

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

EVALUACION DE DOS FUENTES COMERCIALES DE NITROGENO, APLICADOS
POR FERTIGACION Y EN FORMA MANUAL, EN EL CULTIVO DE BANANO
(Musa sapientum L. var Grand Naine) EN LA COSTA
ATLANTICA DE GUATEMALA, MORALES, IZABAL.

TESIS

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

POR

CHRISTIAN ORLANDO SAGÜIL SAGASTUME

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 1997.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	ING. AGR. J. ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	ING. AGR. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	ING. AGR. WILLIAM R. ESCOBAR L.
VOCAL TERCERO:	ING. AGR. ALEJANDRO A. HERNANDEZ F.
VOCAL CUARTO:	Br. ESTUARDO ENRIQUE LIRA PRERA
VOCAL QUINTO:	BR. MYNOR J. BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO	ING. AGR. GUILLERMO E. MENDEZ BETETA

Guatemala, abril de 1997

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señores Representantes:

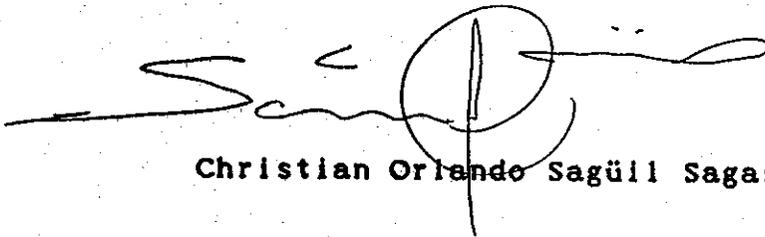
De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE DOS FUENTES COMERCIALES DE NITROGENO, APLICADOS POR FERTIGACION Y EN FORMA MANUAL EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa sapientum L. var Grand Naine) EN LA COSTA ATLANTICA DE GUATEMALA, MORALES, IZABAL".

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

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente,



Christian Orlando Sagüil Sagastume

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS:** Grande y poderoso que me ayuda a ser hoy mejor que ayer y mañana mejor que hoy. Gracias por darme la vida para alcanzar mis metas.
- MIS PADRES:** Orlando Sagüil Vásquez,
Juanita Sagastume de Sagüil.
Sea esta, oportunidad para mostrarles mi gratitud por sus sacrificios, desvelos y oraciones. Que Dios los bendiga y los proteja por siempre
- MIS ABUELITOS:** Roman Sagüil Capull (QEPD)
Andrea Vásquez de Sagüil (QEPD)
Rafael Sagastume Osorio (Papabeto)
María Luisa Palma Monteros (Mahíta)
Gracias por sus sabios consejos.
- MIS HERMANOS:** Byron Juan y José Ronaldo. Con admiración y cariño. Que nunca pierdan el deseo de superación.
- MIS SOBRINOS:** Byron Eduardo, Juan Fernando, Paulo César y Estephanie María Sagastume Córdón. Andrea Virginia, Mónica Alejandra y Paula María Carpio Menéndez. Como un ejemplo para su vida futura.
- MIS CUÑADAS:** Aída Córdón de Sagastume, Eugenia Menéndez de Carpio. Con agradecimiento.
- MIS TIOS:** José Andrés Sagastume, Berta Alicia de Sagastume, Bernabe Sagastume, Olga de Sagastume, Jorge Villatoro, Dolores (Lolita) de Villatoro, Marina y Elizabeth Sagastume Palma.

Adelso, Amelia, Eladio (QEPD) y Leonor (QEPD) Sagüil Vásquez. Con mucho respeto agradecimiento y cariño.

MIS PRIMOS:

Sagastume Flores, Sagastume Samayoa, Villatoro Palma, Contreras Sagastume, Marroquín Alarcón, Beltrán Sagüil, Vásquez Enamorado. Con cariño por los momentos compartidos, especialmente a Carlos Alberto, Roberto José, Luis Fernando, Geovanny, Emilio (Queen), Servelio, Bonny, Andrea y Wendy.

MI FAMILIA EN GENERAL:

Agradecimiento al apoyo brindado a lo largo de mi carrera, especialmente a mis tíos Palma Monteros.

TRISIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Municipio de Morales, Izabal,

Universidad de San Carlos de
Guatemala.

Facultad de Agronomía

Mis compañeros de estudio y amigos
en general, en especial a Hugo
Leonel Hernández Solares y Julio
Cardona. Por los momentos vividos
durante los años de Estudio.

