no estaban claras por lo que en ocasiones no conocen en profundidad el fenómeno. Sin embargo tienen conciencia de la importancia del riego para la producción. Por tanto se impone la necesidad de brindar capacitación sobre la actividad de riego.

Tabla 3.1. Resultados de la encuesta sobre conocimiento de la técnica de riego localizado microjet y el manejo del riego en la UBPC "Viero Organopónico Alamar".

MANEJO DEL RIEGO	CONOCEN	NO CONOCEN
Cuando aplicar el agua	5	3
Cantidad de agua a aplicar	1	7
Si el riego satisface las necesidades hídricas del cultivo	2	6
Sobrestimación de la lámina de riego	5	3
Intensidad y dirección del viento en la ejecución del riego	7	1
Horario de mejor riego	3	5
Funcionamiento del sistema	-	8
Si alcanza la jornada laboral para regar	1	7
Si el riego influye en la producción económicamente viable	8	-
Porcentaje de nivel de conocimiento (%)	44.4	55.5

3.2. Resultados de las evaluaciones de campo.

En las siguientes tablas se reflejan los resultados de las evaluaciones en las sub unidades de riego. Desde la tabla 3.2 hasta la 3.8 se puede apreciar valores bajos de presión y gasto de los emisores en cada lateral.

En la tabla 3.2: Cuatro laterales funcionando al mismo tiempo. Tiende a mantenerse la presión a lo largo de los laterales. Esto es debido a que los laterales son de 25 mm de diámetro. Sin embargo estos valores son bajos desde el inicio de cada lateral.

Tabla 3.2. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (6 laterales de 25 mm de 40m).

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	5,0	22	4,0	21,1	4,0	21	4,0	21,5
Tercer lateral	5,0	23,8	4,0	21,3	4,0	21	4,0	20
Quinto lateral	5,8	25	5,0	22,3	5,0	24,2	4,0	22
Sexto lateral	6,0	25	5,0	24	5,8	24,8	5,0	22,5

Cantero 18 (34.49 m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
AF: 3.7 bar
DF: 2.9 kg/cm²

En la tabla 3.3: Cuatro laterales funcionando al mismo tiempo. Tiende a mantenerse la presión a lo largo de los laterales. Esto es debido a que los laterales son de 25 mm de diámetro. Sin embargo estos valores son bajos desde el inicio de cada lateral.

Tabla 3.3. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (5 laterales de 25 mm de 40m)

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	9,0	30	9,0	31,4	9,0	32	8,0	30
Segundo lat.	9,0	31	8,0	29,5	8,0	29,8	8,0	29,2
Tercer lateral	8,0	29,4	8,0	30,1	7,8	29	7,8	29,1
Quinto lateral	8,0	29	8,0	29,2	8,0	29	7,8	28,8

Cantero 10 (20.89 m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
 AF: 4.0 bar
 DF: 3.0 kg/cm²

En la tabla 3.4: Tres laterales funcionando al mismo tiempo. Tiende a mantenerse la presión a lo largo de los laterales. Esto es debido a que los laterales son de 25 mm de diámetro. Pero esos valores se aproximan a los 15 m de con los cuales debe trabajar el emisor microjet.

Tabla 3.4. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (3 laterales de 25 mm de 40m)

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	14,0	39	13,0	37	12,0	36,1	12,0	36,3
Segundo lat.	14,0	38,9	13,0	37,5	12,0	36	12,0	35,9
Tercer lateral	15,0	41	14,0	38,7	13,0	36,5	16,0	41,7

Cantero 15 (29.39 m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
 AF: 4.3 bar
 DF: 3.5 kg/cm²

En la tabla 3.5: Cuatro laterales funcionando al mismo tiempo. Disminuye bruscamente la presión a lo largo de los laterales. Esto es debido a que los mismos son de 16 mm. Además no alcanzan los 15 m de presión establecidos.

Tabla 3.5. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (6 laterales de 16 mm de 40m)

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	9,0	31	4,0	20,5	3,0	17,9	2,0	15
Segundo lat.	9,0	31,2	4,0	22	2,0	14,8	2,0	15,5
Cuarto lateral	8,0	30,1	4,0	20,3	2,0	15	2,0	14,3
Sexto lateral	14,0	40	7,0	27	5,0	23,5	5,0	24

Cantero 42 (78.9 m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
AF: 4.0 bar
DF: 3.0 kg/cm²

En la tabla 3.6: Cuatro laterales funcionando al mismo tiempo. Disminuye bruscamente la presión a lo largo de los laterales. Esto es debido a que los mismos son de 16 mm. Además no alcanzan los 15 m de presión establecidos.

Tabla 3.6. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (4 laterales de 16 mm de 40m)

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	10,0	32	5,0	22,7	4,0	21,8	4,0	21,3
Segundo lat.	14,0	38,3	8,0	29,1	6,0	25,3	5,0	23,2
Tercer lateral	14,0	39	8,0	29	4,0	21,6	4,0	20,4
Cuarto lateral	15,0	40,7	7,0	27,3	5,0	24	4,0	20

Cantero 38 (72.1 m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
AF: 4.0 bar
DF: 3.2 kg/cm²

En la tabla 3.7: Tres laterales funcionando al mismo tiempo. Disminuye bruscamente la presión a lo largo de los laterales. Esto es debido a que los mismos son de 16 mm. Aunque en la cabecera de cada lateral se registran valores superiores a los 15 m. En este caso es el lugar más alejado pero existe una pendiente a partir de la mitad del terreno que favorecen estos valores a pesar de ser laterales de 16 mm.

Tabla 3.7. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (3 laterales de 16 mm de 40m)

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	18,0	43,8	12,0	35,8	9,0	31,4	8,0	29
Segundo lat.	16,8	41,3	11,0	34	8,0	30	8,0	29,7
Tercer lateral	18,0	43,2	11,0	34	8,0	29,3	8,0	29

Cantero 62 (114.6 m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
AF: 4.7 bar
DF: 3.8 kg/cm²

En la tabla 3.8: Cuatro laterales funcionando al mismo tiempo. Aunque no se alcanzan los 15 m de presión se observa que la disminución en los laterales es menos pronunciada. Esto es debido a que los laterales son de 30 m de longitud.

Tabla 3.8. Resultados de la evaluación del sistema de riego localizado microjet (5 laterales de 16 mm de 30m)

	Primer emisor		Emisor 1/3		Emisor 2/3		Último emisor	
	P (m)	Q(L/h)	P(m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)	P (m)	Q(L/h)
Primer lateral	10,0	32,9	7,0	27,8	6,0	26	7,0	27,6
Segundo lat.	9,0	31	7,0	27,4	6,0	25,7	6,0	25,4
Cuarto lateral	8,0	29,4	5,8	25,4	4,0	21,4	5,0	23,2
Quinto lateral	9,0	32	7,0	27	6,0	26,4	6,0	25,7

Cantero (80m desde el cabezal de riego)

Presión Cabezal
AF: 4.2 bar
DF: 3.4 kg/cm²

En algunos casos no se corresponde la presión en el cabezal de riego con la presión en los primeros emisores de cada lateral (tablas 3.2, 3.3, 3.5 y 3.8). Esto se debe a que la tubería distribuidora no supe la demanda de la sub-unidad y por tanto ocurren elevadas pérdidas de presión.

