

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

EVALUACION DE CINCO CINTAS DE RIEGO POR GOTEO, INSTALADAS A TRES
NIVELES DE PROFUNDIDAD EN TRES CLASES TEXTURALES DE SUELO
DEL VALLE DE LA FRAGUA ZACAPA, PARA EL CULTIVO DE MELÓN
TIPO CANTALOUPE (*Cucumis melo* var. *Reticulata*)

TESIS
PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JOSE MARTIN QUINTERO JORDAN

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 2000.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Alejandro Arnaldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO	Prof. Jacobo Bolvito Ramos
VOCAL QUINTO	Br. José Baldomero Sandoval Arriaza
SECRETARIO	Ing. Agr. Edil René Rodríguez Quezada

Guatemala, noviembre de 2000.

Honorable junta directiva
Honorable tribunal examinador
Facultad de agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Distinguidos miembros:

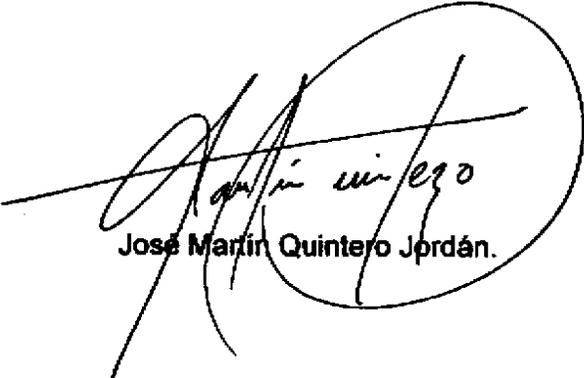
De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado

EVALUACION DE CINCO CINTAS DE RIEGO POR GOTEO, INSTALADAS A TRES NIVELES DE PROFUNDIDAD EN TRES CLASES TEXTURALES DE SUELO DEL VALLE DE LA FRAGUA ZACAPA, PARA EL CULTIVO DE MELÓN TIPO CANTALOUPE (*Cucumis melo* var. *Reticulata*.)

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento.

Atentamente



Handwritten signature of José Martín Quintero Jordán, enclosed in a circular stamp.

José Martín Quintero Jordán.

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

MIS PADRES

**Jorge Guillermo Quintero C.
María Mercedes Jordán de Quintero**

MIS HERMANOS

**Claudia María, Ana Celia, Jorge Antonio y
Ma. Mercedes Quintero Jordán**

MI ABUELA

Alicia Beatriz Carcamo de Jordán

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

**En especial a
Luis F. Garrido, Kristian Castillo, Randol
Galdámez, Osmany Girón, Eloy Guzmán,
Baudilio Jordán.**

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

FACULTAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

MIS AMIGOS EN GENERAL

PRODUCTOS DE LA TIERRA S.A.

AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi gratitud por la ayuda recibida para la realización de este trabajo.

Especialmente a:

Mis padres, sea para ellos una mínima recompensa a sus esfuerzos.

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio e Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle, por su valiosa asesoría brindada a la presente tesis.

Todo el personal de Productos de la Tierra S.A.

Ing. Agr. Eduardo Cerdón y Samuel Hernández por su valiosa asesoría y colaboración a la presente tesis.

Todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron a la realización del presente trabajo.

Evaluación de Cinco Cintas de Riego por Goteo Instaladas a Tres Niveles de Profundidad, en Tres Clases Texturales de Suelo del Valle de la Fragua, Zacapa; para el Cultivo de Melón Tipo Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *reticulata*).

Evaluation of five drip liner tapes, installed at three levels down the soil in three soil textural classes in La Fragua valley, Zacapa, in melon crop type cantaloupe (*Cucumis melo* var. *reticulata*).

RESUMEN.

En esta investigación se realizó la comparación de las respuestas del rendimiento de melón y desarrollo de malezas y enfermedades, utilizando el riego comercial de la empresa agrícola Productos de la Tierra S.A. (PROTISA), en el cultivo de melón tipo cantaloupe, variedad comercial Durango; bajo un sistema de riego por goteo superficial y sub-superficial, este último bajo dos niveles de instalación.

La investigación a nivel de finca se realizó de diciembre de 1999 a febrero del año 2000; en los campos de producción de la empresa agrícola Productos de la Tierra S.A. (PROTISA), ubicada en la aldea El Guayabal, Estanzuela, Zacapa. Fueron comparados cinco tipos de cintas de riego por goteo instaladas a tres niveles de profundidad, de 10 a 20 cm, de 30 a 40 cm y superficial. Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con parcelas divididas, en el que la cinta Typhoon 0.5 instalada en la superficie se utilizó como testigo. La investigación se repitió en las tres clases texturales de suelo que están presentes en la finca que son franco arenoso, arcilloso y franco arcilloso. Se tomó la producción de cajas exportables por hectárea, como variable principal a medir y el desarrollo vegetativo de la planta de melón, la incidencia de gomosis y malezas para comprobar las ventajas que se han observado en investigaciones realizadas con riego sub-superficial por goteo. Para concluir se realizó un análisis económico de los tratamientos evaluados para observar si resulta más económico instalar la cinta bajo el suelo.

Con el riego sub-superficial, se pretendió aumentar la producción de cajas exportables por hectárea y observar si era posible reducir la humedad en la parte superficial del suelo, para que se redujera las condiciones de alta humedad relativa, aumentara la circulación de aire en el suelo y con esto se comprobara las ventajas que han sido observadas en investigaciones realizadas en universidades de Estados Unidos de Norte América, en donde se han observado aumentos de 22% al 35% en la producción de los cultivos evaluados, comparándolo con otros sistemas de riego, entre ellos el riego superficial por goteo.

Al final de esta investigación no se observó las ventajas descritas en dichas investigaciones. Sin embargo, se pudo comprobar que el riego superficial por goteo se ajusta con mayores ventajas en la zona melonera del valle de La Fragua, Zacapa, que el riego instalado bajo el suelo.

Como respuesta a los quince tratamientos evaluados, se observó lo siguiente: el efecto de los tratamientos debido al factor cintas de riego, sobre la producción de melón, no influye en el rendimiento de cajas exportables por hectárea. El efecto del factor nivel de instalación, se observó que entre los tratamientos instalados de 10 a 20 centímetros de profundidad y los tratamientos instalados en la superficie, estadísticamente se obtiene el mismo rendimiento. Con los tratamientos instalados de 30 a 40 centímetros de profundidad, se obtuvo los rendimientos más bajos de producción; por esto es el grupo de tratamientos menos recomendable para una producción comercial de melón, ya que en el manejo de un sistema sub-superficial por goteo de este tipo solo se logran Q 226.00 menos, en la instalación por hectárea por año en comparación al testigo, y un beneficio más bajo por hectárea con respecto al riego superficial. El efecto del riego sub-superficial sobre el cultivo de melón en el desarrollo del cultivo y la incidencia de enfermedades y malezas, comparado con el riego superficial no es estadísticamente significativo.

INDICE.

	PAGINA
1 INTRODUCCION	1
2 DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	3
4 MARCO TEORICO	5
4.1 MARCO CONCEPTUAL	5
4.1.1 GENERALIDADES SOBRE EL RIEGO SUBSUPERFICIAL POR GOTEQ	5
4.1.1.A CULTIVOS QUE ACTUALMENTE UTILIZAN RIEGO SUBSUPERFICIAL POR GOTEQ	6
4.1.1.B PROFUNDIDADES DE INSTALACION	6
4.1.1.C FILTRACION DEL AGUA	6
4.1.1.D COSTE DE RIEGO SUBSUPERFICIAL POR GOTEQ	7
4.1.2 VENTAJAS DEL RIEGO SUBSUPERFICIAL POR GOTEQ	7
4.1.3 FORMA EN QUE TRABAJA EL RIEGO SUBSUPERFICIAL POR GOTEQ	8
4.1.4 FRECUENCIA DEL RIEGO	9
4.1.5 REGIMEN DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE MELÓN	9
4.1.6 CALIDAD DEL FRUTO DE MELON TIPO CANTALOUPE	9
4.1.6.A RED	10
4.1.6.B SOLIDOS SOLUBLES	11
4.1.6.C COLOR DEL FRUTO	12
4.1.6.D GROSOR DE LA CARNE	12
4.1.6.E TAMAÑO DE LA CAVIDAD	12
4.1.7 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	13
4.2 MARCO REFERENCIAL	17
4.2.1 DESCRIPCION DEL AREA	17
4.2.1.A UBICACIÓN GEOGRAFICA	17
4.2.1.B ECOLOGIA	18
4.2.1.B.a CLIMA	18
4.2.1.B.b ZONA DE VIDA	18
4.2.2 SUELOS	18
4.2.3 AGUA DE RIEGO	19
7 METODOLOGIA	23
7.1 MATERIAL EXPERIMENTAL	23
7.2 DISEÑO EXPERIMENTAL	23
7.2.1 MODELO LINEAL	24
7.2.2 TRATAMIENTOS	25
7.2.3 TAMAÑO DE LA UNIDAD EXPERIMENTAL	26
7.2.4 LOCALIZACION DE LOS BLOQUES	26
7.3 VARIABLES RESPUESTA	26
7.3.5 VARIABLES SECUNDARIAS	27
8 RESULTADOS	29
9 CONCLUSIONES	39
10 RECOMENDACIONES	41
11 BIBLIOGRAFIA	42
12 ANEXOS	44

INDICE DE TABLAS

		Página
TABLA 1	Análisis de suelo para uso de riego.	19
TABLA 2	Número de riegos y dosificación del agua de riego para la investigación.	20
TABLA 3.	Análisis de varianza para la producción de melón tipo Cantaloupe bajo cinco tipos de cinta de riego por goteo instalados a tres niveles de profundidad.	29
TABLA 4.	Prueba de medias Duncan para Factor B, Nivel de instalación en la producción de cajas exportables por hectárea.	30
TABLA 5.	Presupuesto parcial por profundidad de instalación.	34
TABLA 6.	Rendimientos obtenidos del factor nivel de instalación de cinco tipos de cinta de riego por goteo.	44
TABLA 7.	Rendimientos obtenidos del factor tipo de cinta de riego por goteo instaladas a tres niveles de profundidad.	45

INDICE DE MAPAS Y PLANOS

MAPA 1	Mapa de la república de Guatemala con la ubicación geográfica del lugar del ensayo.	46
MAPA 2	Mapa del departamento de Zacapa con la ubicación geográfica del ensayo.	47
MAPA 3	Zonificación de bloques experimentales, localizados en la finca PROTISA.	48
MAPA 4	Distribución de tratamientos del bloque I	49
MAPA 5	Distribución de tratamientos del bloque II	50
MAPA 6	Distribución de tratamientos del bloque III	51

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Producción de cajas por hectárea bajo nivel de instalación.	30
FIGURA 2.	Porcentaje de incidencia de malezas.	31
FIGURA 3.	Desarrollo vegetativo de la planta de melón medido en longitud de guía principal.	33

1. INTRODUCCION.

Factores limitantes como la escasez de agua, la reducción de tierras de producción, salinidad y contaminación de las aguas, entre otros, han llevado a que la agricultura incremente constantemente la tecnificación de los cultivos, tomando en cuenta factores como lo es la mayor eficiencia del riego, uso moderado y conservación del agua de riego y la optimización de los nutrientes que se aplican a la planta. Un alto número de técnicas se han considerado para cumplir tales condiciones. Los sistemas de microirrigación, particularmente el fertirriego sub-superficial por goteo, parece ajustarse con facilidad a las condiciones deseables de producción, ya que son compatibles con la conservación de agua y la protección del ambiente.

Guatemala obtiene la mayor parte de sus divisas por la exportación de productos agrícolas tradicionales como lo son el café y el azúcar; sin embargo, en los últimos años se ha incrementado la exportación de productos no tradicionales como frutas y hortalizas, entre los cuales se encuentra el melón (*Cucumis melo*), que en el año de 1997 generó US\$ 30 millones de divisas al país (22).