Mis amigos de toda la vida en
especial a: Chalo, Eddy, Marvin
Josué, Gersón, Edquin, Byron (Cupe),
Kiko y Mario (QEPD).
Como un recuerdo de nuestras
experiencias compartidas y muestra
de amistad.

Todas las personas que de una u otra
forma me brindaron su apoyo.

AGRADECIMIENTOS

A:

Mis asesores de tesis:
Ing. Agr. MSc Carlos Rosal del Cid,
Ing. Agr. Aníbal Sacbajá, e
Ing. Agr. Luis Estrada Ligorria.
Por su valiosa colaboración en la
ejecución de las diferentes etapas
para culminar la presente
investigación.

BANDEGUA por permitirme realizar mi
E.P.S. y Tesis de grado. Trabajos
que sirvieron para mi formación
profesional.

Departamento de Investigaciones,
sección Bananera, en especial al
señor Rony León por su ayuda en la
etapa de campo.

Departamento de Investigaciones,
sección Bobos, en especial a Evans,
Joel y Cano. Por su colaboración en
la aplicación de los productos.

Químicas Stoller de Guatemala S.A.

Nordic de Guatemala S.A.

Familia Marroquín Alarcón por su
hospitalidad y cariño. En especial
a Emilio, Blanca y tía Melia.

Familia Aguirre Orellana por sus
consejos y orientación.

La familia Cardona Pineda por su
ayuda en la elaboración del trabajo
escrito.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
1 INTRODUCCION	1
2 DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3 MARCO TEORICO	4
3.1 Marco Conceptual	4
3.1.1 Requerimientos nutrimentales del banano	4
3.1.2 Fertigación	6
3.1.2.1 Fertigación con Nitrógeno	7
3.1.2.2 Fertigación con Fósforo	7
3.1.2.3 Fertigación con Potasio	7
3.1.3 Ventajas de la fertilización	8
3.1.3.1 Disminución del trabajo de aplicación	8
3.1.3.2 Distribución del fertilizante	8
3.1.3.3 Eficiencia de uso	9
3.1.4 Limitaciones en el uso de la fertigación	9
3.1.4.1 Pérdidas y distribución	9
3.1.4.2 Corrosión	10
3.1.5 Consideraciones en la elección de equipo	10
3.1.5.1 Dilución del fertilizante	10
3.1.5.2 Clases de fertilizantes	10
3.1.6 Fertilización nitrogenada en banano	11
3.1.7 Antecedentes de la fertigación	11
3.2 Marco Referencial	15
3.2.1 Ubicación y descripción del área	15
3.2.2 Clima	15
3.2.3 Zona de vida	15
3.2.4 Suelos	15
3.2.5 Análisis foliares	16
3.2.6 Condiciones físico-químicas de suelo	16
3.2.7 Sistema de riego utilizado	18
4 OBJETIVOS	20
5 HIPOTESIS	21
6 METODOLOGIA	
6.1 Metodología experimental	22
6.1.1 Tratamientos evaluados	22
6.1.2 Dosificación de los tratamientos	23
6.1.3 Tamaño de la parcela	24
6.1.4 Diseño experimental	24
6.1.5 Variables de respuesta	25
6.2 Manejo del ensayo	26
6.2.1 Fertilización previa	26
6.2.2 Período de aplicación	26

6.2.3	Aplicación de los tratamientos	26
6.2.4	Forma de aplicación	27
6.2.5	Sitios de muestreo	27
6.2.6	Muestreo y análisis de muestras foliares	28
6.3	Análisis de la información	29
6.4	Prueba de medias	29
6.5	Determinación de costos parciales	29
7	RESULTADOS	30
7.1	Resultados de las variables de producción	30
7.1.1	Pesos de racimos	30
7.1.2	Número de manos	31
7.1.3	Longitudes de fruta '1' y '2'	32
7.1.4	Calibres de fruta '1' y '2'	34
7.2	Análisis de costos parciales	36
7.2.1	Ingresos generados por tratamiento	36
7.3	Análisis químicos	38
7.3.1	Nitrógeno foliar	38
8	CONCLUSIONES	40
9	RECOMENDACIONES	42
10	BIBLIOGRAFIA	43
11	APENDICE	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
CUADRO 1	Resultados del análisis químico foliar previo a la aplicación de los tratamientos.	16
CUADRO 2	Resultados de la clase textural en las secciones utilizadas en el estudio.	17
CUADRO 3	Análisis químico de suelo previo a las aplicaciones de los fertilizantes, en los tratamiento evaluados.	18
CUADRO 4	Características del sistema de riego utilizado.	19
CUADRO 5	Resumen de los tratamientos aplicados y su forma de aplicación en el campo de cultivo.	23
CUADRO 6	Resumen de las dosis de los tratamientos aplicados en el ensayo.	24
CUADRO 7	Resultados en kilogramos de los pesos de racimo de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.	30
CUADRO 8	Resultados del número de manos por racimo en los tratamientos aplicados por riego y en forma manual.	31
CUADRO 9	Resultado de longitud '1' de los tratamientos aplicados tanto por riego como en forma manual.	32
CUADRO 10	Resultado de longitud '2' de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.	33
CUADRO 11	Resultados de calibre de fruta '1' de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.	34
CUADRO 12	Resultados de calibre de fruta '2' de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.	34
CUADRO 13	Desglose de los costos de productos y mano de obra utilizada en los tratamientos evaluados.	36
CUADRO 14	Ingresos generados por cada uno de los tratamientos evaluados y su relación beneficio-costo.	37