Sin embargo existe correspondencia entre el valor de la presión y el caudal del emisor, según la ecuación (5) que lo caracteriza. Por lo tanto no existen problemas de obturaciones.

En la tabla 3.9 se puede observar que los valores más bajos de Coeficientes de uniformidad por presión y caudal los tienen las sub unidades 2 y 5. Esto lo justifica la caída acentuada de presión a lo largo de los laterales de 16 mm, no ocurriendo así con los laterales de 25 mm. En sentido general los coeficientes de uniformidad son altos.

Sin embargo los valores de caudal son bajos partiendo de que los emisores deben aplicar 40.65 L/h. También puede apreciarse en la misma tabla la diferencia de presión en la entrada y salida del cabezal. Esto puede originarse por el filtro que se encuentra en malas condiciones (suciedad).

Tabla 3.9. Coeficientes de Uniformidad de las evaluaciones realizadas.

Sub unidades evaluadas	Longitud del lateral (m)	Presión a la entrada del cabezal (m)	Presión a la salida del cabezal (m)	Caudal medio (L/h)	Cu debido a caudal (%)	Cu debido a presión (%)
6 laterales de 25 mm (sub unidad 1)	40	37	29	22.6	91.96	92.18
6 laterales de 16 mm (sub unidad 2)	40	40	30	22.6	65.28	63
5 laterales de 25 mm (sub unidad 3)	40	40	30	29.7	97.2	97.83
5 laterales de 16 mm (sub unidad 4)	30	42	34	27.1	87.87	87.72
4 laterales de 16 mm (sub unidad 5)	40	40	32	27.2	76.4	74.5
3 laterales de 25 mm (sub unidad 6)	40	43	35	37.8	95	94.7
3 laterales de 16 mm (sub unidad 7)	40	47	38	34.2	85	84.66

En la tabla 3.10 se observan valores altos de CV en las sub unidades 2 y 5, correspondiéndose con los valores bajos de CU de las mismas en la tabla 3.9. Esto es debido a la diferencia entre el valor mínimo y el máximo de caudales. El resto de los valores son bajos. Sin embargo, cuando se integran todas las sub unidades, existe gran diferencia entre el valor mínimo (14.3) y máximo (43.8) y $CV > 0.2$, por lo que la variabilidad de los caudales es alta.

Tabla 3.10. Estadígrafos determinados para los valores de gasto en cada sub unidad.

Sub-unidad	Caudal medio (L/h)	Mínimo	Máximo	Desviación típica (?)	Coefficiente de Variación (CV)
1	22,6	20	25	1,63	0,07
2	22,6	14,3	40	7,54	0,33
3	29,7	28,8	32	0,94	0,03
4	27,1	21,4	32,9	3,03	0,11
5	27,2	20	40,7	6,9	0,25
6	37,8	20	29,1	1,98	0,05
7	34,2	29	43,8	5,64	0,16
Total	28,22	14,3	43,8	6,82	0,24

Partiendo de los resultados de las evaluaciones de la tabla 3.9, se obtiene a continuación la tabla 3.11 con las dosis de riego que se han estado aplicando a los cultivos y su comparación con la dosis que debe aplicarse. Los datos están desglosados por tiempos de riego en función de las etapas de crecimiento de las hortalizas.

Se puede resumir que se han estado aplicando aproximadamente la mitad de las dosis de riego que deben aplicarse. Esto se debe a los bajos caudales de los emisores (tablas de 3.2 a 3.8).

Tabla 3.11. Relación entre las dosis reales por sub-unidad de riego y las dosis que deben aplicarse por tiempo de riego.

Sub-unidades evaluadas	Dosis aplicadas (m ³ /ha)					Dosis que deben aplicarse (m ³ /ha)				
	5 min	6 min	8 min	10 min	15 min	5 min	6 min	8 min	10 min	15 min
Sub-unidad 1	10,6	13,2	17,3	21,3	33,2	30	30	40	50	80
Sub-unidad 2	10,6	13,3	17,3	21,3	33,2					
Sub-unidad 3	14	17,5	22,8	28	43,8					
Sub-unidad 4	12,8	16	20,7	25,5	40					
Sub-unidad 5	12,8	16	20,8	25,6	40					
Sub-unidad 6	17,8	22,3	29	35,6	55,7					
Sub-unidad 7	16	20	26	32,2	50,3					
Promedio	13,5	16,9	21,9	27	42,3					

Nota: Las dosis que deben aplicarse fueron tomadas del Instructivo Técnico para Organopónicos del año 1998.

3.3. Resultados del diseño agronómico.

En la tabla 3.12 se reflejan todos los elementos del diseño agronómico que se emplearán para el diseño hidráulico.

Tabla 3.12. Diseño agronómico del sistema de riego localizado microjet.

DATOS DE DISEÑO	UM	GENERAL
Cultivo	-	Hortalizas
Espaciamiento del cultivo	m x m	Canteros
Fuente de agua	-	Subterránea
Tipo de emisor	-	Microjet 2 x 140° x 1
Número de laterales	u	101 (Ø 20 mm)
No. De emisores por laterales	u	10-30-40
No. De emisores totales	u	3490
Emisores por m ²	u x m ²	0.58
Pluviometría horaria	mm/h	23.9
Necesidades totales de agua	mm/día	5
Intervalo de riego	veces/día	1-3
Tiempo de aplicación máximo	min	15
Lámina de aplicación por riego	mm	Según fase del cultivo
Tiempo de operación diario	h	8
Eficiencia de aplicación	-	0.85
Superficie mojada	ha	0.73
Caudal máximo requerido	L/s	2

3.4. Resultados del diseño hidráulico.

Luego de la realización del diseño hidráulico, donde se determinaron los diámetros de tuberías más económicos para las dimensiones del sistema, en la figura 3.1 se observa la nueva versión de la técnica de riego localizado microjet.

En este sentido existen diferencias con respecto a las dimensiones reales que posee el sistema de la figura 2.1. Estas son las siguientes:

- ? La figura 2.1 posee laterales de 16 y 25 mm de diámetro y en la nueva versión en la figura 3.1 son de 20 mm. Esto indica que existen dimensiones de laterales por exceso y por defecto.
- ? Todas las sub unidades de riego están compuestas de diferentes cantidades de laterales:
 - a) 21 sub unidades de tres laterales.
 - b) 5 sub unidades de cuatro laterales.
 - c) 2 sub unidades de 2 laterales.
 - d) 1 sub unidad de 5 laterales.
 - e) 1 sub unidad de 9 laterales cortos.