En la producción de melón (*Cucumis melo*) para exportación se necesita cosechar mayor cantidad de fruta de mejor calidad, requerida por el mercado internacional, bajo la misma cantidad de tierra que se ha venido sembrando año tras año. Con el motivo de disminuir los costos de producción y aumentar las ganancias en las empresas agrícolas, se deben implementar nuevas técnicas que se deriven de la investigación a realizar en el país, para satisfacer esta demanda.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Altos contenidos de humedad en la parte superficial del suelo generados por el riego por goteo tradicional, utilizado actualmente en el cultivo de melón (*Cucumis melo*) en el valle de La Fregua, Zacapa; han dado condiciones favorables al desarrollo del agente causal de gomosis (*Didymella bryoniae*), germinación de semillas de malezas presentes en la parte superficial del suelo, desarrollo de raíces poco profundas por el patrón de mojado de los emisores que concentran el mayor porcentaje de humedad en posición superficial, disminuyendo esta, conforme aumenta la profundidad en el suelo, con lo cual se limita a la planta a proliferar raíces más profundas y fuertes.

Una cinta con emisores de menor distanciamiento permitirá uniformizar más rápidamente la humedad del suelo y distribuir de mejor manera la aplicación de insumos tales como fertilizantes y agroquímicos por medio del riego en el suelo. Las cintas con emisores disponibles difieren en el diseño, y a medida que el paso del agua por el emisor sea más pequeño, la capacidad de taponamiento es mayor a cierta calidad de agua en contenidos de sólidos totales en suspensión. La fuente de agua de riego con que se cuenta en la zona contiene diferentes sólidos en suspensión las que se incrementan en la época lluviosa por el arrastre de partículas erosionadas.

En el cultivo de melón (*Cucumis melo*) se hace necesario contar con un sistema radicular fuerte y profundo que permita mantener a la planta normal bajo condiciones de adecuada humedad en el suelo, para la formación de un fruto de mejor calidad.

3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.

El riego superficial por goteo ha permitido la reducción de volúmenes de agua aplicada por unidad de superficie, y la aplicación de insumos agrícolas de fertilización pero ha incrementado el uso de productos para el control de enfermedades del suelo en el valle de la fragua, Zacapa.

El desarrollo de tecnología y la competencia derivada del uso de la misma, ha permitido un desarrollo industrial en tipos de gotero, cintas con emisores y diferentes distanciamientos entre emisores, así como nuevos métodos de riego como el sub-superficial (enterrado), que en algunos cultivos ha sido fácil adaptarlos con resultados promisorios, que invitan a realizar ensayos o estudios de investigación que permitan observar las ventajas comparativas de este método y encontrar su aplicabilidad al resto de prácticas agronómicas que se desarrollan en la finca con los cultivos de melón (*Cucumis melo*) o sandía (*Citrullus vulgaris*), o a modificar las existentes en caso de ser necesario para mejorar la producción.

El riego por goteo permite la formación de bulbos de humedecimiento los cuales se caracterizan por tener diferentes contenidos de humedad a partir del emisor de agua, encontrándose mayor contenido de humedad cercano a la salida del agua y menos humedad en las zonas más alejadas. En el riego superficial se ha observado que en esa zona cerca del emisor se provoca una saturación de humedad con desplazamiento del aire en el suelo, existiendo un movimiento lateral y vertical diferente en función de la clase textural de suelo, siendo necesaria la aplicación de diferentes volúmenes de agua para encontrar un humedecimiento en la cama cultivable.

El humedecimiento de la capa superficial del suelo trae como efectos negativos, entre otros, el aumento de la humedad relativa entre la cama emplastificada y el denso follaje del cultivo; en consecuencia se forma un ambiente propicio para la proliferación de agentes causales de enfermedades, desplazamiento de aire por agua en áreas cerca del emisor, reduciendo la aireación del suelo y permitiendo la germinación de semillas de malezas que se encuentren cerca de la superficie.

Con el riego por goteo sub-superficial o enterrado se pretende reducir la humedad en la parte superficial y con esto reducir las condiciones de alta humedad relativa a los agentes causales de enfermedades, principalmente a *Didymella bryoniae*, *Ascochyta* spp., *Macrophomina* spp., *Diplodia* spp. y otros hongos imperfectos presentes en un ataque de gomosis del melón (*Cucumis melo*). Se espera también que el volumen de agua aplicado humedezca a mayor profundidad con lo que se espera mayor crecimiento vertical de raíces y mayor sistema radicular, permita el ingreso de aire al suelo por la parte superficial promoviendo riqueza física en el suelo y reduciendo la cantidad de malezas en los campos, aumentando el rendimiento en cajas por hectárea, así como el incremento de primera calidad (Mejor redécilla, incremento de grados brix, fruta más consistente) en el cultivo de melón (*Cucumis melo*).

4. MARCO TEORICO.

4.1 MARCO CONCEPTUAL.

4.1.1 Generalidades Sobre el Riego Sub-superficial por Goteo.

El riego es definido como la aplicación artificial de agua al suelo con el fin de suplir la humedad necesaria para el desarrollo de las plantas (13). El riego sub-superficial por goteo es un sistema de riego a baja presión, de poco volumen que utiliza las cintas de goteo enterradas (19).

El riego por goteo sub-superficial es una variación del riego por goteo tradicional donde el aislante de tubo y los emisores se instalan debajo de la superficie del suelo, en lugar de ponerlo en la tierra o suspendido en alambres. Los productos que son utilizados hoy en el riego por goteo sub-superficial vienen en tres configuraciones básicas: manguera dura, cinta de goteo, y aislante de tubo poroso. La ventaja de los productos de manguera dura son fuerza y resistencia a enroscarse, a punturas, y al daño de roedores (27).

Los productos de tubo poroso emiten el agua a lo largo de la longitud del aislante del tubo. Hay literalmente millares de lugares por el tubo en donde el agua llora fuera del aislante. Este diseño ha mostrado resistencia a taponamiento por las raíces. La desventaja es su camino de flujo; que es en gran medida la más pequeña de las tres configuraciones. Esto aumenta la probabilidad de taponamiento por las partículas finas (23).

4.1.1.A Cultivos que Actualmente Utilizan Riego Sub-superficial por Goteo.

El riego sub-superficial es conveniente para casi todos los cultivos. Se utiliza extensivamente para los cultivos de alto valor nutritivo, césped y paisajes en general. Cultivos como la fresa (*Fragaria* spp.), el tomate (*Lycopersicum esculentum*), la papa (*Solanum tuberosum*), la cebolla (*Allium cepa*) han mostrado un aumento en la producción en cuanto a cantidad y calidad. En alfalfa (*Medicago sativa* L.) puede realizarse un nuevo crecimiento después del corte sin permitir que emerjan las malas hierbas (1).

4.1.1.B Profundidad de Instalación.

La profundidad de instalación varía de 15 a 60 centímetros, dependiendo del suelo y del cultivo que se utilice. Los cultivos como las fresas (*Fragaria* spp.) pueden requerir una instalación de 15 a 25 centímetros debajo de la superficie. Los emisores en el tubo deben estar colocados hacia arriba en la instalación. La colocación en una profundidad uniforme es esencial y la humedad apropiada del suelo facilita el proceso (6).

4.1.1.C. Filtración del Agua.

Es esencial tener una unidad de filtración para un sistema de riego por goteo, independientemente de si el emisor se está utilizando sobre la tierra o debajo de la superficie de la tierra. Partículas más finas combinadas con la materia orgánica pueden formar una capa en las paredes internas, especialmente en los tubos porosos. Esto se evidencia por el hecho de que la presión en los tubos porosos tiende a elevarse con el tiempo, requiriendo vaciarlos frecuentemente (1).

4.1.1.D. Coste de Riego Sub-superficial por Goteo.

Un sistema sub-superficial por goteo puede requerir de una inversión inicial más alta y el coste variará debido a la fuente de agua, calidad, necesidad de filtración, opción de material y el grado de automatización del sistema. El coste del sistema, incluyendo la instalación, puede extenderse a partir de US\$ 1,493 a US\$ 3,733 por hectárea. La esperanza de vida normal de un sistema se considera en 12 a 15 años. El sistema puede seguir enterrado en la tierra por muchos años, dependiendo del material y de la operación (5).

4.1.2 Ventajas del Riego Sub-superficial por Goteo.

El riego por goteo sub-superficial ofrece las siguientes ventajas en comparación con el riego por goteo superficial (18):

1. La instalación permanente debajo de la profundidad del arado proporciona ahorros considerables de trabajo y el riego puede ser aplicado mientras que el equipo está en el campo.
2. La evaporación del agua de la superficie del suelo es limitada debido al efecto del suelo seco y se acumulan menos sales en la superficie.
3. La no-uniformidad de la aplicación asociado generalmente con agua ~~securada~~ de la superficie o que se acumula en la superficie será eliminada, por lo tanto la distribución del agua a través del campo a lo largo de los laterales debe ser mejor.
4. El sistema sub-superficial por goteo se entierra y no se maneja anualmente. El sistema sub-superficial está fuera de la luz del sol y se sujeta a la sequedad y a la calefacción, por lo tanto se espera que el sistema dure más que uno que esté en la superficie y está expuesto al ambiente que puede cambiar bruscamente.
5. El tráfico del equipo a través del campo será más fácil y menos incómodo porque se entierran todos los tubos y laterales. Además, la superficie del suelo se mantiene seca

después del riego inicial para la germinación, así, la tracción a través del campo debe ser mejor y menos compactación de suelo debe resultar.

6. El agua y los alimentos se aplican directamente a la zona de la raíz. Además, las raíces tomarán y utilizarán los alimentos más eficientemente a condición de que las horas de riego y de la fertilización sean adecuados.
7. La aplicación de fungicidas y/o de pesticidas a través del sistema sub-superficial por goteo proporciona el uso eficaz de los productos químicos para las malas hierbas y el control de plagas y enfermedades.
8. Puesto que la tierra se mantiene seca durante la mayoría de la estación de crecimiento de la planta, la ocurrencia de la putrefacción de la fruta y de las enfermedades llevadas y aumentadas por los suelos mojados debe ser reducida al mínimo. La germinación de las semillas de mala hierba será disminuida debido a la carencia del agua necesaria del suelo.

4.1.3 Forma en que Trabaja el Riego Sub-superficial por Goteo.

Las fuerzas que controlan el movimiento del agua son sobre todo las fuerzas capilares, que son iguales en todas las direcciones, y a la gravedad que es constante y hacia abajo. La fuerza capilar disminuye en suelos más húmedos. Por lo tanto en suelos secos la fuerza capilar es mucho mayor que la fuerza gravitacional y tiende a mover el agua igualmente en todas las direcciones. Mientras que el suelo llega a ser más mojado, los poros del suelo se saturan y se debilita la fuerza capilar permitiendo que las fuerzas gravitacionales dominen y el agua se mueva principalmente hacia abajo. Este concepto algo simple y básico implica que el agua de riego se debe aplicar en pulsos cortos de modo que el movimiento del agua en el suelo sea controlado principalmente por la acción capilar (20).

4.1.4 Frecuencia del Riego.

A medida que la textura del suelo es más gruesa, son más frecuentes y más cortos los ciclos de riego. En el sistema de riego sub-superficial por goteo, enterrado a 45 centímetros, el turno de riego no debe sobrepasar los 50 minutos para prevenir la emergencia del agua. En suelo arcilloso esto se podría aumentar a 90 minutos, pero raramente a más de 120 minutos (14).

4.1.5 Régimen de Riego para el Cultivo de Melón (*Cucumis melo*).

En la zona melonera de La Fragua, Zacapa, comercialmente se utiliza 150 milímetros de riego en temporada húmeda y 250 milímetros de agua de riego en temporada seca. La frecuencia de riego varía considerablemente de finca en finca, principalmente por el factor suelo y del criterio personal de cada encargado del riego en estas fincas meloneras¹ (10).