CUADRO 15	Resultado del análisis foliar de nitrógeno, en porcentajes sobre materia seca a los 15,30,45, 60,75,90,105 y 120 días de aplicación de los tratamientos.	38
CUADRO 16A	Resultados del análisis de varianza (ANDEVA) para las variables respuesta evaluadas	46
CUADRO 17A	Resultados de la prueba múltiple de medias Tuckey, para el peso de racimo y número de manos por racimo de los tratamientos evaluados	46
CUADRO 18A	Prueba múltiple de medias Tuckey para las variables longitud '1' y '2'.	47
CUADRO 19A	Prueba múltiple de medias Tuckey para las variables calibre '1' y '2'	47

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
FIGURA 1A	Ubicación del área donde se desarrolló la investigación	48
FIGURA 2A	Croquis de ubicación de los tratamientos A y D	49
FIGURA 3A	Croquis de ubicación de los tratamientos B y C	50
FIGURA 4A	Parcela de muestreo	51
FIGURA 5A	Forma de aplicación de los tratamientos	52
FIGURA 6A	Comportamiento del nitrógeno foliar durante la duración del ensayo	53

EVALUACION DE DOS FUENTES COMERCIALES DE NITROGENO, APLICADOS POR FERTIGACION Y EN FORMA MANUAL, EN EL CULTIVO DE BANANO (Musa sapientum var Grand Naine) EN LA COSTA ATLANTICA DE GUATEMALA MORALES, IZABAL.

FERTIGACION AND BY HAND EVALUATION OF TWO COMERCIAL SOURCE OF NITROGEN, IN BANANA'S CROP (Musa sapientum L. var Grand Naine) IN THE ATLANTIC COAST OF GUATEMALA, MORALES IZABAL.

RESUMEN

En Guatemala, el cultivo de banano (Musa sapientum L. var Grand Naine) es generador de importantes divisas para la economía, la fuerte competencia comercial y la difícil situación del mercado bananero, hacen que se busquen e implementen nuevas técnicas en cuanto al manejo agronómico del cultivo. Investigaciones como la presente pretenden encontrar una mayor eficiencia entre dos de las prácticas necesarias para el desarrollo del cultivo del banano (Musa sapientum L. var Grand Naine) como lo son: la fertilización y el riego. Esta técnica se conoce como fertigación. Actualmente la urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) es la principal fuente de nitrógeno aplicada a las plantaciones de banano (Musa sapientum L. var Grand Naine), estas aplicaciones se efectúan en forma manual lo que provoca muchas veces aplicaciones inexactas y por lo extenso de las áreas resulta difícil la supervisión de las mismas. En este estudio realizado en el municipio de Morales, Izabal, se evaluaron las

aplicaciones de productos nitrogenados: urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) nitrato de calcio ($5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) y una mezcla de urea más un compuesto inhibidor de la formación de nitratos llamados nitromax. Estos productos se aplican a través de la técnica de fertigación, diluyendo previamente el producto para luego inyectarlo al sistema de riego con la ayuda de un inyector de combustión. Además un tratamiento al cual se le efectuaron aplicaciones en forma manual; las aplicaciones por fertigación se realizaron en periodos más cortos a los usuales, cada ocho días realizaron un total de 14 aplicaciones, mientras que las aplicaciones en forma manual en ciclos de mes y medio, efectuaron 2 aplicaciones. Las aplicaciones de todos los tratamientos se realizaron durante tres meses y medio previo a la fructificación, en los cuales la fertilización nitrogenada es crítica y sus efectos se reflejan en los datos de cosecha. Las dosis fueron las mismas para los cuatro tratamientos evaluados.