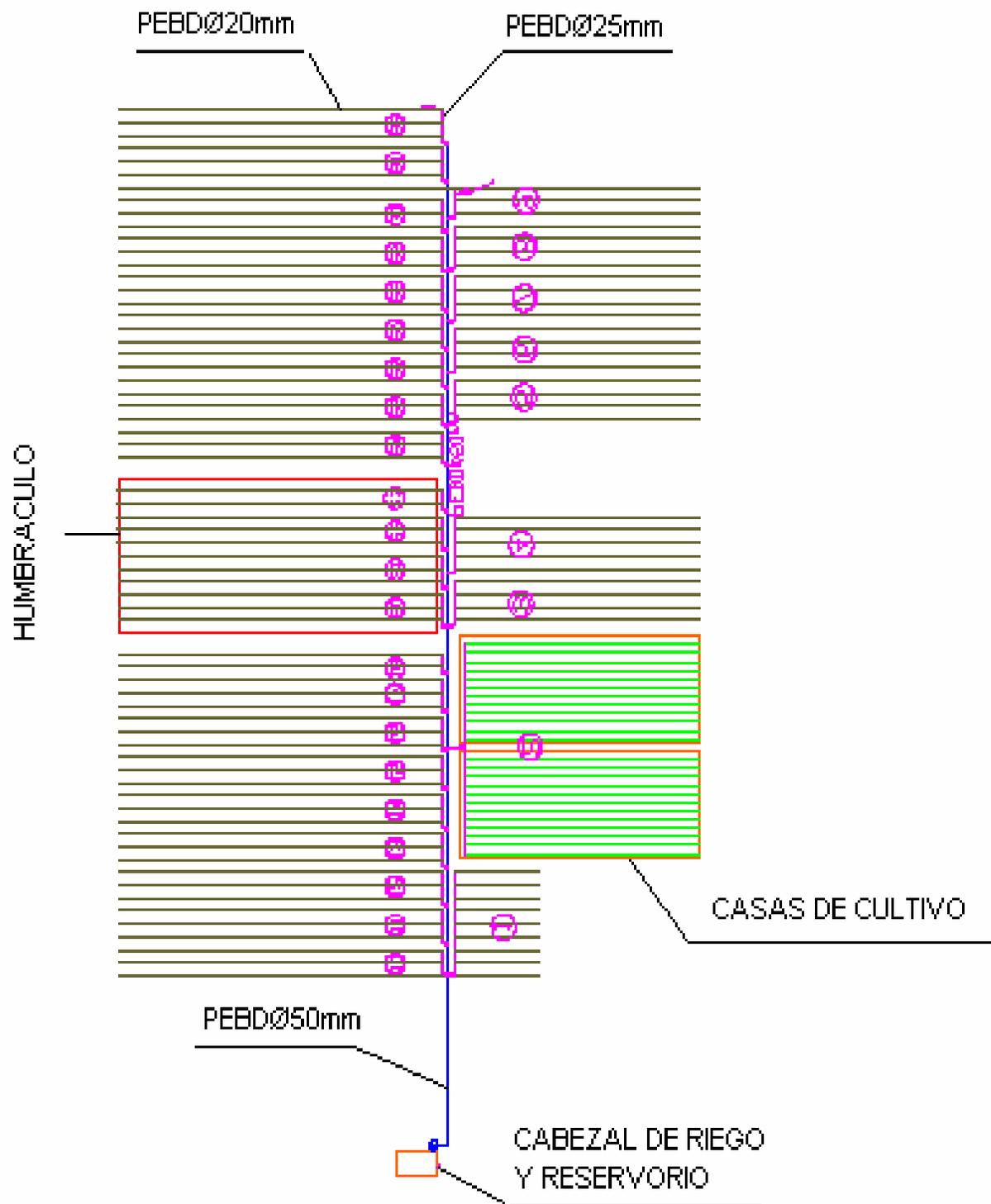


Fig. 3.1. Sistema de Riego Localizado Microjet con el nuevo diseño hidráulico en la UBPC “Organopónico Vivero Alamar”.

3.5. Análisis económico.

3.5.1. Producción.

En la tabla 3.13 se reflejan los resultados productivos por cultivos del área de estudio. La capacidad de producción en el área es de 12.13 kg/m²/año por lo que califica de **BIEN** para huertos intensivos, según los Lineamientos de la Agricultura Urbana 2008-2010. Es válido resaltar este resultado debido a que la UBPC “Organopónico Vivero Alamar” fertiliza sus suelos con abonos orgánicos por lo que ayuda a aumentar la capacidad de retención de agua y la plantas pueden aprovechar más los nutrientes (Colectivo de autores, 2007).

Realizando la comparación en la figura 3.2, los rendimientos del tomate, pimiento, pepino y col del área de la UBPC “Organopónico Vivero” Alamar son inferiores a los de la UBPC “Amistad”. Esta cooperativa, según Morales (2008), aplica correctamente la agrotecnia en los cultivos, incluyendo el manejo del riego.

Lo contrario ocurre con las 4 UBPC de Marianao y 5 de septiembre donde han presentado, según la autora de referencia, problemas con el manejo de los cultivos.

Tabla 3.13. Valores de producción, área cosechada y rendimientos en el área de estudio.

CULTIVOS	PRODUCCION (T)	AREA (ha)	RENDIMIENTOS (T/ha)
Tomate	7.45	0.2135	34.94
Pimiento	0.488	0.1527	3.20
Pepino	1.78	0.1434	12.42
Col	4.61	0.1716	26.90
Otras hortalizas	64.8	1.8582	34.89
Total	79.12	2.5394	31.17

Fuente: Informe de producción de la UBPC “Organopónico Vivero Alamar”.

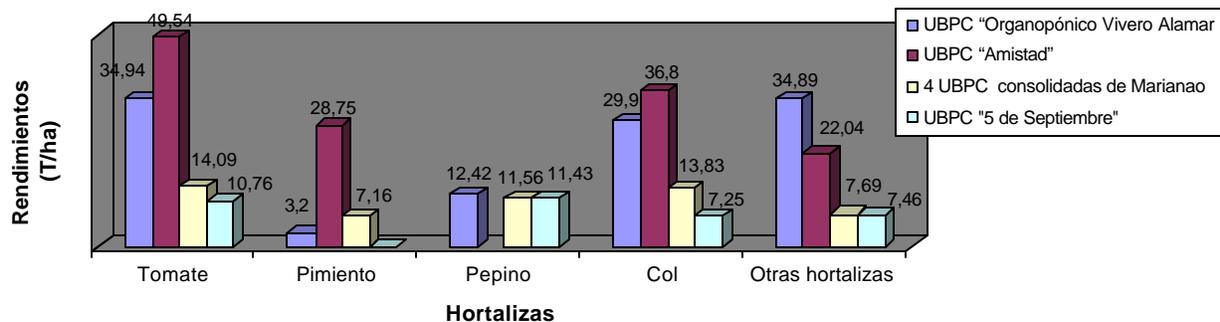


Figura 3.2. Comparación de los rendimientos obtenidos en el área de estudio con otras UBPC de Ciudad de la Habana en el año 2007. (Fuente: Informes de producción de las UBPC "Amistad, 5 de septiembre, La Aurora, La Margarita, El Desafío y Dos Ríos").