4.1.6 Calidad del Fruto de Melón (*Cucumis melo*) Tipo Cantaloupe.

Las características que se consideran determinantes en la calidad de los frutos son la red, los sólidos solubles (azúcar), el grosor y el color de la carne, y las dimensiones de la cavidad que contiene las semillas. La forma en que se heredan las características internas de la fruta es cuantitativa, es decir que entre unos cuantos a muchos genes interactúan para determinar estas características. Como se ha mencionado, las cualidades determinadas cuantitativamente se ven afectadas profundamente por las condiciones ambientales, y las desviaciones del ambiente de su condición óptima evitan que el fruto alcance todo su potencial de calidad. Lo que aquí denominamos "ambiente" incluye todos

¹ HERNANDEZ, S. 2000. Régimen de riego para los campos de producción de melón tipo cantaloupe de Productos de la Tierra S.A. (PROTISA). Guatemala. (Comunicación personal).

los factores que afectan el crecimiento de la guía y desarrollo de los frutos: el suelo, las condiciones del tiempo, organismos patógenos, plagas y prácticas culturales y de manejo (2).

4.1.6.A Red

El característico retículo suberoso que cubre la superficie de los frutos de melón cantaloupe es una característica heredada cuantitativamente. Hay dos tipos básicos de red en los melones cantaloupe que no poseen suturas. Uno es el tipo cordel o pronunciado y el otro es la red fina y aplanada. El fruto comienza su desarrollo como un óvulo fecundado, que ha resultado de la polinización por las abejas. La fecundación inicia un período de intenso desarrollo, primero con el crecimiento de las células que estaban presentes a la polinización. Unas dos semanas después de la polinización, la superficie del ovario en crecimiento se comienza a agrietar alrededor del extremo apical. Estas cuarteaduras se vuelven más extensas durante los 7 a 10 días siguientes, y a los 21 días de la fecundación toda la superficie del fruto está ya cubierta con una malla de fisuras. Al crecer la fruta, ciertas células se dividen para formar una capa de tejido suberoso debajo de las fisuras superficiales. Este tejido llega a aflorar a través de las fisuras por sobre la superficie de la cáscara, y forma la red del cantaloupe. El desarrollo de la red continúa con el desarrollo del fruto hasta el momento en que se arranca de la guía. Cuando se establece el retículo básico, ya se ha establecido cualquier deficiencia que pueda afectar a la red. Su desarrollo subsiguiente es solamente el crecimiento del tejido suberoso ya establecido; el aspecto final del retículo está determinado por elevación y anchura del tejido establecido en las grietas de la epidermis. Las condiciones del ambiente afectan profundamente la formación de la red. Temperaturas favorables y nutrición adecuada, humedad suficiente sin enfermedades o insectos, producen retículos atractivos. Por el contrario, las condiciones opuestas disminuyen la formación del material suberoso, y la malla será menos deseable.

Ejemplos de condiciones desfavorables serían nutrición y humedad deficientes o excesivas, restricción del sistema radicular, compactación, salinidad o falta de aireación del suelo, o presencia de nemátodos, insectos o daños causados por las pasadas de cultivadora; reducción de la capacidad fotosintética poca área foliar debida a crecimiento deficiente, infección por virus o enfermedades foliares, daño de insectos o de prácticas culturales, toxicidad de productos químicos plaguicidas o de gases de la atmósfera como óxidos de nitrógeno u ozono; y condiciones desfavorables para el desarrollo de temperaturas extremas, alta humedad, o competencia de malezas y otras plantas (2).

4.1.8.B Sólidos Solubles

El nivel de sólidos solubles (azúcares) en el fruto depende de la capacidad de la planta para producir suficientes compuestos por medio de la fotosíntesis para satisfacer sus propias necesidades metabólicas además de un exceso para almacenar en el fruto. Es importante que la planta tenga un follaje completo antes desprender los frutos, para que cuente con la máxima actividad fotosintética. Pero una vez que la fructificación ha comenzado, es necesario que se reduzcan las necesidades metabólicas limitando la formación de hojas adicionales. Los factores que limitan la producción y traslado de los azúcares hacia la fruta incluyen: reducción del área foliar por causa de menos hojas, o de menor tamaño, enfermedades, insectos, y daños mecánicos; reducción en la fotosíntesis tiempo nublado o frío, polvo, sombreado por otras plantas, depósitos opacos; deficiencias de agua en la planta, suelo seco, enfermedades que restringen las raíces, insectos, daños físicos en los tejidos conductivos, y otras necesidades de la planta que compiten por el azúcar, desarrollo, reparación de tejidos dañados, combate de enfermedades. La prevención y corrección de éstos y de otros factores limitantes incrementarán los niveles de azúcar en la fruta. El contenido de azúcar declina también cuando se traslada humedad excesiva hacia el fruto, debido a lluvia o riegos demasiado intensos (2).

4.1.6.C Color del Fruto

El color del fruto es más estable ante las variaciones ambientales que el contenido de sólidos solubles, especialmente cuando estos cambios suceden ya cerca de la cosecha. Por lo contrario, la intensidad del color se reduce cuando ocurren cambios durante la formación del fruto. Las enfermedades, desnutrición, anegamiento de las raíces, daños extensos por insectos o causas mecánicas, y la competencia de las malezas y el sombreado, disminuyen el color. Es interesante que una leve deficiencia de agua, como sucede a veces en condiciones desérticas o semidesérticas, puede producir un color más intenso (2).

4.1.6.D Grosor de la Carne

El espesor de la carne es la más estable de las cualidades de calidad frente a los cambios del ambiente de corta duración. La carne gruesa requiere un crecimiento consistente durante todo el período de desarrollo del fruto, y depende de buenas prácticas de cultivo durante toda la temporada. Cuando ciertas frutas muestran carne particularmente gruesa, ello probablemente se debe a que están en una planta libre de problemas y en un microclima óptimo. Lo opuesto se aplica a aquellas plantas que sufren condiciones difíciles, por una o varias causas (2).

4.1.6.E Tamaño de la Cavidad

El tamaño de la cavidad que contiene las semillas es un factor en la durabilidad del fruto y su capacidad para resistir el transporte. Es función del grosor de la carne y del diámetro total del fruto. La carne de un determinado espesor rodeará a una cavidad pequeña en un fruto pequeño, y a una cavidad más grande si el diámetro del fruto es mayor. El manejo violento de las frutas, especialmente lanzarlas por el aire, puede producir cavidades "flojas" que suenan como "maracas", "shakers" o "sonajas" y el resultado son

frutas blandas que no duran ni se transportan tan bien como las frutas con cavidades sólidas (2,8).

4.1.7 Antecedentes de la Investigación Sobre el Riego Sub-superficial.

En 1995, Robert Stewart, del Instituto Agrícola de Estudios del Agua de la Universidad Agrícola de Texas, controló la humedad de un suelo en Bushland, Texas. Utilizando el riego sub-superficial por goteo en una plantación de maíz (*Zea mays*) y concluyó que este método es eficaz, al observar un aumento en la producción de grano de maíz por área cultivada. Este sistema de riego mejora la eficacia de la aplicación de agua y agroquímicos, reduciendo al mínimo pérdidas de aplicación. La frecuencia de riego no afectó las producciones de maíz (*Zea mays*). Los riegos semanales fueron tan eficaces como el riego diario; el sistema sub-superficial de riego por goteo proporcionó un suelo más seco y permitió que la precipitación fuera guardada en los suelos, en comparación con el sistema superficial de riego por goteo que mantuvo áspero la mitad de la parte superficial del suelo mojado (11).

En 1994 el campus de la Universidad del Estado de California incluyó dentro de sus actividades la instalación de un sistema sub-superficial para el riego del césped. Esta decisión se basó en la experiencia que tenía el Centro para la Tecnología del Riego (CIT), que había ensayado el riego sub-superficial en los cinco años anteriores (4).

El Centro para la Tecnología de Riego ha estado conduciendo estudios en la eficacia del riego por goteo sub-superficial en césped desde el verano de 1989. La meta original del estudio era investigar la producción de césped sano. El estudio comenzó con ocho diversos productos de riego por goteo, representando siete fabricantes. Solamente dos productos fueron clasificados como satisfactorios en producir césped de buena calidad

concluidos los últimos cinco años. Después de cinco años de prueba, el uso de la tecnología de riego sub-superficial por goteo continúa mostrando una promesa como alternativa viable al riego de microaspersión. El Centro para la Tecnología de riego ha instalado recientemente 0.61 hectáreas de césped en el campus de la Universidad Estatal de California en Fresno (CSUF). Al mismo tiempo, 1.61 hectáreas de un sistema de microaspersión fueron instaladas. Esto proporcionó una buena oportunidad para una comparación directa de los dos métodos del riego bajo condiciones similares. El Centro para la Tecnología de Riego vigiló este proyecto para la eficacia del uso del agua, los requisitos de mantenimiento, y el aspecto total del césped durante el verano de 1994 (3).

Con el financiamiento de varias organizaciones en California, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos de Norte América, Distrito de Riego (USDA-ars) en 1990 comenzó una evaluación de cinco años para la alfalfa (*Medicago sativa L.*), en el centro de investigación de riegos USDA-ars del desierto, en Brawley, California. El propósito del estudio era examinar los requisitos del agua que necesita la alfalfa (*Medicago sativa L.*) y la influencia a largo plazo del manejo de riego en acumulaciones de sales en el suelo. Este experimento se enfocó en:

1. La comparación de las respuestas de la cosecha, de los requisitos del agua de riego y de las acumulaciones de la salinidad según lo afectado por el riego por goteo sub-superficial contra el riego por gravedad; y,
2. La influencia de dos espaciamientos laterales de riego por goteo.

El suelo en el sitio del experimento es una marga pesada de arcilla con características de infiltración superficiales bajas.

En la alfalfa (*Medicago sativa* L.) el espaciamiento de la cama plantada y la lateral del goteo sub-superficial es de 1 metro, instalados en una profundidad media de 40 centímetros debajo de los centros de la cama. El espaciamiento del emisor era de 100 centímetros. La cama plantada se utiliza comúnmente en áreas de alta temperatura porque estas, conjuntamente con condiciones inundadas pueden estropear la corona y la raíz. Durante la primera operación de un año y medio del experimento, se obtuvo producciones aproximadamente del 22 por ciento más altas con el riego sub-superficial por goteo. Durante la segunda fase, las producciones hicieron un promedio de 26 a 35 por ciento mayor que el riego superficial por goteo. Los problemas con áreas mojadas del suelo superficial fueron eliminados con las instalaciones más profundas del lateral del goteo. Incluso durante altos períodos de la aplicación del agua en el verano (tanto como 1.5 centímetros por día), las densidades de la raíz fueron las más grandes (12).