Las variables evaluadas fueron: peso de racimo, número de manos por racimo, longitud y calibre de fruta las cuales se analizaron por medio de un diseño completamente al azar con aleatorización parcial. Los mejores resultados se observaron en los tratamientos de urea por fertigación y nitrato de calcio por fertigación. No se presentaron síntomas de deficiencia de nitrógeno dentro de la plantación. Se recomienda la utilización de la urea por fertigación ya que fue uno de los tratamientos que mostraron las medias más altas en cuanto a las variables de producción y además se observó que los costos de aplicación fueron

más bajos que los del resto de los tratamientos evaluados. Es necesario continuar con este tipo de investigaciones para establecer frecuencias y niveles óptimos con el fin de lograr una mayor eficiencia en las fertilizaciones nitrogenadas en las plantaciones de banano.

1. INTRODUCCION

En Guatemala, el banano (Musa sapientum L. var Grand Naine) es un cultivo muy importante para la economía del país debido a que es un producto de exportación generador de una buena cantidad de divisas. Por la importancia del cultivo y la fuerte competencia comercial, las investigaciones en el mismo se hacen necesarias y de mucho beneficio para los productores, ya que de esta manera se logra mejorar la productividad y la calidad del cultivo.

Una de las prácticas de manejo que constituye la columna vertebral para que el cultivo sea altamente productivo es la fertilización, por medio de la cual se logra la reposición de los nutrimentos que la planta aprovecha del suelo. Dentro de estos nutrimentos, el nitrógeno es uno de los principales elementos para mantener altas producciones. Tradicionalmente en las plantaciones de banano la principal fuente de nitrógeno ha sido urea, $(CO(NH_2)_2)$ con 46% de nitrógeno, la cual se aplica en forma manual, lo que representa por lo extenso de las áreas, dificultad al momento de la supervisión de las aplicaciones.

Frente a las actuales condiciones del mercado bananero las empresas productoras necesitan implementar estrategias de producción que mantengan o incrementen la productividad, tratando de reducir al mínimo los costos de operación. Para la Compañía de Desarrollo Bananero de Guatemala (BANDEGUA) que cuenta con un sistema de irrigación en todas sus fincas, la fertigación puede ser

una alternativa ideal para la fertilización de sus campos de cultivo.

El estudio se desarrolló en la zona de Morales, Izabal y se evaluó el efecto de aplicaciones de fuentes comerciales nitrogenadas a través del sistema de riego y aplicaciones realizadas en forma manual en una plantación de banano. Las fuentes de nitrógeno evaluadas fueron: urea disuelta en agua, urea más un compuesto inhibidor de la transformación de nitrógeno amoniacal a nitratos llamado nitromax, nitrato de calcio hidrosoluble y urea aplicada en forma manual

El objetivo del estudio fue el de establecer las ventajas productivas, económicas y nutricionales (con respecto al nitrógeno foliar) que presenta cada uno de los productos evaluados y con ello conocer cual de los mismos es el mas conveniente a utilizar en el cultivo de banano, ya sea a través del sistema de riego o de la forma tradicional con que se ha venido realizando.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Las fertilizaciones nitrogenadas que se vienen realizando hasta la fecha en las fincas de banano de BANDEGUA se ejecutan a través de aplicaciones de urea en forma manual. Estas aplicaciones manuales resultan ineficientes, por la difícil supervisión a los aplicadores, lo que provoca que dentro de los campos de cultivos se encuentren plantas afectadas por aplicaciones incompletas, por una inadecuada distribución del fertilizante o en el peor de los casos plantas sin aplicación. Las aplicaciones manuales, además conllevan una mayor tiempo de aplicación y el requerimiento del recuso humano de efectuar las aplicaciones es mayor.

Siendo el banano un cultivo muy exigente en nutrimentos, especialmente de nitrógeno, elemento que le brinda el desarrollo y la succulencia del fruto, las reservas de este elemento son muy necesarias. Niveles foliares de nitrógeno por debajo de los necesarios (se establece un 2.4% de nitrógeno foliar como un nivel óptimo) puede ser indicios de racimos de bajo peso y de mala calidad que se cumplen con las normas necesarias para empaque y posterior exportación (8).