3.5.2. Análisis de los indicadores económicos.

En la tala 3.15 se muestran los resultados de los indicadores económicos evaluados. Se puede apreciar un volumen de producción favorable de 79.12 ton, que genera una utilidad de \$ 105375.42. Por tanto el costo por peso de producción dio que costó \$ 0.52, ingresar un peso por ventas, y la relación beneficio-costo significó una utilidad de \$0.92 por cada peso del costo total de la producción.

En cuanto al riego, su costo anual solo representa el 4.62 % del costo total de producción. Se obtuvo una utilidad neta de \$33.93 por cada peso invertido en la tecnología de riego. Por lo que dicha inversión se recupera en menos de un año.

Tabla 3.15. Relación de los indicadores económicos en el área de estudio (0.73 ha).

CONCEPTO	VALOR
Volumen de producción (VP)	79.12 T
Inversión de la tecnología de riego localizado (Ir)	\$ 3105.82
Precio de venta (PV)	2779.40 \$/T
Ingreso (I)	\$ 219906.12
Utilidad neta o beneficio neto (UN)	\$ 105375.42
Costo unitario (CU)	1447.55 \$/T
Costo por peso de producción (Cpp)	0.52 \$/\$
Salario por peso de producción (Spp)	17.65 %
Relación beneficio-costo (R b-c)	0.92 \$/\$
Relación costo de riego-costo de producción (R cr-cp)	4.62 %
Rentabilidad respecto a la inversiones de riego (R ir)	33.93 \$/\$
Período de recuperación de la inversión (Pr)	<1 año

3.5.3. Análisis económico con la modificación del sistema de riego.

A pesar de los resultados anteriores tan favorables, se pueden obtener mayores rendimientos a partir de la mejora del sistema de riego. Lo que significaría un incremento de su efectividad económica en el área de estudio. En la tabla 3.16 se observan los valores de producción que se pueden obtener a partir de rendimientos potenciales de algunas hortalizas en dicha área.

Tabla 3.16. Producción a partir de los rendimientos potenciales de las hortalizas en el área de estudio .

CULTIVOS	PRODUCCION (T)	AREA (ha)	RENDIMIENTOS POTENCIALES (T/ha)
Tomate	10.93	0.2135	51.2
Pimiento	4.09	0.1527	26.8
Pepino	3.38	0.1434	23.6
Col	5.8	0.1716	33.8
Otras hortalizas	65.9	1.8582	35.46
Total	90.1	2.5394	35.47

Nota: Los rendimientos potenciales fueron obtenidos del Manual Técnico para Organoponicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprottegida (2007).

Combinando la tabla 3.13 con la 3.16 se obtiene la figura 3.3 que muestra los incrementos en la producción con los rendimientos potenciales. Como se puede observar, en el total de las hortalizas se logra un incremento de un 13.8 % con respecto al sistema de riego actual.

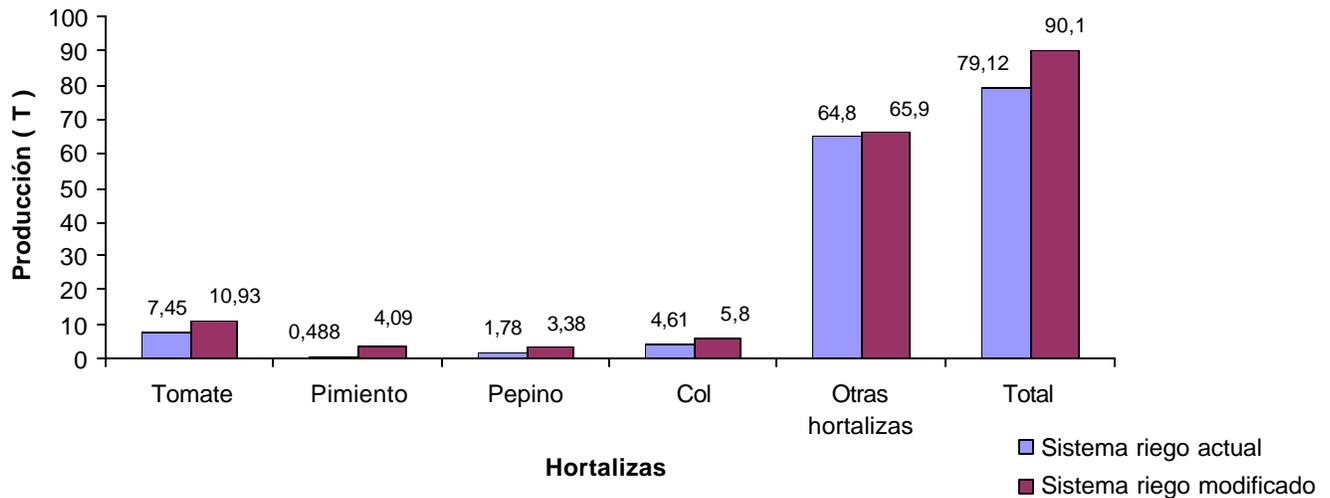


Figura 3.3. Valores de producción con el sistema de riego actual y con el sistema de riego modificado.

Sumando el valor de los cambios que se realizarán en la tecnología de riego (\$995.00), el costo del sistema ascenderá a \$5391.46, por lo que el costo de producción total del área será de \$114630.19.

En la tabla 3.17 se presentan los resultados de los indicadores económicos evaluados, relacionados con el sistema de riego modificado.

Comparando con los indicadores anteriores (tabla 3.15), revelan cambios muy favorables con el nuevo sistema de regadío:

- ? Los ingresos aumentan en un 13.8 % y la utilidad neta en un 29 %.
- ? El costo por peso de producción, se mantiene casi igual, con una disminución de \$0.07 por peso gastado, similarmente ocurre con la relación costo de riego-costo de producción, con un incremento de 0.08 %.
- ? La rentabilidad sobre la inversión se mantuvo casi igual, de 33.93 pasó a 33.11 pesos de utilidad por cada peso invertido, mientras que la relación beneficio-costo, conocida también como rentabilidad de la producción, creció de 0.92 a

1.18 pesos de utilidad neta por cada peso gastado en el proceso de producción, para un incremento de 0.26 \$/\$.

? De igual forma la recuperación de las inversiones tienen lugar antes del año.

Tabla 3.17. Relación de los indicadores económicos en el área de estudio con el sistema de riego modificado (0.73 ha).