Un nuevo proyecto patrocinado por la Comisión del Pistacho de California demostró que utilizando el riego por goteo no se tiene el predominio del hongo *Alternaria* spp. ya que reduce el impacto de la enfermedad y rinde más que los fungicidas químicos. El destrozado que causa la *Alternaria* spp. se considera el segundo problema de los cultivadores de pistacho al lado del *Verticillium* spp. y está llegando a ser más y más frecuente cada año según el patólogo de plantas, Themis Michailides, del Centro de Agricultura Kearney de la Universidad de California. Por su parte Nichols, afiliado a la comisión del pistacho de California, había utilizado los remedios comunes, incluyendo el yeso y las prácticas culturales, para controlar la citada enfermedad, sin obtener resultados satisfactorios. La granja de Nichols se ofreció voluntariamente a convertir la mitad de la huerta al sistema de riego por goteo bajo experimento, controlado por la cooperación de la universidad de California. Cinco réplicas de 12 filas fueron puestas en un sistema de riego por goteo sub-superficial, mientras que seguía habiendo otras cinco réplicas aleatoriamente localizadas,

de riego por gravedad. Cada diagrama (de 4 hectáreas) tenía a partir de 500 a 1,000 árboles. El sistema de riego por goteo fue instalado en abril de 1994, y Nichols a visto desde entonces condiciones reducidas de la enfermedad en los bloques del riego por goteo. El mismo bloque ha aumentado producciones comestibles de pistacho; la última estación se incrementó el rendimiento en un 10 por ciento. El riego por goteo sub-superficial eliminó virtualmente el agua libre en la huerta. La estadística y los datos de campo muestran que esas filas bajo riego por goteo tenían una humedad relativa más baja, períodos más cortos de formación de rocío y temperatura del aire más altos. Consecuentemente, la incidencia de *Alternaria* spp. que destruyó las hojas en la cosecha, fue solamente del 20 por ciento de las hojas muestreadas, comparados con un 55 por ciento de las hojas muestreadas en el sistema de riego por gravedad. Más importante aún, los porcentajes de frutos infectados en la cosecha eran 22 por ciento para las filas del riego por goteo, comparados con 51 por ciento para los frutos de los bloques irrigados por gravedad. El fruto que se manchaba, un síntoma importante del destrozo, era generalmente menor en bloques del riego por goteo. Los frutos totales, cosechados fueron 498 libras por hectárea mayores en los bloques del riego por goteo. En 1995, la cosecha comestible total de los frutos extraídos del pericarpio tuvo un rendimiento en peso de 4,512 libras por hectárea para el sistema de riego por goteo, comparado a 4,017 libras por hectárea para el sistema de riego por gravedad. Durante el año 1994, cuando el primer sistema de riego por goteo fue instalado, las producciones comestibles fueron de 2,735 libras por hectárea para el sistema de riego por goteo y 2,369 libras por hectárea para el sistema de riego por gravedad (15).

Los efectos del sistema de riego sub-superficial por goteo y del sistema de riego por gravedad, en el último destrozo de *Alternaria* spp. en el pistacho fueron comparados en una huerta de pistacho de 32 hectáreas. El diseño experimental era un diseño de bloques al

azar completo con cinco réplicas de 12 filas de árboles cada uno. Semejantemente a los resultados de 1994, el riego por goteo sub-superficial dio lugar a una incidencia y a una severidad perceptiblemente más baja de hojas infectadas por *Alternaria* spp. Por ejemplo, para el tiempo comercial de la cosecha, solamente se observó un 10% de hojas infectadas en los bloques irrigados con el sistema de riego por goteo sub-superficial mientras que un 55% de las hojas en los bloques irrigados por gravedad fueron infectados. Además, el riego sub-superficial redujo la incidencia de la fruta infectada a la mitad de los niveles del inóculo de la espora de *Alternaria* spp. (y otros hongos y levaduras filamentosas) las hojas y las frutas no fueron afectadas. El riego por goteo sub-superficial dio lugar a periodos más cortos de formación del rocío por día, una humedad relativa más baja, y temperaturas más altas. Las diferencias en estos parámetros ambientales pueden explicar las diferencias de los niveles de la enfermedad entre los dos sistemas de riego. El riego por goteo sub-superficial no redujo las producciones. En conclusión, los resultados del segundo estudio del año sugieren fuertemente que el manejo del último destrozo de la *Alternaria* spp. en las huertas irrigadas por gravedad puede ser hecha con éxito convirtiendo al riego por goteo sub-superficial (17).

4.2 MARCO REFERENCIAL

4.2.1 DESCRIPCION DEL AREA:

4.2.1.A Ubicación Geográfica:

El estudio se realizó en la aldea El Guayabal, Estanzuela, Zacapa; en los campos de producción de la empresa Productos de la Tierra Sociedad Anónima (PROTISA). A una altura de 228 msnm, localizado en las coordenadas 14° 57' de latitud norte y 89° 35' longitud oeste.

4.2.1.B Ecología:

4.2.1.B.a Clima:

Según De la Cruz (9), el clima es clasificado como cálido seco, con inviernos benignos. La precipitación promedio anual es de 500 a 1,000 milímetros, y su temperatura promedio anual es de 26.8°C.

4.2.1.B.b Zona de Vida:

Según De La Cruz (9), el área experimental esta dentro de la zona de vida "Monte espinoso sub-tropical".

4.2.2 Suelos.

El análisis químico de los suelos, no presentó problemas particulares. La materia orgánica del suelo es baja. El PH, capacidad de intercambio catiónico y el porcentaje de saturación de cationes se encontró dentro de los límites adecuados. El sodio se encontró en un rango satisfactorio con un bajo porcentaje de saturación. El fósforo disponible a las plantas es excelente, el potasio esta en rangos adecuados (26).

Los campos de producción en donde se llevó a cabo el estudio poseen tres clases texturales de suelo que son arcilloso, franco arenoso y franco arcilloso. Los suelos pertenecen a la serie chicaj arcilla, los cuales se caracterizan por tener un material madre de ceniza volcánica cementada de color claro, relieve casi plano, drenaje interno malo, suelo superficial de color gris muy oscuro de arcilla plástica, con un espesor aproximado de 25 a 50 cm; subsuelo compuesto de ceniza volcánica pomacea, cementada.

El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 20 cm. es arcilla plástica de color gris muy oscuro. Cuando está seco es muy duro y se forman grietas anchas y profundas.

Una estructura cúbica gruesa se ha desarrollado en algunos lugares. La reacción es neutra a casi neutra, PH alrededor de 6.8 a 7.

El substrato es ceniza volcánica (pómez) cementada y blanca, de grano fino; que en la mayor parte esta estratificada y parece haber sido depositada en agua. En algunos lugares se encuentra una capa delgada de 3 o 4 centímetros de espesor, de arcilla arenosa. En algunas áreas el material se ha mezclado con un material que no es ceniza volcánica y pueden ocurrir lentes de franco arenoso misáceo fino, en el suelo o substrato (16).

TABLA 1. Análisis de suelos para uso de riego de la finca PROTISA.

CLASE TEXTURAL	GRANULOMETRIA			RETENCION DE HUMEDAD		DENSIDAD	C.E.
	Arcilla %	Limo %	Arena %	C.C. 1/3 ATM Ps	PMP 15ATM Ps	gr / cc	Milímetros / cm
ARCILLOSO	44.8	16.72	38.48	51.4	24.95	1.06	0.91
F. ARENOSO	11.36	14.72	73.92	23.4	10.91	0.91	0.80
F. ARCILLOSO	35.8	34.6	29.6	35.3	17.84	1.03	0.7

FUENTE (15).

4.2.3 Agua de Riego:

El análisis de agua que se utilizó para riego del ensayo pertenece a la clasificación C2S1, que corresponde a agua de salinidad media, puede utilizarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad, se pueden producir las plantas moderadamente tolerantes a las sales. Agua baja en sodio, puede usarse para el riego en la mayoría de los

suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, como algunos frutales pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio (21, 24).

Se hizo siete riegos durante el ciclo del cultivo con un intervalo de riego de ocho días de frecuencia, que es la utilizada por los agricultores de la región.

TABLA 2. Número de riegos y dosificación del agua de riego para la investigación.

RIEGO No.	HORAS DE RIEGO	LITROS / mt
1	24	96
2	8	32
3	8	32
4	8	32
5	8	32
6	8	32
7	8	32

5. OBJETIVOS.

5.1 Objetivo General

Determinar el tipo de cinta de riego por goteo y la profundidad de instalación que mejor se adecuen a las condiciones de suelo, actividades de manejo y costos de producción en el cultivo de melón (*Cucumis melo*); bajo condiciones de riego por goteo sub-superficial.

5.2 Objetivos Específicos.

1. Analizar estadísticamente el efecto de cinco tipos de cinta instaladas a tres niveles de profundidad en la producción del melón (*Cucumis melo*) tipo cantaloupe, medidos por medio de rendimiento en cajas por hectárea.
2. Observar el efecto del riego sub-superficial sobre el cultivo de melón en el desarrollo del cultivo y la incidencia de enfermedades y malezas, comparado con el riego superficial.
3. Identificar el tratamiento óptimo económico.

6. HIPOTESIS.

El riego sub-superficial por goteo presenta mayores ventajas comparativas que el riego superficial por goteo, medido a través del rendimiento en cajas por hectárea, desarrollo vegetativo e incidencia de malezas y enfermedad de gomosis (*Didymella bryoniae*) en el cultivo de melón (*Cucumis melo*) tipo cantaloupe.

7. METODOLOGIA:

7.1 Material Experimental:

Se evaluó cinco tipos de cintas y tres profundidades de instalación en el cultivo de melón (*Cucumis melo*) tipo cantaloupe variedad "DURANGO", las cuales son:

Tipos de cintas:

1. T-TAPE con distanciamiento de 0.3 mts. caudal de 4 lts./hora-metro
2. Typhoon cc distanciamiento del gotero a 0.30 mts. Gotero 1.2 lts/hora-metro.
3. Typhoon con distanciamiento del gotero a 0.5 mts. Gotero 1.8 lts/hora-metro.
4. Queen Gill con distanciamiento de 0.1 mts. caudal de 4 lts./hora-metro.
5. Chaping 0.3 mts. caudal de 4 lts./hora-metro.

Profundidades de instalación:

1. 10-20 centímetros.
2. 30-40 centímetros.
3. Superficial.

7.2 Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, utilizando dos factores que son:

Factor A: tipos de cintas ($i= 1. r$).

Factor B: Profundidades de instalación ($j= 1. p$).

Se utilizó tres repeticiones para evaluar el riego sub-superficial, ubicando cada una en los tres tipos de suelo que se presentan en la finca, que son arcilloso, franco arenoso y franco arcilloso ($K= 1. q$).

7.2.1 Modelo Lineal:

Se utilizó el diseño de bloques al azar con parcelas divididas con quince tratamientos y tres repeticiones, cuyo modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \eta_{ij} + \delta_k + (\tau\delta)_{jk} + e_{ijk}$$

En donde:

Y_{ijk} = Producción de cajas exportables por hectárea.

μ = Efecto general de la media.

β_i = Efecto del bloque completo i .

τ_j = Efecto del tratamiento j sobre la parcela grande (tipo de cinta) (ij).

η_{ij} = Elemento aleatorio de error sobre la parcela grande (tipo de cinta) (ij).

δ_k = Efecto del sub-tratamiento k dentro de la parcela grande (profundidad) (ij).

$(\tau\delta)_{jk}$ = Interacción entre el tratamiento j y el sub-tratamiento k .

e_{ijk} = Error sobre la parcela chica (ijk).

Las variables del modelo estadístico fueron evaluadas por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) del diseño de bloques al azar con parcelas divididas. A los factores que se les encontró diferencia estadística significativa se les realizó una prueba de medias de Duncan.

7.2.2 Tratamientos:

- 1 Cinta T-TAPE profundidad de instalación de 10-20 centímetros.
- 2 Cinta T-TAPE profundidad de instalación de 30-40 centímetros.
- 3 Cinta T-TAPE a una instalación superficial.
- 4 Cinta TYPHOON distanciamiento de goteros de 0.3 metros a una profundidad de instalación de 10-20 centímetros.
- 5 Cinta TYPHOON distanciamiento de goteros de 0.3 metros a una profundidad de instalación de 30-40 centímetros.
- 6 Cinta TYPHOON distanciamiento de goteros de 0.3 metros a una instalación superficial.
- 7 Cinta TYPHOON distanciamiento de goteros de 0.5 metros a una profundidad de instalación de 10-20 centímetros.
- 8 Cinta TYPHOON distanciamiento de goteros de 0.5 metros a una profundidad de instalación de 30-40 centímetros.
- 9 Cinta TYPHOON distanciamiento de goteros de 0.5 metros a una instalación superficial.
- 10 Cinta QUEEN GILL profundidad de instalación de 10-20 centímetros.
- 11 Cinta QUEEN GILL profundidad de instalación de 30-40 centímetros.
- 12 Cinta QUEEN GILL instalación superficial.
- 13 Cinta CHAPING profundidad de instalación de 10-20 centímetros.
- 14 Cinta CHAPING profundidad de instalación de 30-40 centímetros.
- 15 Cinta CHAPING instalación superficial.