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL:

3.1.1 Requerimientos nutrimentales del banano

Nava y Sosa (4), al analizar por medio de un diagnóstico regional la producción de banano, indican que éste tiene ya casi un siglo de sembrarse como monocultivo en toda América Latina, pero en fertilización solo se han realizado estudios que indican generalidades sobre lo que se aplica en el cultivo, desconociéndose aún los casos específicos en los cuales los investigadores tienen que adecuarse a los requerimientos nutrimentales de cada variedad comercial de las muchas que se tienen dentro de algunos países exportadores.

En varios estudios se ha encontrado respuesta al nitrógeno y aunque éste aumenta los rendimientos en el banano, solo se hacen fertilizaciones después de los deshijes y no cuando pueden influir directamente en la fructificación aunque en la actualidad se realizan aplicaciones de nitrógeno periódicamente a fin de que el cultivo cuente con el nutrimento durante toda su fase de desarrollo y principalmente antes de la fructificación (6). Para mejorar la producción de banano es necesario tomar en cuenta la necesidad de mejorar la fertilización mediante estudios que incluyen frecuencias y épocas de aplicación de nutrimentos (4).

Hulmet, citado por Peláez (8), indica que de los macronutrientes, el nitrógeno es el de mayores y más rápidos efectos sobre la fructificación aplicado antes de ésta.

En el banano y plátano una fuente abundante de nitrógeno aumenta el desarrollo de la suavidad y succulencia de los tejidos del fruto; además de acuerdo a la cantidad de reservas de nutrimento tendrán una mejor producción en el peso de los racimos.

Soto (13), indica que, después del nitrógeno, los elementos azufre y fósforo son los más limitantes para el crecimiento y producción de biomasa en la planta de banano señala además que la United Fruit Company establece los siguientes niveles críticos en porcentajes del tejido foliar, los cuales se estandarizan para la mayor parte de países productores de banano: para el nitrógeno un 2.4%, para el fósforo 0.15%; 0.18% para el azufre; 3% para el potasio; para el calcio 0.44% y para el magnesio 0.22%.

Ledesma, 1981, citado por Soto (13) considera que los resultados del análisis foliar de algunos elementos sirven como base para recomendar fertilización.

Haarer, citado por Peláez (8), realizando una compilación sobre técnicas utilizadas para el cultivo de banano, indica, que en todos los lugares en que esta especie es cultivada, se le proporciona una gran cantidad de nutrimentos, ya que el cultivo es muy exigente en cuanto a la fertilización del suelo.

Una fertilización nitrogenada que se considera adecuada para la planta de banano incluye una dosis de 500 a 800 kilogramos de nitrógeno/hectárea/año (5).

Según Soto (13), no se ha encontrado diferencia significativa en la fertilización fosfórica, comparando tratamientos con el testigo sin aplicar siendo los tratamientos de 0, 12.22, 24.44, y

48.88 kilogramos de P_2O_5 /hectárea, en Palmar, Costa Rica.

La respuesta del banano a las aplicaciones de azufre parecen ser menos controversiales, se recomienda el uso de como mínimo el 3 al 4% de azufre en las fórmulas de fertilizantes a fin de mejorar la asimilación de magnesio y potasio en suelos altos en calcio (8).

3.1.2 Fertigación

El desarrollo de la agrotecnia, el conocimiento agrícola, la intensificación de los cultivos, el aspecto económico, la creciente falta de mano de obra, impone una mayor eficiencia y control de la aplicación del riego y la fertilización. Los diversos sistemas del riego fijo ya sea por aspersión o goteo son cada vez mas utilizados en los diversos cultivos: cítricos, frutales y hortalizas; en estas áreas han sido determinadas nuevas condiciones para el riego y la distribución del agua, la fertilización conjunta con el agua de riego responde a las necesidades agrícolas y es muy adaptable a los varios planes de riego en todos los sistemas, incluso en los sistemas móviles por sus múltiples ventajas.

Por supuesto que en el uso de los equipos combinados de fertilización y riego deben de considerarse las limitaciones combinadas con su aplicación (11).

La fertigación requiere de fertilizantes solubles, las interacciones químicas entre los materiales fertilizantes pueden provocar la formación de precipitados, los cuales pueden causar algún trastorno en el funcionamiento del sistema (9).

Se ha comprobado que la técnica de la fertigación funciona

mejor para sistemas abiertos o en sistemas de gravedad (7).

3.1.2.1 Fertigación con nitrógeno

La aplicación de nitrógeno a través del sistema de riego es la forma más conocida de fertigación. Se puede minimizar pérdidas por lavado y respuesta de la planta es rápida debido a la movilidad de los nitratos en la solución del suelo (9).