<u>CONCEPTO</u>	<u>VALOR</u>
Volumen de producción (VP)	90.1 T
Inversión de la tecnología de riego localizado (Ir)	\$ 4100.00
Precio de venta (PV)	2779.40 \$/T
Ingreso (I)	\$ 250423.94
Utilidad neta o beneficio neto (UN)	\$ 135793.75
Costo unitario (CU)	1272.25 \$/T
Costo por peso de producción (Cpp)	0.45 \$/\$
Salario por peso de producción (Spp)	15.5 %
Relación beneficio-costo (R b-c)	1.18 \$/\$
Relación costo de riego-costo de producción (R cr-cp)	4.7 %
Rentabilidad respecto a la inversiones de riego (R ir)	33.11 \$/\$
Período de recuperación de la inversión (Pr)	<1 año

3.5.4. Beneficios sociales de los resultados obtenidos.

La UBPC “Organopónico Vivero Alamar” posee un sistema de estimulación, donde se reparte el 50% de las utilidades obtenidas a los trabajadores. Los obreros del centro de costo, donde pertenece el área de estudio, se beneficiarían con el incremento de las utilidades. Ellos son un total de 19 (trabajadores directos, administrativos y de servicio), analizando el promedio en el año. En la figura 3.4 se muestra un incremento de las utilidades de \$30418.33 en el centro de costo y la estimulación mensual por trabajador aumenta en \$66.71, debido al aumento de la producción en el área de estudio. Esto repercute en el nivel de vida de los obreros al estar beneficiados con dicho sistema.

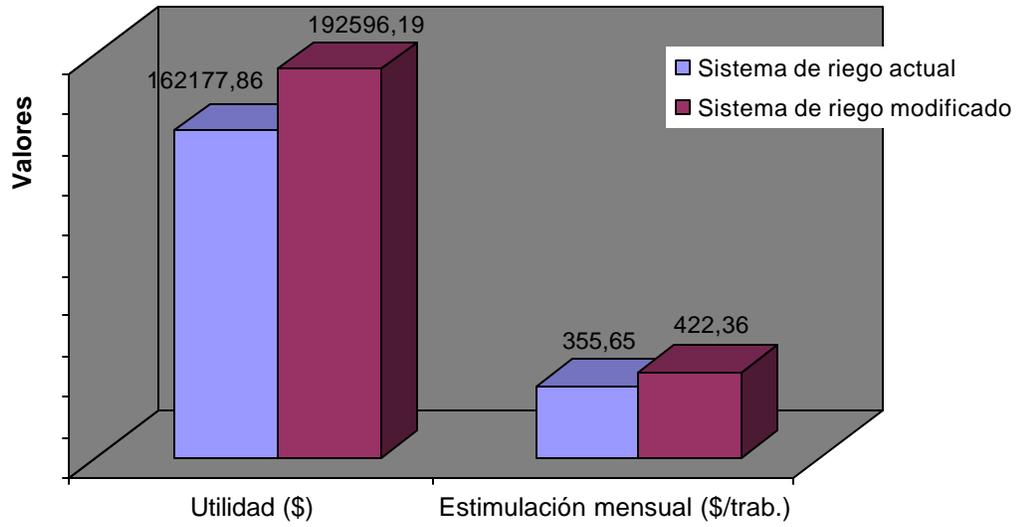


Figura 3.4. Comparación entre las utilidades y estimulaciones con el sistema de riego actual y con el que se modifique.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

1. Debido a que más del 50 % de los regadores no dominan la técnica y el manejo del riego, se impone la necesidad de capacitarlos ya que el hombre es un factor principal en la correcta explotación de este sistema de regadío.
2. El sistema de riego localizado por microjet instalado en el área de la cooperativa posee deficiencias hidráulicas de caudal y presión, las cuales provocan pérdidas significativas en los laterales de 16 mm entre los primero y últimos emisores, aunque en los laterales de 25 mm hay pocas pérdidas hidráulicas. En sentido general los coeficientes de uniformidad y de variación se comportan altos y bajos respectivamente, sin embargo los valores promedio de caudales son bajos (28.22 l/h). Por otra parte, tanto en las sub unidades con laterales de 16 mm como de 25 mm se aplica un caudal promedio de 28.22 de 40.65 L/h que debe aplicarse. En virtud de lo anterior se aplican la mitad de las dosis de riego que requieren los cultivos hortícolas.
3. Las dimensiones del nuevo diseño del sistema difiere del instalado, principalmente en los laterales donde se obtuvo un diámetro óptimo de 20 mm. Con el nuevo sistema se garantiza el correcto manejo del riego y las dosis establecidas para los cultivos hortícolas.
4. La producción total obtenida en el área de la UBPC "Organopónico Vivero Alamar" es satisfactoria (79.12 T), partiendo de que aplican abonos orgánicos y estos retienen la humedad en el suelo por más tiempo. Dicha producción generó una utilidad de \$ 105375.42, el costo por peso de producción fue de \$ 0.52 y la relación beneficio-costo que se obtuvo significa una utilidad de \$0.92 por cada peso de costo de producción total. Además, se obtuvo una utilidad neta de \$33.93 por cada peso invertido en la tecnología de riego, recuperándose la inversión en menos de un año.
5. Con el mejoramiento del sistema de riego, se podrá obtener una producción de 90.1 T partiendo de los rendimientos potenciales, lográndose un incremento del 13.8% respecto al sistema de riego actual. Con el nuevo sistema de riego, los ingresos aumentan en un 13.8 %, la utilidad neta en un 28.8 %, y el costo por peso de

producción se reduce a 0.45, mientras que la relación costo de riego-costo de producción aumentó de 4.62 a 4.7%, la relación beneficio costo aumentó a 1.18 pesos de utilidad por cada peso de costo total. Los resultados económicos revelan la viabilidad económica de la modificación del sistema de riego.

6. Los obreros del centro de costo al que pertenece el área de estudio, se beneficiarán con el aumento de la producción, ya que las utilidades se incrementarán en \$30418.33 y su estimulación salarial aumentará de 355.65 \$/trab/mes a 422.36 \$/trab/mes. Por tanto el nivel de vida de los trabajadores será superior.

4.2. Recomendaciones.

1. Continuar estos estudios en el resto de los sistemas de riego de la cooperativa para incrementar la producción y que los trabajadores sean beneficiados aún más, así como, estudiar la posible contribución que esto puede tener en la disminución de la brecha entre oferta y demanda, con el fin de favorecer a la comunidad de la zona, con alimentos variados que permitan mejorar la esperanza de vida de la población.
2. Extender este tipo de estudio en las UBPC de Ciudad de la Habana, para satisfacer con el aumento de la producción, las demandas de la población de la capital y alcanzar la ansiada seguridad alimentaria.