El tratamiento que se utilizó como testigo es el 9 que es el sistema que actualmente se está utilizando en la zona.

7.2.3 Tamaño de la Unidad Experimental:

Cada bloque contó con 45 camas de cultivo. Por lo que se utilizó tres camas por cada tratamiento. De un área de 0.06 hectáreas (600m²) por unidad experimental aproximadamente.

7.2.4 Localización de los bloques:

El área en donde se llevó a cabo el estudio corresponde al área de producción de la empresa agrícola PROTISA. Se utilizó el lote FG del circuito 19; el cual cuenta con un área de 3.63 hectáreas y un tipo de suelo arcilloso. Lote BC del circuito 17; cuenta con un área de 3.82 hectáreas y un tipo de suelo franco arenoso. Lote DE del circuito 20; cuenta con un área de 4.72 hectáreas y un tipo de suelo franco arcilloso.

7.3 variables respuesta:

7.3.1 Producción en cajas exportables por hectárea.

Se tomó mediante un estimado de rendimiento haciendo cuatro sub-muestras en el campo por cada tratamiento. Esto se hizo con un conteo de frutos de primera calidad y de segunda calidad y haciendo una relación a cajas por hectárea, según el tamaño de las frutas.

7.3.2 Incidencia de gomosis (*Didymella bryoniae*) en melón (*C. Melo*).

Se hizo tres monitoreos para observar la incidencia de la enfermedad, durante todo el ciclo del cultivo. Los monitoreos se realizaron a los 18, 30 y 48 días después del transplante. Se tomó cuatro muestreos por tratamiento de veinte plantas cada uno, finalmente se tomó el promedio de los muestreos para obtener el porcentaje de incidencia por tratamiento.

7.3.3 Incidencia de malezas.

Se hizo tres monitoreos; a los 18, 30 y 48 días después del trasplante para comprobar la presencia de malezas. Para esto se tomó lectura en el área que ocuparon veinte plantas sembradas de melón (*Cucumis melo*). Esta lectura se le tomó a cada uno de los tratamientos, finalmente el dato se expresó en porcentaje de plantas con presencia de malezas de la siguiente manera:

20 plantas	100%	}	7%
X plantas			

7.3.4 Desarrollo vegetativo de la planta de melón (*C. melo*).

Se hizo tres muestreos para observar el desarrollo de las plantas de los tratamientos a los 18, 25 y 32 días después del trasplante. Se tomó cuatro muestreos de cinco plantas por cada tratamiento y se promedió los datos. Los datos se expresaron en tamaño de guía, tallo y hoja.

7.3.5 Variables secundarias:

7.3.5.A Volúmenes totales de agua aplicados por tratamiento

Se tomó una acumulación de los tiempos totales de riego mediante un registro de horas de riego.

7.3.5.B Distribución del patrón de humedecimiento por el contenido de humedad del suelo.

Se hizo un muestreo de la humedad a cada 15 centímetros de profundidad para encontrar el patrón de humedecimiento, para esto se tomó cinco puntos distribuidos en las camas de cada tratamiento. Se hizo un muestreo a los 20 y 40 días después del trasplante y a los 2 días después de iniciada la cosecha a cada tratamiento.

7.3.5.C Determinación de grados Brix por tratamiento

Los grados Brix, se obtuvieron por medio de un refractómetro, haciendo un muestreo de doce frutos por tratamiento.

7.3.5.D Facilidad de adaptación a las prácticas de mecanización y de labores culturales.

Se registraron las actividades adicionales de mecanización y labores culturales que se realizaron por cada tratamiento.

7.1.4.10 Análisis de costos de producción por tratamiento

Se llevó el registro de las actividades y se calcularon los costos de operación. Para calcular el valor de los beneficios se utilizó un precio por caja de melón de US\$ 6.00 y con tipo de cambio de Q 7.60 por dólar americano. Se utilizó la metodología de presupuestos parciales desarrollada por el CYMMYT (7), donde se describen las recomendaciones para análisis económicos de datos de experimentos agronómicos. Aquí describen que los costos variables, son los costos por hectárea, relacionados con los insumos comprados, mano de obra y maquinaria que varían de un tratamiento a otro (6).

8. RESULTADOS

Estadísticamente al efecto de los tratamientos debido al factor cinta de riego por goteo T-TAPE, TYPHOON 0.5, TYPHOON 0.3, QUEEN GILL y CHAPING, sobre la producción de melón tipo cantaloupe variedad comercial "DURANGO", medido por el rendimiento de cajas por hectárea, no se le detectó diferencia significativa, como se observa en la TABLA 3. Esto indica que cintas con emisores a diferentes distanciamientos, permiten uniformizar la humedad en el suelo eficientemente y se distribuye de la misma manera la aplicación de insumos tales como fertilizantes y agroquímicos por medio del riego en el suelo.

TABLA 3. Análisis de Varianza para la Producción de Melón Tipo Cantaloupe Bajo los Cinco Tipos de Cinta de Riego por Goteo y los Tres Niveles de Instalación Evaluados.

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F calc.	F tab. 0.05
BLOQUES	2	2232280.711			
CINTAS	4	185141.4222	46285.3556	1.6009 ^{N.S.}	3.47
ERROR A	8	231297.5111	28912.1889		
PARCELA GRANDE	14	2848719.644			
PROFUNDIDADES	2	508986.1778	254493.089	7.7662*	2.95
INTERACCION A X B	8	310105.3778	38763.1722	1.18.29 ^{N.S.}	3.36
ERROR B	20	655385.7778	32769.2889		
TOTAL	44	4123196.9778			
c.v. 12%					

* Significante al 5% de confiabilidad.

^{N.S.} No hay significancia

El efecto de los tratamientos debido a los niveles de instalación superficial y de 10 a 20 centímetros de profundidad, no se les detectó diferencia significativa como se observa en la TABLA 4. Sin embargo si se comprobó diferencia significativa al 5% de confiabilidad para los tratamientos instalados de 30 a 40 centímetros de profundidad. En estos tratamientos se obtienen rendimientos bajos de producción. Se puede asegurar que al instalar la cinta de

riego por goteo a más de 30 centímetros se corre el riesgo de disminuir el rendimiento de fruta por hectárea.

En la TABLA 4 también se observa que no existe ningún tratamiento que combinando tipo de cinta de riego por goteo y profundidad de instalación se obtenga un aumento en el rendimiento; es posible utilizar un tipo de cinta de riego por goteo, para instalarla de cero a veinte centímetros de profundidad sin que se vea afectada la producción.

TABLA 4. Prueba de medias Duncan para Factor B, Nivel de Instalación.

NIVEL DE INSTALACION	RENDIMIENTO CAJAS/ha.	GRUPO DUNCAN
SUPERFICIAL	1,587	A
10 a 20 cm.	1,512	A
30 a 40 cm.	1,333	B

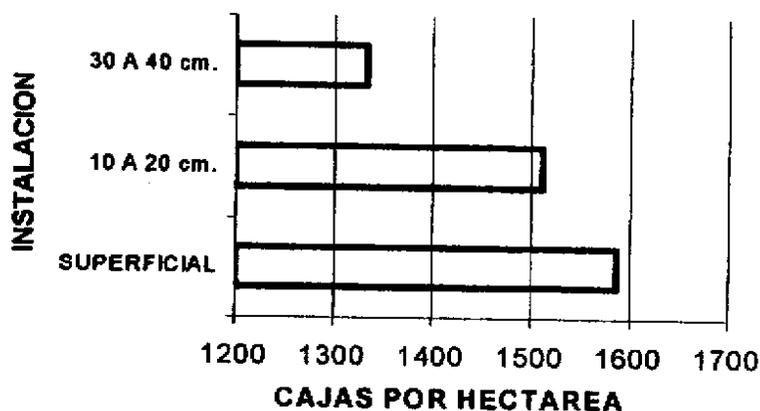


FIGURA 1. Producción de cajas por hectárea bajo nivel de instalación.

El efecto del riego sub-superficial sobre el cultivo de melón en el desarrollo de la planta y la incidencia de enfermedades y malezas, comparado con el riego superficial es estadísticamente no significativo. Con esto se comprobó que los contenidos de humedad en la parte superficial del suelo generados por el riego por goteo tradicional, utilizado

actualmente en el cultivo de melón en el valle de La Fragua, Zacapa; no influye en el desarrollo del agente causal de gomosis (*Didymella bryoniae*).

Según Villalba (25), los restos de cosecha y frutos enfermos son la principal fuente de infección del agente causal de gomosis (*Didymella bryoniae*); el manejo del riego en los meses de mayor incidencia de la enfermedad, coincide con la salida de la época lluviosa, en donde la saturación del agua es lo suficiente para el normal desarrollo del cultivo. Durante este período, si se hiciera necesario para incorporar la fertilización, los riegos deben ser más frecuentes y de menor duración.

No existe disminución en la presencia y germinación de semillas de malezas presentes en la parte superficial del suelo. Con el riego sub-superficial no se reduce el uso de productos para el control de enfermedades y malezas del suelo.

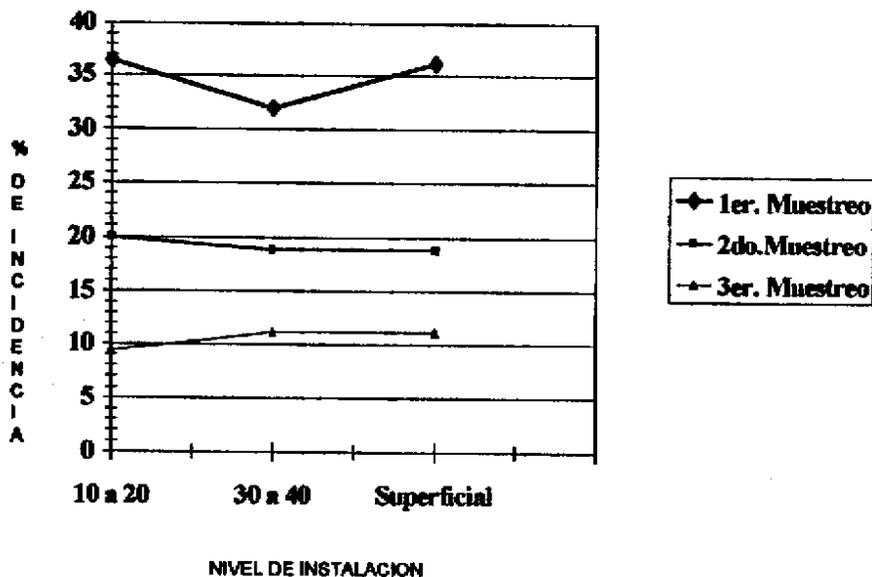


FIGURA 2. Porcentaje de incidencia de malezas.

El melón es un cultivo de ciclo corto, en el cual transcurren tres meses aproximadamente desde el trasplante hasta la cosecha. Al inicio es necesario hacer un riego fuerte de trasplante, con el cual el suelo permanece húmedo por varios días; esta humedad, es lo suficientemente adecuada como para hacer germinar las semillas de maleza y las partes vegetativas del coyolillo. Seguido del primer riego se necesita hacer los riegos de fertilización, por lo que la superficie del suelo permanece húmeda la mayoría del ciclo del cultivo; esta es aprovechada tanto por la planta de melón como por las malezas, que encuentran un lugar húmedo donde germinar, aunque se les dé control químico para reducir las poblaciones de maleza. Por este motivo, al mantenerse húmeda la tierra durante la mayoría de la estación de crecimiento de la planta, la ocurrencia de enfermedades que puedan ser causadas por los suelos mojados y la germinación de semillas de maleza, se comporta de la misma forma que lo hacen en el riego superficial por goteo.

En la mayoría de investigaciones que se han hecho para el riego sub-superficial, se han utilizado plantas perennes, en donde si se obtiene la característica de mantener la superficie del suelo seco. Por ejemplo la alfalfa, es una leguminosa perenne y posee un sistema radicular muy profundo debido a que tiene más tiempo para desarrollar raíces en el cuarto superior, comparado con un cultivo de ciclo corto.