El nitrato de amonio es muy popular en el uso de esta técnica porque las pérdidas de nitrógeno se ven reducidas y el uso del mismo es más eficiente (7).

3.1.2.2 Fertigación con fósforo

La fertilización con inyección de fósforo se ha efectuado exitosamente solo en los casos donde se ha puesto cuidadosa atención para evitar el taponamiento. Por consiguiente la práctica de inyectar fósforo a un sistema de riego de bajo volumen, generalmente no se recomienda, (9).

Otra de las razones por las que el fósforo en técnicas de fertigación es muy limitada es porque éste tiende a acumularse en la superficie del suelo, en donde la actividad de las raíces es mínima, además en aguas alcalinas puede formar precipitados con el calcio y el magnesio lo que viene a provocar los taponamientos en el sistema (7).

3.1.2.3 Fertigación con potasio

La aplicación de potasio a través de sistema de bajo volumen

ha sido muy exitosa, esto se debe probablemente al hecho de que el potasio es móvil en el suelo y el punto de aplicación está muy cerca del sistema radicular (9).

3.1.3 Ventajas de la Fertigación

3.1.3.1 Disminución del trabajo de aplicación de fertilizante

La aplicación manual es dificultosa e inexacta. La aplicación mecánica es relativamente costosa, en algunos casos provoca el compactamiento del suelo o daños a las plantas. En el cultivo de banano, estas aplicaciones no pueden efectuarse, debido a la posición de las plantas. Todo ello puede evitarse al aplicar el fertilizante a través de la técnica de fertigación.

3.1.3.2 Distribución del fertilizante y localización homogénea

La solución nutrientes se diluye en forma homogénea en el agua de riego, y esto hace que sea distribuída en el campo en la mismo forma que el agua. En las plantaciones de cítricos y frutales regados con tuberías fijas debajo del follaje, se riega la zona a lo largo de las hileras, y por supuesto aquí se localiza el fertilizante, contrariamente al fertilizante aplicado por métodos mecánicos, el que queda localizado en el espacio entre hileras, que solo es regado parcialmente o no regado absolutamente. La falta de superposición en la aplicación del agua y el fertilizante puede limitar la eficiencia de ambos a la vez.

3.1.3.3 Eficiencia de uso

El abastecimiento de nutrimentos, tal como se ha descrito, fraccionado, aumenta la asimilación, limita las pérdidas por lavado, provoca un mayor aprovechamiento eficiente del fertilizante, es decir, mejor respuesta a una cantidad equivalente o respuesta equivalente a una cantidad menor en comparación con otros métodos de aplicación tradicional, en donde se aplican grandes cantidades de fertilizantes en una sola aplicación (9).

3.1.4 Limitaciones en el uso de la fertigación

3.1.4.1 Pérdidas y Distribución

Los inconvenientes en el uso de la técnica de la fertigación se pueden resumir básicamente en dos: lo difícil de lograr una distribución uniforme de los nutrientes, esto porque el agua de riego no es uniforme, y las pérdidas de nutrientes que pueden darse a través del agua de escorrentía, por volatilización de nitrógeno en forma de nitritos y agua amoniacal especialmente en suelos calcáreos (7).

Principalmente en los sistemas de riego por aspersión se han reportado pérdidas de nitritos y agua amoniacal por volatilización debido a causas como: alcalinidad de suelo y agua, turbulencia en el aire e incrementos de temperatura.

La utilización del amoníaco como fuente de nitrógeno utilizado en fertigación puede provocar un aumento de pH del agua y la presencia de Ca^{2+} y Mg^{2+} (1).

3.1.4.2 Corrosión

Algunas partes metálicas de la red pueden dañarse por la actividad corrosiva de los fertilizantes, especialmente el equipo de fertilización. Esto exige cuidado al llenar los recipientes, además del empleo de accesorios no atacables en los lugares sensibles y por supuesto el lavado total del sistema, es decir, continuar cierto tiempo el riego una vez terminada la fertigación para provocar un lavado automático de la tubería (11).

3.1.5 Consideraciones en la elección de los productos

3.1.5.1 Dilución del fertilizante

"Dilución del fertilizante", es la relación entre la cantidad de solución del fertilizante y la cantidad total.

Por ejemplo, un litro de solución y otros 199 litros de agua, representan una relación de dilución de 1:200. Esta relación es determinada de acuerdo a las características de los productos utilizados (9).