BIBLIOGRAFIA

1. S A. 2000 b. Curso de Dirección Integrada de Proyectos. Notas de clases, tema Evaluaciones Económicas y Financieras, CNCA-MINBAS, Ciudad de la Habana.
2. Aidarov, J.; A. Golovanov y M. Mamaev. El Riego. Editorial MIR. 368 p. Moscú. 1985.
3. Aidi, O. 2007. IRRIFRANCE. CATALOGO.
4. Alfaro J.F.; J. Marin V. 2008 Uso de agua y energía para riego en América Latina (en línea). Alfaro & Associates, Estados Unidos y PNUD, Brasil. Consultado el 18 de mayo de 2008. Disponible en: http://www.unesco.org.uy/phi/libros/uso_eficiente/alfaro.html
5. Alfaro, J.F. Assesment of progress in the Implementation of the Mar del Plata Action Plan and Formulation of a strategy for the 1990s (Latin America and the Caribbean). Proyect FAO/ITC/AGL/080. United Nations Development Program (UNDP), Food and Agricultural Organization (FAO), Department of Economic and Social Affairs (DIESA), Departement of Technical Cooperation (DTCD), Salinas, California. March, 1990, 60 pp.
6. Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raesand y M. Smith. (1998). Crop evapotranpiration. FAO, Irrigation and Drainage. Paper # 56. Roma, 300p.
7. Arviza Valverde, J. 1996. Riego Localizado. Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica y Agrícola de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.
8. Bucks, D.A. and F.S. Nakayama. 1985. Drip/trickle irrigation in action. Proc. of the Third Int'l Drip/Irrigation Congress.
9. Catálogo de Tecnologías para Pequeños Productores Agropecuarios, 2003. Riego localizado, (en línea). Consultado 2 de marzo de 2008. Disponible en: http://www.sagpya.meccon.gov.ar/new/00/programas/desarrollo_rural/proinder/catalogo/catalogo/tecnologia/100.htm
10. Cid, G. 2008. Comunicación personal.
11. Colectivo de autores. 1998. Instructivo Técnico para Organoponicos.

12. Colectivo de autores. 2007. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. Sexta edición. ISBN: 959-246-030-2.
13. Comité Estatal de Finanzas. Máquinas para el cultivo y protección de plantas (cod: 4804). Finanzas al día, disposiciones comunes, Resolución #10, sección 1, documento 20, cap.5, pag. 29: 25 feb. 1991.
14. Curso Metodología y Herramientas. 2007. Recopilación de Información. Segundo Bloque, Maestría en Extensión Agraria, UNAH.
15. Departamento Comercial. Módulo de Sistema de Riego de 0.5 ha para Organopónico. IIRD, 2005.
16. Departamento Nacional de Riego y Drenaje, IIRD y MINAGRI. 2004. Reglamento para la Organización, Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Riego y Drenaje.
17. Dotres Romero, Yacelis. 1997. Estrategias para elevar el rendimiento de las UBPC cañeras de la Provincia Holguín (en línea). Consultado el 4 de marzo de 2008. Universidad de Holguín, Cuba. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/elevar-rendimiento/elevar-rendimiento.shtml>
18. Ecodiario.es. 2008. Alimentos. Italia propone la creación de un "banco de alimentos" dentro de la ONU para paliar la crisis (en línea). Consultado el 17 de Junio de 2008. Disponible en: <http://www.ecodiario.es/mundo/noticias>
19. Ecodiario.es. 2008. Cumbre. Alan García pide un aumento del 2% por país en la producción de alimentos para paliar la crisis (en línea). Consultado el 17 de Junio de 2008. Disponible en: <http://www.ecodiario.es/mundo/noticias>
20. Empresa Hortícola Metropolitana. Informes de Producción 2007. UBPC "Amistad, La Aurora, La Margarita, El Desafío y Dos Ríos".
21. English, S.D. 1985. Filtration and water treatment for micro-irrigation. Proc. Third Int'l Drip/Trickle Irrigation Congress.
22. Ferreyra, R., J. Peralta, G. Sellés, N. Fritsch, F. Contador, y A. Rubio. 1995. Respuesta del cultivo del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) a distintos regímenes de riego durante las dos primeras temporadas de establecimiento. Agricultura Técnica (Chile) 55:1-8.

23. Ford, H.W. 1977. The importance of water quality in drip/trickle irrigation systems. Proc. Int. Soc. Citricult. 1:84.
24. Fuentes, Luis. 1998. [Técnicas](#) de Riego. 3ª ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 515 p.
25. Gilbert, R.C., F.S. Nakayama, D.A. Bucks, O.F. French, K.C. Adamson and R.M. Johnson. 1982. Trickle irrigation: Predominant bacteria in treated Colorado Riverwater and biologically clogged emitters. Irrig. Sci. 3: 123-132.
26. González B.P. 1996. Organización del Riego a Nivel Empresarial. Tesis en opción al título de Máster en Riego y Drenaje. IIRD. Ciudad de la Habana.
27. González, Gema, Sanz, Mireya. Prácticas agroecológicas y su impacto en las cooperativas urbanas: estudio de caso (en línea). Delegación de la Agricultura Urbana, Provincia Ciudad de La Habana. FLACSO, Universidad de La Habana. Consultado el 18 de febrero de 2008. Disponible en: http://www.flacso.uh.cu/sitio_revista/num1/articulos/art_MSanz12.pdf
28. González, M., y E. Ruz. 1999. Efecto de la aplicación de diferentes volúmenes de agua de riego y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de tomate industrial. Agricultura Técnica (Chile) 59:319-330.
29. Google Earth Pro. Disponible en: <http://www.kh.google.com>
30. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. Lineamientos para los Subprogramas de la Agricultura Urbana para 2008-2010 y Sistema Evaluativo.
31. Israelsen, Orson; Hansen, Vaughn. 1975. Principio y Aplicaciones del riego. 2ª ed. Barcelona, España. Editorial Reverté, S.A. 396 p.
32. Jensen, M. 1983. Design and operation of farm irrigation systems. 829 p. American Society of Civil Engineers, New York, USA.
33. López, R; Hernández. J.M; Pérez, A; Gonzáles, J.F. 1992. Riego Localizado. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 399 p.
34. Matta, Ricardo. 1998. Instalación, Manejo y Mantenimiento de Sistemas de Riego Presurizado (en línea). Chillán, Chile. Comisión Nacional de Riego. Consultado el 3 de abril de 2008. Disponible en: <http://www.chileriego.com>