En un cultivo de ciclo corto es necesario hacer estudios de riego más frecuente y con láminas menores, para mantener la parte superficial seca y así lograr las ventajas que se han observado en el riego sub-superficial por goteo en plantas perennes y anuales.

El cultivo de melón necesita un sistema radicular fuerte y profundo que permita mantener la planta normal bajo condiciones de adecuada humedad en el suelo, para la formación de frutos de buena calidad. Sin embargo en los tratamientos instalados de 30 a

40 centímetros, en donde se observó una disminución de producción de fruta por hectárea, no se comprobó diferencia significativa del desarrollo vegetal, comparado con los tratamientos que se instalaron en la superficie y los que se instalaron de 10 a 20 centímetros de profundidad. En este caso se pudo observar que la planta predominantemente tuvo un desarrollo vegetal, pero redujo el factor de fructificación. Este resultado se dio debido a que en una variedad comercial, la forma, tamaño y área foliar así como el ancho del tallo y la formación de redcilla son características de una variedad y es muy difícil que estas cambien, aunque se le aplique diferentes tratamientos de irrigación o fertilización.

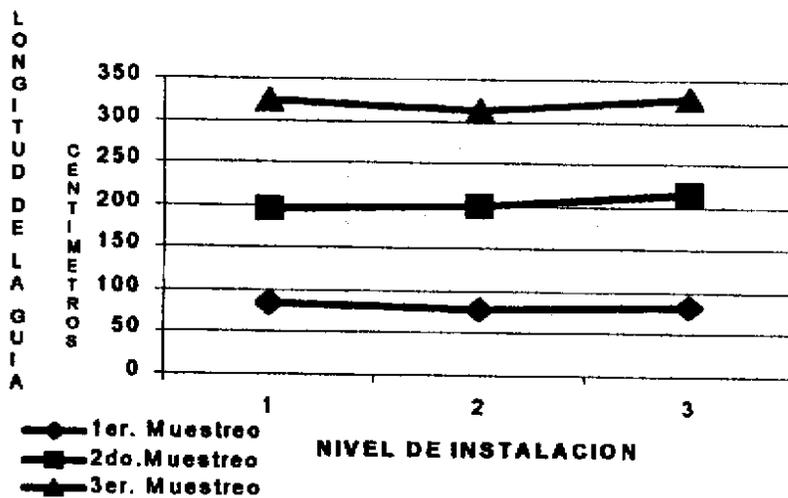


FIGURA 3. Desarrollo vegetativo de la planta de melón medida en longitud de guía principal.

8.1. COSTOS.

Por medio de los análisis estadísticos y la prueba de medias que se hicieron a los datos de producción en cajas por hectárea de los tratamientos instalados a un nivel de instalación de 10 a 20 cm. y los tratamientos instalados en la superficie, no se logró comprobar diferencia significativa; sin embargo en la TABLA 5, se observa que al instalar la cinta a un nivel de 10 a 20 cm. de profundidad, se obtiene un costo menor del que se obtiene al instalarla en la superficie, esto es Q.261.00 menos, comparándolo con los costos de la instalación en la superficie. Esto solamente se dará si se decide no recoger cinta al nivel de instalación de 10 a 20 cm, porque de lo contrario, el costo de instalación se incrementa, debido a que el costo del enrollado de cinta seguramente sobrepasaría los Q.75.00 por hectárea que actualmente cuesta enrollar cinta instalada en la superficie como se observa en la TABLA 5.

TABLA 5. Presupuesto Parcial por Profundidad de Instalación.

	TRATAMIENTO		
	10 A 20 cm.	30 A 40 cm.	SUPERFICIAL
RENDIMIENTO MEDIO (Cajas / ha.)	1,512	1,333	1,587
RENDIMIENTO AJUSTADO (Cajas / ha.)	1,285	1,133	1,349
BENEFICIO BRUTO DE CAMPO (Q / ha.)	68,373	60,278	71,764
COSTO DE INSTALACION (Q / ha.)	40	40	200
COSTO DE SIEMBRA (Q / ha.)	140	175	105
COSTO DE REPARACION DE FUGAS (Q / ha.)	14	14	75
COSTO ENROLLADO DE CINTA (Q / ha.)	0	0	75
TOTAL COSTOS VARIABLES (Q / ha.)	194	229	455
BENEFICIOS NETOS (Q / ha.)	68,179	60,049	71,309

En los tratamientos instalados en la superficie, se observa un beneficio neto de Q.3,130.00 más alto que los tratamientos instalados a un nivel 10 a 20 cm. de profundidad, sin embargo, estadísticamente no se logró comprobar diferencia significativa entre estos tratamientos, esto significa que los valores de producción en cajas por hectárea van a tener

el mismo comportamiento sobre la producción en un sistema comercial, por lo que no se toma en cuenta dicha ganancia para compararla contra el obtenido en el nivel de instalación de 10 a 20 cm. Económicamente se observó que los tratamientos con cinta de riego por goteo instalada de 10 a 20 centímetros de profundidad, es el grupo de tratamientos en donde se incurre en los menores gastos.

8.2. Facilidad de adaptación a las prácticas de mecanización y labores culturales.

El riego sub-superficial por goteo utiliza casi la misma cantidad de mano de obra comparado con el riego por goteo superficial, el único ahorro que se logra es con respecto al enrollado de cinta y la instalación cada año de la cinta en el campo. Las fugas que se dan en este sistema de riego se producen más frecuentemente en el primer uso de la cinta después de la instalación.

8.2.1 Riego superficial por goteo.

Las prácticas que se realizan actualmente en la zona melonera, van encaminadas a este tipo de riego, por lo que se refiere a la instalación y el manejo del sistema, no existió ningún tipo de problema; La cinta Queen Gill presentó problemas de fugas provocadas por el ahoyado del plástico, por ser una cinta muy ancha; esto imposibilita que el personal que ahoya el plástico calcule el espacio donde debe ir el agujero. Los conectores de cinta a cinta provocan una fuga que no puede ser corregida y existen encharcamientos en la zona donde se encuentran los elevadores y donde existió una fuga.

8.2.2. Riego por goteo instalado de 10 a 20 centímetros.

Este tipo de sistema tiene el problema de no poder ser instalado en un corto tiempo y provoca que se atrase la instalación del plástico; esto hace que su introducción a la zona melonera se dificulte ya que puede ser afectada la calidad de la preparación de la tierra.

Para la preparación de tierra posterior a la primer cosecha, donde ya se instaló la cinta, es difícil pasar implementos como el rotavator y se hace más difícil el mullido de la tierra lo cual provocará la formación de terrones que van a hacer que la humedad del suelo después del riego no sea pareja debido al espacio aéreo que provoca el terrón. Esto hace más difícil las labores culturales tales como la siembra y la eliminación de los rastrojos de una cosecha.

La reparación de fugas no es muy complicada y es fácil de ubicar, ya que se observa un área muy húmeda o un encharcamiento en la zona donde se encuentra la fuga.

8.2.3. Riego por goteo instalado de 30 a 40 centímetros.

El riego es efectivo, pero se obtienen producciones bajas de melón; la instalación es sencilla y da la facilidad de que luego de su instalación se puedan pasar implementos secundarios de mecanización, tales como el rotavator. Por lo que se puede obtener una buena preparación de la tierra; la reparación de fugas es un poco más complicada ya que se debe de escarbar con pala, para poder encontrar la profundidad donde esta instalada la cinta y hacer la reparación. Este sistema de riego por goteo puede ser utilizado sin mayor problema en la zona melonera del país, sin

embargo se deben estudiar otros métodos de la distribución de riego por goteo como lo serían los pulsos cortos de riego.

En los dos niveles de instalación que se investigó, no es posible trabajar con implementos de labranza primaria, siendo esto un problema considerable ya que estas se van a lograr hacer únicamente antes de instalar la cinta y luego se va a esperar a que se termine el tiempo en el que tarde el proyecto de riego sub-superficial. Los implementos de labranza secundaria se utilizan para el nivel de instalación de 30 a 40 cm. y el nivel de instalación de 10 a 20 cm. queda reducido a utilizarse alguna rastra pequeña para incorporar materia orgánica y que no afecte o dañe la cinta instalada.

8.3. Volúmenes totales de agua de riego aplicados por tratamiento y distribución del patrón de humedecimiento:

No hubo necesidad de aplicar más horas de riego en ninguno de los tratamientos con cada nivel de profundidad de instalación que se probó en esta evaluación. El riego fue distribuido según el sistema comercial que actualmente se utiliza en la empresa agrícola Productos de la Tierra, S.A. y se pudo observar, por medio de los muestreos de humedad para determinar el patrón de humedecimiento, que a los tres niveles de profundidad en las que se instaló la cinta tenían un porcentaje de humedad, en base a suelo seco, de 20% de promedio en todos los tratamientos.

Se debe de buscar otra metodología para evaluar la distribución del patrón de humedecimiento pues el muestreo de suelo a los diferentes niveles de profundidad no refleja el movimiento de agua en el tiempo y en el espacio; ni tampoco lo haría un tensiómetro porque estas dos técnicas que se utilizan para medir la humedad del suelo, se hacen para un punto específico sobre la cama de plantación, ya sea que se

haga en el centro de la cama o en la orilla y no en el volumen de tierra, a lo ancho de la cama por área del bulbo. Quizá se pueda medir haciendo una evaluación del tiempo que tarda el agua en subir o bajar en un suelo con textura definida, por medio de una calicata en un suelo completamente seco, o a nivel de laboratorio, representando el suelo en una caja de vidrio y midiendo el tiempo en que tarda en desplazarse el agua a diferentes niveles de distanciamiento de la cinta.

9. CONCLUSIONES.

- 9.1. El sistema de riego por goteo sub-superficial, no presentó mayores ventajas comparativas que el riego por goteo superficial, medido a través del rendimiento de fruta en cajas por hectárea, desarrollo vegetativo e incidencia de malezas y enfermedades de gomosis (*Didymella bryoniae*), en el cultivo de melón tipo cantaloupe, en el valle de La Fragua, Zacapa, en la temporada de 1999 a 2000.
- 9.2. Entre las cinco cintas de riego por goteo evaluadas no existe ninguna que se ajuste mejor a las condiciones de suelo y actividades de manejo en el cultivo de melón tipo cantaloupe, del valle de La Fragua, Zacapa; ya que estadísticamente no se detectó diferencia significativa al 5% de confiabilidad, medido por medio del rendimiento de fruta por hectárea.
- 9.3. El efecto de los cinco tipos de cinta de riego por goteo sobre el cultivo de melón tipo cantaloupe (*Cucumis melo*), es estadísticamente igual entre ellas, sobre la producción de cajas por hectárea. Se puede utilizar cualesquiera de los cinco tipos de cinta para obtener los mismos resultados de rendimiento en cajas por hectárea de melón tipo cantaloupe.
- 9.4. El riego sub-superficial por goteo instalado de 10 a 20 centímetros de profundidad, se ajusta mejor a las condiciones de suelo, actividades de manejo y costos de producción, comparado con el instalado de 30 a 40 centímetros de profundidad en el valle de La Fragua, Zacapa, para el cultivo de melón tipo cantaloupe.

- 9.5. El efecto del desarrollo del cultivo de melón y la incidencia de enfermedades y malezas, utilizando riego por goteo con cinco tipos de cinta y tres niveles de profundidad de instalación, es estadísticamente no significativa. No hubo una menor incidencia de gomosis (*Didymella bryoniae*) ni malezas en los tratamientos instalados a los tres niveles de profundidad.
- 9.6. En la instalación de las cintas de riego por goteo sub-superficial, se incurre en un menor costo, comparado con el riego por goteo superficial. Esto porque no se debe recoger cinta al final de la temporada de cosecha ni se debe de reinstalar después de la preparación de tierra, con esto se ahorran Q226.00 por hectárea cada año, para el sistema de riego por goteo instalado de 30 a 40 centímetros y Q261.00 por hectárea cada año, para el sistema de riego por goteo instalado de 10 a 20 centímetros de profundidad. Sin embargo el primer sistema tiene la desventaja de un bajo rendimiento en cajas exportables por hectárea y el segundo podría tener problemas de manejo a nivel de campo lo que no los hace competitivos en comparación del riego instalado en la superficie.
- 9.7. En los tratamientos instalados de 10 a 20 centímetros de profundidad, se incurre en los menores gastos.