3.1.5.2 Clases de fertilizantes

Los fertilizantes pueden clasificarse de acuerdo a diversos criterios. En cuanto se refiere al uso con el riego, se clasifican en tres clases:

- **Fertilizantes líquidos:** abastecidos en forma de soluciones listas para usar sin necesidad de tratamientos previos.
- **Fertilizantes sólidos, fácilmente solubles:** que deben disolverse antes de comenzar la fertilización, el factor de

solubilidad es distinto para cada tipo de composición y generalmente aumenta con la temperatura (11).

3.1.6 Fertilización nitrogenada en banano por medio del sistema de riego por aspersión

La aplicación de fertilizantes a través del agua de irrigación es llamada fertigación. El amoníaco anhidro fue el primer producto utilizado como fertilizante en los años treinta, en California, cuando este fue agregado al agua de riego (1).

La urea ha sido ampliamente utilizada como fuente de nitrógeno en la fertilización de plantaciones de bananos, pero ha demostrado ser sujeta a altas pérdidas debido a su volatilización cuando es aplicada directamente a la superficie del suelo en estado seco. Además la aplicación en miles de hectáreas de plantaciones de banano es un tanto costosa e ineficiente (14).

Wittwer (1961) citado por Arscott (2) ha resumido avances hechos en la absorción foliar de nutrientes en plantaciones de banano y en numerosos trabajos han investigado las pérdidas por volatilización en las superficies aplicadas en compuesto de urea (2).

3.1.7 Antecedentes de la fertigación:

Arscott (2) hace referencia a un estudio realizado en la división bananera de la Standard Fruit Company en 1961. En esta zona la mayoría de las tierras cultivadas con banano son irrigadas con el sistema de aspersión sobre la cabeza de la mata, el cual

consiste en una tubería instalada permanentemente, irradiadas desde centrales de bombeo.

El estudio fue diseñado para aplicar nitrógeno a través del sistema de irrigación en un área de 252 hectáreas en una proporción de 40.75 kilogramos libras de nitrógeno/ha/año, distribuidas en 20 ciclos de aplicaciones por año. Se utilizó como fuente de nitrógeno la urea, la cual fue mezclada previamente en tanques para su posterior inyección a la tubería de riego. La tasa de inyección de urea fue de 3500 galones por minuto lo cual aseguró la dilución de la urea para evitar quemaduras en los tejidos vivos de la plantación de banano. Este método de aplicación fue comparado con el método de aplicación manual de 4 veces al año.

Las aplicaciones efectuadas a través del sistema de riego fueron reducidas al 60% de las utilizadas en las aplicaciones manuales, (24.78 kg. de N/ha en vez de 41.30 kg. de N/ha) esto mediante la reducción de los ciclos de aplicación.

Arscott y Altman (2), identificaron la necesidad de aplicaciones frecuentes de nitrógeno por la presencia de plantas de diferentes estadios de crecimiento en un mismo período de tiempo a través del año y definieron la pérdida del nitrógeno del suelo en dos meses.

Los resultados obtenidos, reportados por Arscott (2), aseguran que la aplicación de urea por agua de riego es más eficiente que la aplicada manualmente en la superficie del suelo, basándose en los resultados de contenido de nitrógeno en la tercera hoja de la planta de banano, en donde los tratamientos aplicados con urea a

través del agua de riego tuvieron un nivel significativamente superior que los tratamientos en donde la fertilización fue aplicada manualmente a pesar que la cantidad de urea aplicada en el agua de riego fue un 60% menos que la aplicada en forma manual.

Wittwer (15), asegura que la absorción foliar de la urea, la reducción en las pérdidas por volatilización y una penetración más profunda de la urea en el suelo en las aguas de irrigación contribuyen a una mayor eficiencia de la técnica de la fertigación.

En los resultados obtenidos en la investigación se determinó que las áreas que recibieron aplicación de nitrógeno en forma de urea por riego tuvieron una cosecha significativamente superior a la aplicación manual. Se encontraron diferencias significativas en el número de tallos por acre, el número de tallos cosechados por hectárea y el total en peso de la cosecha por acre. En el estudio no se reportó diferencias significativas en lo que se refiere a peso de tallos, número de manos por tallo, diámetro del banano y el número de tallos perdidos por acre. Sin embargo si existió significancia en los tratamientos en lo que se refiere al número de días en que el fruto estaba listo para la cosecha. La cosecha en el tratamiento de aplicación manual fue más temprana que la de fertigación (2).

Se determinó además que aplicaciones frecuentes de nitrógeno en forma de urea por aspersión comparada con aplicaciones manuales, resultó en el mantenimiento del promedio de manos por racimo durante todo el año, mientras que en la aplicación manual declina durante la época fría del año (2).