35. Medina, José. 1997. Riego por Goteo. 4ª ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 302 p.
36. Merriam, J. L. J. Keller. 1978. Farm irrigation systems evaluation. A guide for management, 235 pp, UTAH. State University. USA.
37. Meyer, J.L. 1985. Cleaning Drip irrigation system Proc. Third Int'l Drip/Trickle Irrigation Congress.
38. MINAG (2006). Balance Nacional de áreas bajo riego 2005.
39. Monografías.com. Estudio del comportamiento del riego localizado subterráneo en comparación con riego localizado superficial, en el cultivo del tomate (*Lycopersicon lycopersicum*) (en línea). Consultado el 15 de febrero de 2008. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos14/riego-subterr/riego-subterr.shtml>
40. Montero, J.; de Juan, J.A., Sajardo, R.; Tarjuelo, J.M. La aplicación de agua con emisores de última tecnología en equipos pivote. Centro Regional de Estudios del Agua. Universidad de Castilla- La Mancha. Campus Universitario.
41. Morales, Daisy. 2008. Comunicación personal. Empresa Hortícola Metropolitana.
42. Nuñez, R. 2002 a. Técnicas del Presupuesto de Capital. Material impreso, Escuela Nacional de Capacitación de la Industria Básica, Ciudad de la Habana.
43. Ortega-Farías, S., R. Cuenca, B. Soliz, y C. Ortiz. 1997. Evaluación de la evapotranspiración de referencia usando la ecuación de Penman-Monteith. Ciencia e Investigación Agraria 23:61-66.
44. Ortega-Farías, S; Márquez, J; Valdés, H y Paillán, J.H. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. FA-144) de invernadero producido en otoño (en línea). Agricultura Técnica (Chile) 6 1(4): 479 - 487 (Octubre-Diciembre). Disponible en: <http://www.inia.cl/at/espanol/v61n4/html/ART10.htm>
45. Pérez, R; Álvarez, Mayda C. 2005. Necesidades de riego de la caña de azúcar en Cuba. Formato CD, Editorial Academia, p244.
46. Pizarro, F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p

47. Porto, M. C. M. 2008. El camino difícil hasta la Seguridad Alimentaria. Énfasis en América Latina y el Caribe. Encuentro Internacional de Desarrollo Agrario y Rural (EIDAR), 4-6 Junio. Ciudad de la Habana, Cuba. ISBN: 978-959-16-0717-1.
48. Rodrigo López J., Hernández Abreu J.M., Pérez Regalado A., González Hernández J.F. 1997. Riego Localizado. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica. Ediciones Mundi-Prensa (2da edición), 405p.
49. Smith, M. (1993). CROPWAT. Programa ordenador para planificar y manejar el riego. Dirección de Fomento de Tierra y Agua. Estudio FAO Riego y Drenaje 46.
50. Stewart, I., and R. Hagan. 1973. Functions to predict effects of crop water deficits. J. Irrig. Drain. Div. Am. Soc. Civ. Eng. 23:421-439.
51. Suárez, D. L. 2002. Obturaciones-Utilización de aguas depuradas en riego localizado y mantenimiento de los mismos (en línea). VII CURSO INTERNACIONAL DE RIEGO LOCALIZADO. CITA, Viceconsejería de Agricultura y Alimentación, Conserjería de Agricultura y Alimentación, Gobierno de Canarias. Consultado el 12 de diciembre de 2007. Disponible en: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/53102000/pdf_pubs/P1352.pdf
52. Sumpsi Viñas J.M., Garrido Colmenero, A.; Blanco Fonseca M.; et. al. 1998. Economía y Política de Gestión del Agua en la Agricultura. MAPA, Secretaría General Técnica, Ediciones Mundi – Prensa.
53. UBPC “Organopónico Vivero Alamar”. Balance económico 2007.
54. UBPC “Organopónico Vivero Alamar”. Informe de Producción 2007.
55. Varas, E. 1991. Efectos del déficit de agua sobre los cultivos: Tomate. Tecnologías de riego. p. 74-75. Boletín Técnico N°168. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile.
56. Vermeiren, L. y Jobling, G. A. 1986. Riego localizado. FAO. Roma, Italia. Serie Riego y Drenaje N° 36, 203 p.

ANEXO 1

Encuesta a regadores en la UBPC “Organopónico Vivero Alamar”

Fecha: _____ **Nombre del encuestador:** Esequiel Rolando Jiménez Espinosa

Encuesta No: _____

1. Actividad que realiza en la unidad.

2. ¿Qué experiencia posee en riego?

3. ¿Cómo usted sabe, cuando debe aplicar el riego?:

4. ¿Conoce la cantidad de agua que debe aplicar según cultivo?:

Si___ No___ Cantidad: _____

5. ¿Considera que el riego satisface las necesidades hídricas del cultivo regado?

Si___ No___ ¿Por qué?

6. ¿Considera que en ocasiones se ha sobreestimado la lámina de riego?

Si___ No___ ¿Qué estima al respecto?

7. ¿Se ha tenido en cuenta el viento (intensidad y dirección) en la ejecución del riego?

Si___ No___ ¿Por qué?

8. ¿A su juicio, cuando resulta mejor regar?:

de día_____ de noche_____ ¿Por qué?

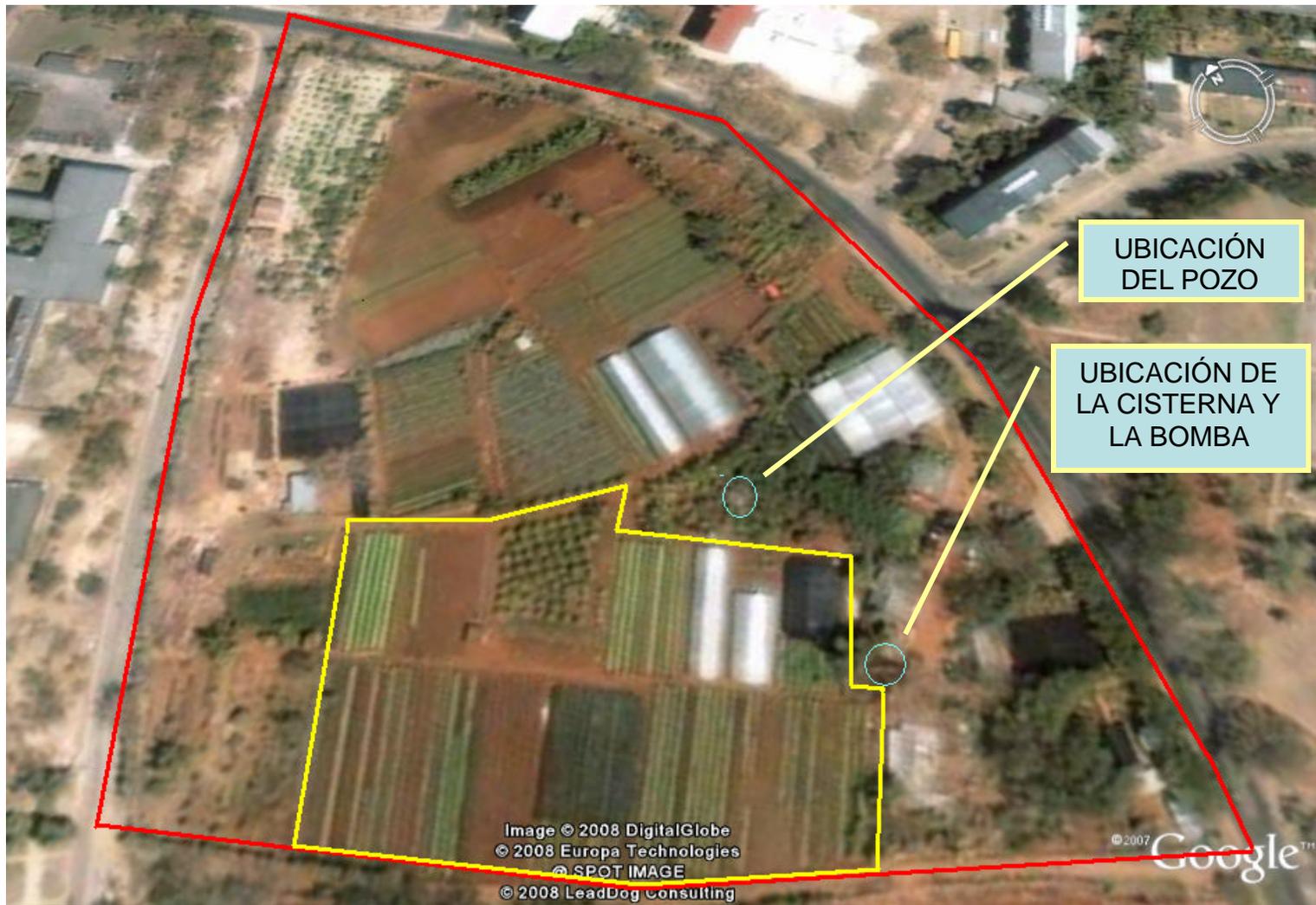
9. ¿Consideras que el sistema de riego está funcionando bien? Si_____ No_____