10. RECOMENDACIONES.

- 10.1 Continuar utilizando el sistema de riego superficial por goteo en la zona melonera de La Fragua, Zacapa. Para el cultivo de melón tipo cantaloupe, especialmente en suelos de textura arcillosa, franco arenoso y franco arcilloso.
- 10.2 Realizar estudios de evaluación de cinco tipos de cinta de riego por goteo, instaladas a tres niveles de profundidad, en otros tipos de suelo, para comparar los resultados que se dieron en esta investigación.
- 10.3 Evaluar el sistema de riego por goteo, bajo distintas frecuencias de riego para observar los patrones de distribución de agua.
- 10.4 Estudiar el sistema de riego sub-superficial por goteo instalado de 10 a 20 centímetros, en otros cultivos de hortalizas, que puedan ser incluidos dentro de los programas de cero labranza.
- 10.5 Evaluar económicamente la aplicación comercial del sistema de riego por goteo sub-superficial.

11. BIBLIOGRAFIA.

1. ALAM, M. 1998. Microirrigación sub-superficial. Universidad del estado de Colorado. 4 p. (<http://www.colostate.edu/Depts/coopExt/>).
2. BOWERS, R.; COX, E.; MORGAN, B. 1992. Cantaloupe reporte agronómico. informe sobre manejo de cantaloupe. Miami, EEUU, Asgrow Kalamazoo. 16 p.
3. CENTER FOR IRRIGATION TECHNOLOGY. 1989. Riego por goteo sub-superficial para césped. observaciones del emisor. Fresno, Universidad del Estado de California. p. 1-2.
4. _____ . 1994. Riego sub-superficial. artículo del boletín de noticias de actualización. 3.2 kb. (<http://www.atinet.org/cati/upda/94/spring/story5.html>).
5. _____ . 1997. ¿Why use subsurface drip irrigation? (<http://www.dripin.com/rotwhy.htm>).
6. CID PINOT, J.L. DEL. 1989. Evaluación del rendimiento y calidad de la fruta para la exportación de 15 híbridos de melón tipo cantaloupe (*Cucumis melo* var. *Reticulata*) y 4 híbridos tipo HoneyDew (*Cucumis melo* var. *Inhodorius*), bajo las condiciones del valle de La Fragua, Zacapa. Tesis de Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
7. CONRADO, M. 1992. Aplicaciones del campo; riego por goteo sub-superficial. teoría, prácticas y aplicaciones. Fresno, USA, Universidad del Estado de California. Publicación no. 92-1001 de CATI. p. 59-64.
8. CRUZ, J.R. DE LA. 1983. Clasificación de zona de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. CYMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México. 79 p.
10. HOWELL, T.; SCHNEIDER, A. 1995. Riego por goteo del maíz en los llanos altos de Tejas. Bushland, Tejas, Ministerio de Agricultura de EE.UU. p. 1-2.
11. HUTMACHER, B.; MEAD, R.; SHOUSE, P. 1993. Mejora del riego de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en el oeste. California, USDA. p. 1-4.
12. ISRAELSEN, O.W.; HENSEN, V.E. 1979. Principios y aplicaciones de riego. Trad. por Alberto García Palacios. 2 ed. Barcelona, España. 396 p.
13. JORGENSEN, S.; NORUM, K. 1992. Riego por goteo sub-superficial. Fresno, Universidad del Estado de California, EE.UU. Publicación no. 92-1001. 206 p.
14. KATZ, M. 1995. Goodnight, último destrozo. Comisión del Pistacho de California. p. 1-2.

15. MARROQUIN ESTRADA, G.F. 1997. Caracterización agrológica del área de producción de PROTISA, con fines de mejorar el manejo agronómico, de las unidades productivas bajo riego, valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Oriente, Facultad de Agronomía. 166 p.
16. MICHAILIDES, T.J.; MORGAN, D.P. 1995. El riego por goteo sub-superficial reduce el último destrozo de la *Alternaria* spp. del pistacho. Informe del segundo año. California, EE.UU. Comisión del Pistacho de California. p. 1-4.
17. PHENE, C.J. 1998. El riego por goteo sub-superficial ofrece ventajas de la gerencia. Fresno, Universidad del Estado de California, Laboratorio de Investigación de Gerencia del Agua del USDA. p. 1.
18. ROOTGUARD. 1997. ¿Qué es el riego sub-superficial por goteo?. p. 1. (<http://www.dripin.com/rotwhat.htm>).
19. RUSKIN, R. 1998. Riego para producciones por goteo sub-superficial. EE.UU, GEOFLOW. p. 1.
20. SANDOVAL, J. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. 365 p.
21. SOBERANIS, C. 1998. Melón de exportación; el cultivo que rompe los esquemas. Revista PULSO (Gt.) 12(1):39
22. SOLOMON, K.S. 1992. Riego por goteo sub-superficial, selección y funcionamiento del producto. Fresno, Universidad del Estado de California. p. 3-25.
23. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. 2000. Análisis de agua del reservorio "B" de Productos de la Tierra S.A. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 1 p.
24. VILLALBA. 2000. La gomosis del melón causada por *Didymella* spp. Revista Productores de Hortalizas (EEUU.) 2(1):40-42.
25. WOLF, B. 2000. Soil analysis for Productos de la Tierra S.A. A&L. Pompano Beach, Florida, United States of America, Southern Agricultural Laboratories. 1 p.
26. ZOLDOSKE, D.F. 1999. Riego por goteo sub-superficial, el futuro del riego es subterráneo. Fresno, Universidad del Estado de California, Centro para la Tecnología del Riego. (<http://www.geoflow.com/>).



Vo. Bo. *Rolando Barris*

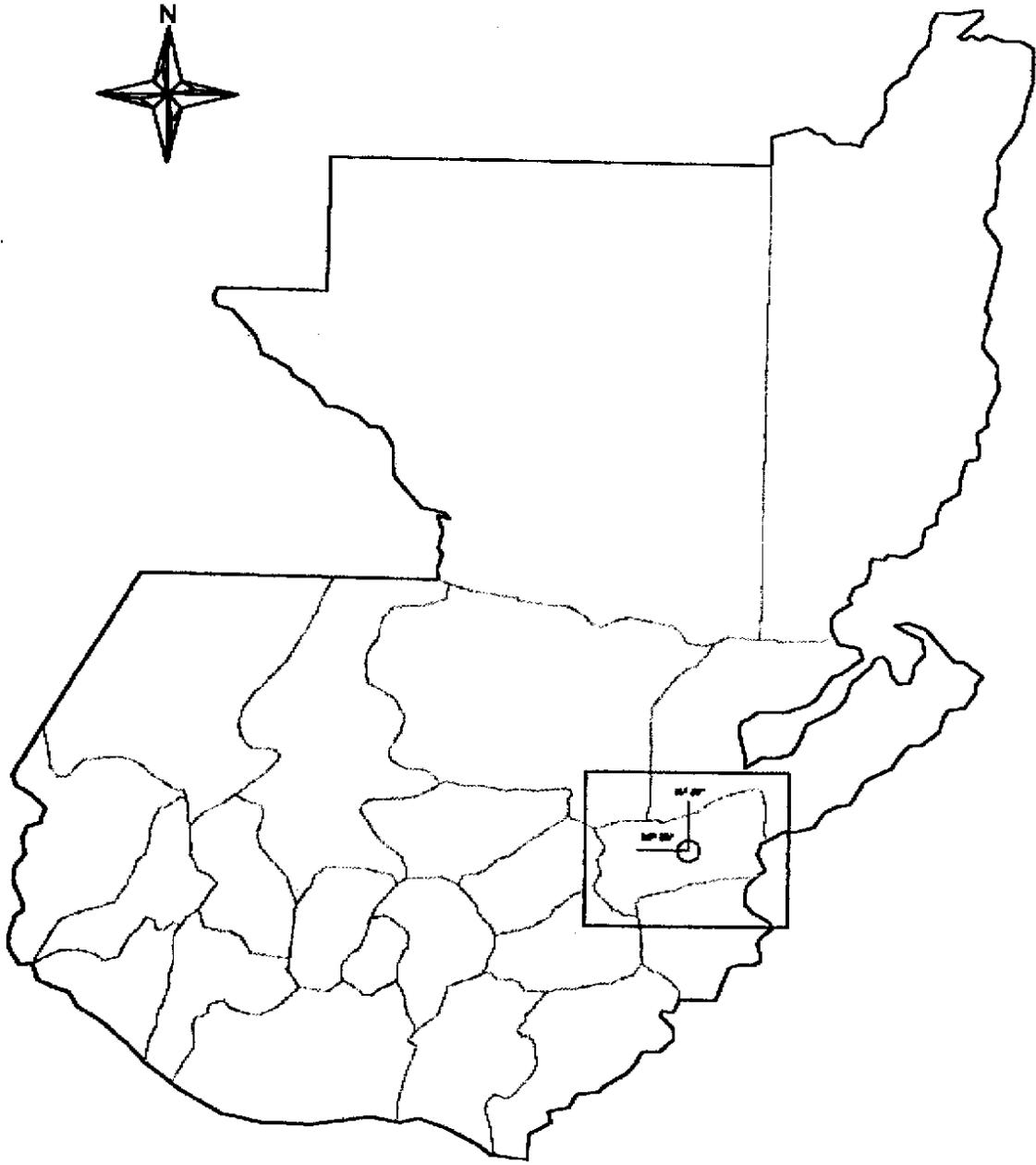
TABLA 6.
RENDIMIENTOS (CAJAS / ha.) OBTENIDOS DEL FACTOR NIVEL DE INSTALACION DE CINCO TIPOS DE CINTA DE RIEGO POR GOTEÓ

CINTA	PROFUNDIDAD DE INSTALACION														
	10 A 20 cm.						30 A 40 cm.						SUPERFICIAL		
	REPETICION			PROMEDIO	REPETICION			PROMEDIO	REPETICION			PROMEDIO			
	1	2	3		1	2	3		1	2	3				
T-TAPE	1,795	1,167	2,192	1,718	1,542	1,210	1,576	1,443	1,394	1,325	2,084	1,801			
TYPHOON 0.35	1,322	1,042	1,802	1,389	1,449	960	1,798	1,302	1,546	1,564	2,016	1,709			
TYPHOON 0.5	1,427	1,202	1,456	1,362	1,407	1,127	1,660	1,398	1,375	1,283	1,563	1,407			
QUEEN GILL	1,353	1,475	1,631	1,486	1,224	962	1,623	1,270	1,662	1,348	1,829	1,613			
CHAPING	1,567	1,336	1,908	1,604	1,347	1,162	1,255	1,255	1,426	1,379	2,013	1,606			
RENDIMIENTO MEDIO				1,512	RENDIMIENTO MEDIO				1,333	RENDIMIENTO MEDIO				1,587	
PROMEDIO GENERAL												1,477			

TABLA 7.
RENDIMIENTOS (CAJAS/ha.) OBTENIDOS DEL FACTOR TIPO DE CINTA DE RIEGO POR GOTEO INSTALADAS A TRES NIVELES DE PROFUNDIDAD