En caso de ser negativo ¿Por qué?

10. ¿Alcanza la jornada laboral para toda el área bajo riego? Si_____ No_____

11. ¿A su juicio, la aplicación del riego se traduce en un incremento de producción económicamente viable?

ANEXO 2



Fuente: Google Earth Pro.

Fig. Vista superior del área de la UBPC "Organopónico Vivero Alamar". En el área marcada de amarillo está el sistema de riego localizado microjet.

ANEXO 3

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RIEGO Y DRENAJE (IIRD) Dirección Postal: Ave. Camilo Cienfuegos y Calle 27 - Arroyo Naranjo - Ciudad de La Habana - Cuba Teléfonos: 91-7482, 91-7595 y 91-2533 - Fax: 91-1038 - E-mail: comercial@iird.cu Emitir Cheque en MN a: Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje - Cuenta MN: 40334110114003 Emitir Cheque en divisa a: CATEC - Cuenta CUC: 32101146000		Código: 131-0-06755	
OFERTA			
		Precio CUCs MNs	
		Importe CUCs MNs	
Código	Descripción	UM	Cant
3749991000	MICROJET 2 x 140 x 1.0	U	2576
3749991011	ACOPLE R-R	U	2576
3749991016	CONEXION INICIAL DIAM 16	U	112
3749991034	TEE 1" (RH)	U	2
3749991038	TEE DIAM 25 x 25 x 25	U	24
3749991045	TAPON FINAL DIAM 50	U	2
3749991046	NIPLE R-R 1"	U	2
3749991048	NIPLE R-R 3/4"	U	24
3749991050	ARANDELA FINAL DIAM 16	U	112
3749991052	ARANDELA FINAL DIAM 25	U	48
3749991055	ESPIGA DIAM 16	U	112
3749991057	ESPIGA DIAM 25	U	24
3748992004	EXTENSION 6 x 4	MTS	500
241516	TUB. GOT. ag. NEGRA 500 m 16 mm	M	3000
191610	CODO RH 90 PVC 1 1/2"	U	1
31185	ENLACE RH 3p PVC 1 1/2"	U	1
406011	TUBO GALV. SCH40 1 1/2 x 6 M	U	1
**			
ORGANOPONICO 0.5 HA.			
		Sub-Total	
		1055,6421,03	

Fig. Costos de los elementos de un módulo de riego localizado por microjet de 0.5 ha (primera parte).

Continuación...

Código	Descripción	UM	Cantidad	Precio		Importe	
				CUCs	MNs	CUCs	MNs
330112550	COLLARIN-TOMA DOBLE 50 x3/4	U	12	1,7816	0,2672	21,38	3,21
10504	TUB. PEBD 25x2.0	MTS	400	0,4800	0,0720	192,00	28,80
10804	TUBERIA PEBD 50 x3.0 PN 4	MTS	400	1,4600	0,2190	584,00	87,60
53011232	FILTRO DE MAYA EN Y 1"	U	1	11,2608	1,6891	11,26	1,69
16550	TEE 50 x50 x50	U	1	5,0456	0,7568	5,05	0,76
380342525	VALVULA ESFERA PVC RH 25 x3/4	U	24	5,4264	0,8140	130,23	19,54
3802132	VALVULA ESFERA PVC RH DIAM. 1"	U	1	8,4456	1,2668	8,45	1,27
43232	VENTOSA BIFN PVC R 1"	U	1	33,3472	5,0021	33,35	5,00
3212232	RED. R M H PLASTICO 1 x1/2	U	1	0,5304	0,0796	0,53	0,08
2014	TUERCA REDUCCION 1 1/4 x1/2	U	1	1,1288	0,1693	1,13	0,17
7683500100	MANOMETRO DE O. a 6 Kg/cm2	U	1	10,7304	1,6096	10,73	1,61
6832	CODO 90 RM 32 x1	U	2	1,1832	0,1775	2,37	0,35
7958999142	REDUCCION MH 1 1/2 x1	U	1	1,5912	0,2387	1,59	0,24
16150	ENLACE RM P/TUBO POLETILENO 50 x1 1/2	U	1	1,5500	0,0000	1,55	0,00
39081212	CINTA TEFLON 12 x12	U	20	0,3400	0,0510	6,80	1,02
3206350535	ENLACE RECTO 50 x50	U	4	3,3728	0,5059	13,49	2,02
390725	SACABOCADO CON PUNZON 2,5 mm	U	1	6,6776	1,0016	6,68	1,00
3907251414	SACABOCADO CON PUNZON 8 MM	U	1	6,6776	1,0016	6,68	1,00
10804	TUBO PEBD 32x20 PN 4	MTS	2	0,3400	0,4400	0,68	0,88
12300221	E.V. DISY. 10-16A 110/220 V	U	1	22,7000	3,4050	22,70	3,41
	Electrobomba 1,5 litros 35 mca	U	1	185,0000	14,0000	185,00	14,00
	VALVULA ESF RH 2"	U	4	17,3954	1,8946	69,58	7,58
				Sub-Total		1315,2181,22	
	ORGANOPONICO 0,5 HA.			Total Gral.		2370,8602,25	

Fig. Costos de los elementos de un módulo de riego localizado microjet de 0.5 ha (segunda parte).