PROFUNDIDAD DE INSTALACION	CINTA DE RIEGO POR GOTEO																				
	T-TAPE			TYPHOON 0.35			TYPHOON 0.5			QUEEN GILL			CHAPING								
	1	2	3	PROM	1	2	3	REPETICION	PROM	1	2	3	REPETICION	PROM	1	2	3	REPETICION	PROM		
10 A 20 cm.	1,795	1,167	2,192	1,718	1,322	1,042	1,802	1,389	1,427	1,202	1,456	1,362	1,353	1,475	1,531	1,486	1,567	1,336	1,908	1,504	
30 A 40 cm.	1,542	1,210	1,576	1,443	1,449	660	1,798	1,302	1,407	1,127	1,660	1,398	1,224	1,2	1,823	1,270	1,347	1,162	1,255	1,255	
SUPERFICIAL	1,394	1,325	2,084	1,601	1,546	1,564	2,016	1,709	1,375	1,283	1,563	1,407	1,662	1,348	1,829	1,513	1,426	1,379	2,013	1,506	
RENDIMIENTO PROMEDIO				1,587				1,467				1,389				1,456				1,488	

PROMEDIO GENERAL 1.477

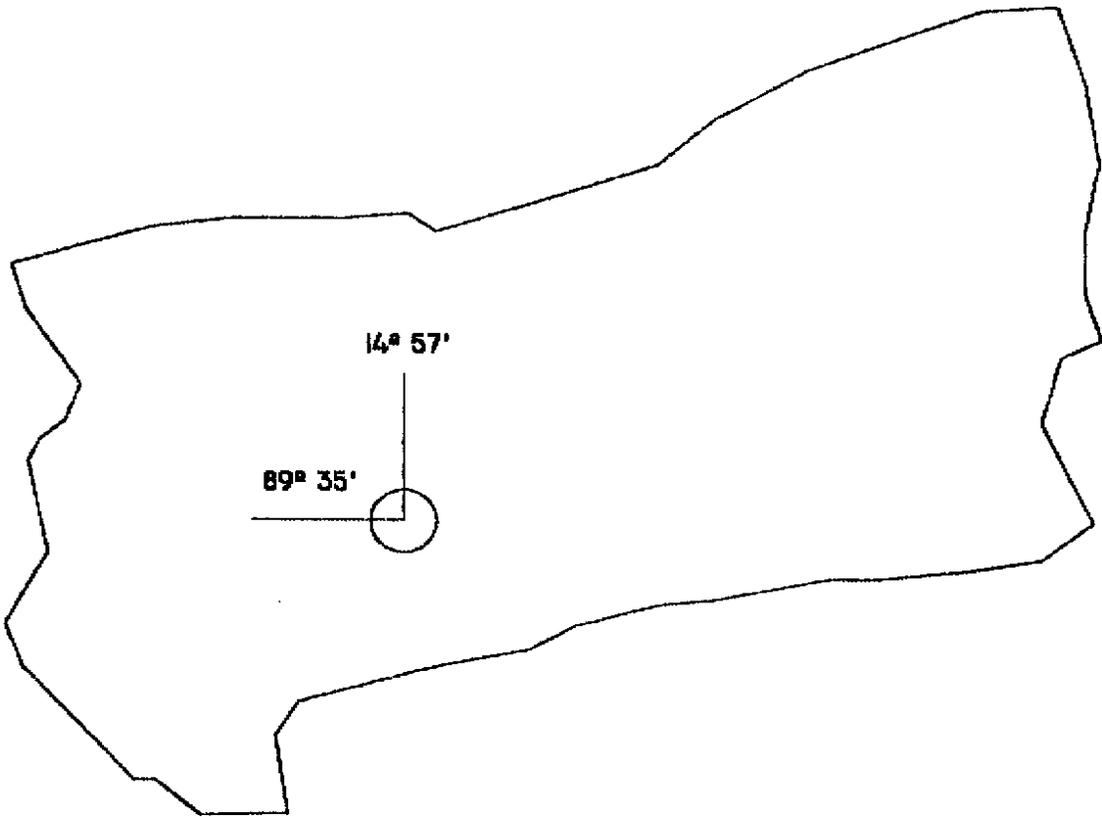


MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA CON LA UBICACION GEOGRAFICA DEL LUGAR DEL ENSAYO

DEPARTAMENTO DE ZACAPA

ESCALA: 1:5,000,000

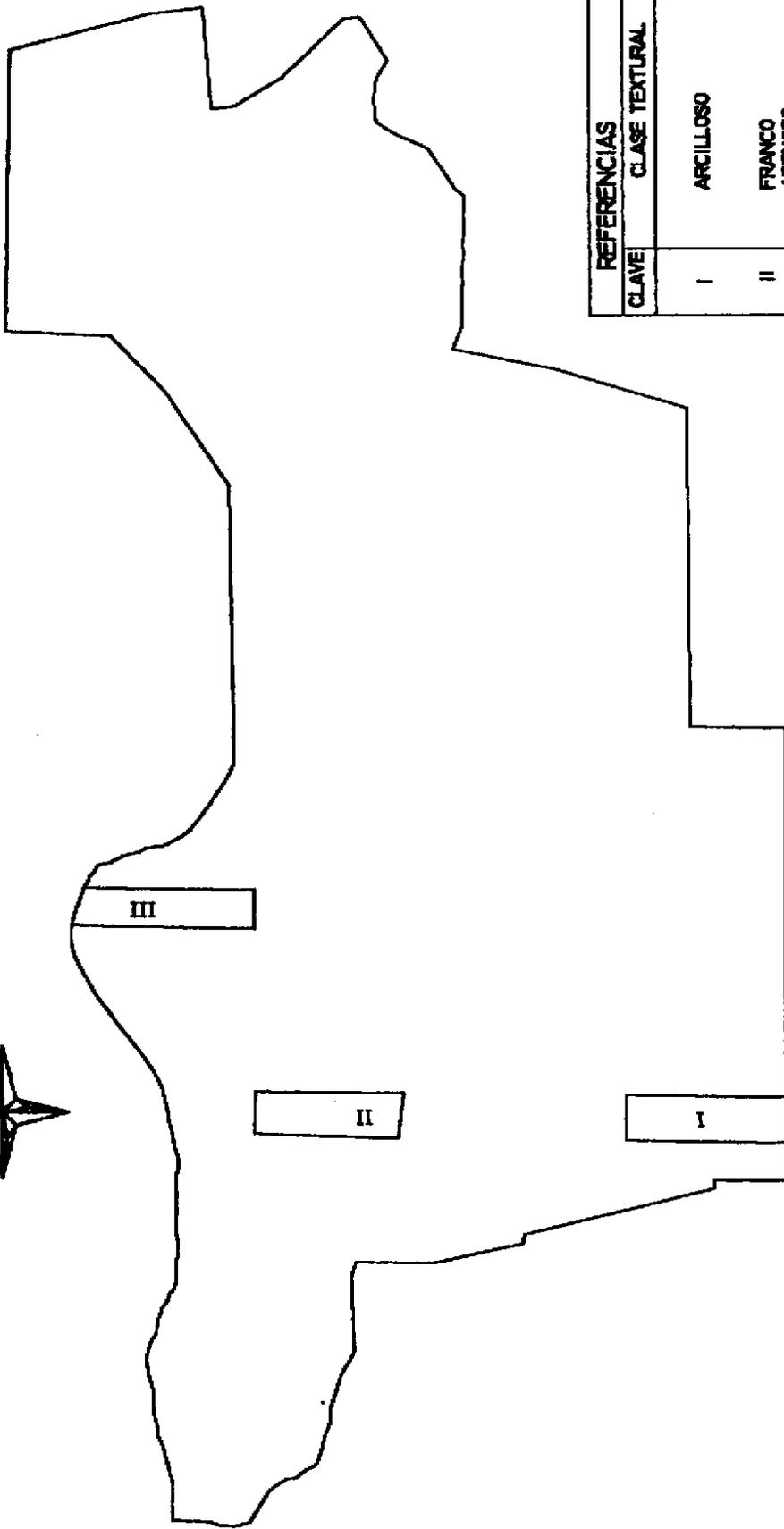
1



MAPA DEL DEPARTAMENTO DE ZACAPA CON LA UBICACION GEOGRAFICA DEL ENSAYO

COORDENADAS 14°57' LATITUD NORTE 89°35' LONGITUD OESTE

ESCALA 1 : 25, 000, 000



REFERENCIAS	
CLAVE	CLASE TEXTURAL
I	ARCILLOSO
II	FRANCO ARENOSO
III	FRANCO ARCILLOSO

ZONIFICACION DE BLOQUES EXPERIMENTALES, LOCALIZADOS EN LA FINCA PROTISA

VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA

ESCALA: 1 : 23909

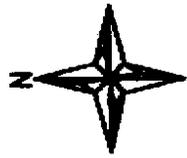
3

±

111 m

0.4 m

CHAPING SUPERFICIAL	
CHAPING 30 A 40 CM	
CHAPING 10 A 20 CM	
TYPHOON 0.5 30 A 40 CM	
TYPHOON 0.5 SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.5 10 A 20 CM	
TYPHOON 0.35 10 A 20 CM	
TYPHOON 0.35 SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.35 30 A 40 CM	
T-TAPE 30 A 40 CM	
T-TAPE 10 A 20 CM	
T-TAPE SUPERFICIAL	
QUEEN GILL SUPERFICIAL	
QUEEN GILL 10 A 20 CM.	
QUEEN GILL 30 A 40 CM.	



LOTE B

LOTE C

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN BLOQUE I

ENCUENTRE EN CADA CELDA EL NOMBRE DEL TRATAMIENTO A TRAVES DE LAS LINEAS DE REFERENCIA.



8.4 mt

111 mt

QUEEN GILL 10 A 20 CM	
QUEEN GILL SUPERFICIAL	
QUEEN GILL 30 A 40 CM	
TYPHOON 0.35 SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.35 10 A 20 CM	
TYPHOON 0.35 30 A 40 CM	
CHAPING SUPERFICIAL	
CHAPING 10 A 20 CM	
CHAPING 30 A 40 CM	
TYPHOON 0.5 30 A 40 CM	
TYPHOON 0.5 SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.5 10 A 20 CM	
T-TAPE SUPERFICIAL	
T-TAPE 10 A 20 CM	
T-TAPE 30 A 40 CM	

LOTE F

LOTE G

5

80

DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN BLOQUE II

EVALUACION EN CASOS CERTOS DE RIESGO POR GOTTOS INSTALADOS A TRES NIVELES DE PROFUNDIDAD.

111 m

5.4 m

CHAPING 10 A 20 CM	
CHAPING 30 A 40 CM	
CHAPING SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.35 30 A 40 CM	
TYPHOON 0.35 SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.35 10 A 20 CM	
T-TAPE 30 A 40 CM	
T-TAPE 10 A 20 CM	
T-TAPE SUPERFICIAL	
TYPHOON 0.5 10 A 20 CM	
TYPHOON 0.5 30 A 40 CM	
TYPHOON 0.5 SUPERFICIAL	
QUEEN GILL SUPERFICIAL	
QUEEN GILL 30 A 40 CM	
QUEEN GILL 10 A 20 CM	

LOTE D

LOTE E



DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN BLOQUE III

SEALACION DE CINDO CORTAS DE MISO POR COTAS INSTALADAS A TRES NIVELES DE PROFUNDIDAD.



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CINCO CINTAS DE RIEGO POR GOTEO INSTALADAS A TRES NIVELES DE PROFUNDIDAD EN TRES CLASES TEXTURALES DE SUELO DEL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, PARA EL CULTIVO DE MELON TIPO CANTALOUPE".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JOSE MARTIN QUINTERO JORDAN

CARNET No: 9316372

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Luis Fernando Morán Palma
Ing. Agr. Miguel Angel Morales Cayax

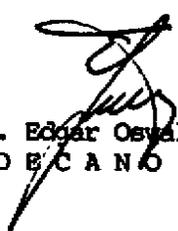
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
A S E S O R


Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle
A S E S O R


Dr. Ariel Abderramán Cortiz López
DIRECCION DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

I M P R I M A S E


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera
D E C A N O



cc:Control Académico
IIA.
Archivo

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA. C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: liusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>