Sagüil (10) realizó otro estudio en las fincas bananeras de BANDEGUA, ubicadas en la costa atlántica de Guatemala (1994) utilizó el amoníaco anhidrido como fuente de nitrógeno en la fertilización de plantas de banano, aplicado a través del sistema de riego. Se evaluaron las aplicaciones de amoníaco anhidro que contiene 82% de nitrógeno puro, aplicado a través del agua de riego y la urea aplicada en forma manual, la dosis de nitrógeno para ambos tratamientos fue la misma (41.6 kg. nitrógeno/hectárea/mes).

Las aplicaciones del fertilizante a través del sistema de riego se relizaron cada 8 días y las aplicaciones manuales cada 2 meses, estas aplicaciones se efectuaron en plantas próximas a fructificar (5-6 meses de desarrollo) durante 4 meses. El control de malezas, plagas y enfermedades fue el mismo para las dos áreas aplicadas.

En el estudio se reportaron los resultados de niveles de nitrógeno en la plantación, el análisis de la tercera hoja de la planta no reflejó diferencias en el contenido de nitrógeno en los dos tratamientos; los resultados de peso de racimo, número de manos por racimo, calibres y longitudes de fruta, analizado por medio de una prueba de "t", tampoco presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos, por lo que se reportó que ambos tratamientos, eran estadísticamente iguales y se recomendó la utilización de amoníaco anhidro por fertigación por la reducción de mano de obra utilizada en este tratamiento.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Ubicación y descripción del área experimental:

El estudio se realizó en la finca Tikal, propiedad de la Compañía de Desarrollo Bananero de Guatemala (BANDEGUA), específicamente en las secciones numeradas como: B-18-2, C-18-2, B-19-1 y C-19-1. Todas ubicadas en el distrito bananero de Bobos, municipio de Morales Izabal. Su elevación es de 46.80 msnm, con una Latitud Norte de $15^{\circ} 20'$ y una Longitud Oeste de $88^{\circ} 52'$. (Ver figura 1)

3.2.2 Clima

Según datos recabados por el servicio de información meteorológica de BANDEGUA la finca Tikal, ubicada en el municipio de Morales, Izabal presenta una temperatura media anual de $26^{\circ} C$ y una precipitación media anual de 1366.6 mm. sin una época lluviosa bien definida.

3.2.3 Zona de vida

Según De la Cruz (3) el área en donde se desarrolló el estudio se encuentra enmarcada dentro de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido), en donde el régimen de lluvia es de mayor duración, influyendo grandemente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación.

3.2.4 Suelos:

Según Simmons et al (12), los suelos predominantes de la zona

corresponden a la serie Inca, suelos aluviales profundos, mal drenados, por lo que se requiere de drenaje artificial, están desarrollados en un clima cálido y húmedo. Ocupan relieves planos a elevaciones bajas al este de Guatemala.

Se asemejan a los suelos Polochic que se encuentran en el valle del mismo nombre, pero éstos son calcáreos a diferencia de los Inca. Son suelos profundos con un pH que oscila entre 5.5 y 7.0 (12).

3.2.5 Análisis foliares:

Se determinó el nivel de nitrógeno foliar de la plantación cuya edad estuvo comprendida entre 5 y 6 meses de desarrollo. Los niveles reflejados en el análisis químico de la tercera hoja de la planta se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1. Resultados del análisis químico de muestras foliares de las secciones en estudio, antes de las aplicaciones.

TRATAMIENTO	SECCION	% N	% Ca	% Mg	% K
A (Urea+nitromax)	C-19-1	2.83	1.12	0.53	6.15
B (Urea por riego)	B-18-2	2.58	1.33	0.61	7.23
C (Nitrato de calcio)	B-19-1	2.61	0.84	0.57	6.03
D (Urea manual)	C-18-2	2.67	1.37	0.48	6.99

3.2.6 Condiciones físico-químicas de suelo

Las condiciones físicas del suelo se determinaron por medio de

análisis de laboratorio de muestras homogéneas. Los resultados del análisis físico y químico se presentan en los cuadros 2 y 3 respectivamente.

CUADRO 2 Resultados de la clase textural en las secciones utilizadas para el estudio.

SECCION	PROFUNDIDAD	% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	CLASE TEXTURAL
B-18-2 (T.B)	0-15 cm.	39.1	40.7	20.10	Franco
B-18-2	15-45 cm.	41.5	34.3	24.10	Arcilloso
C-18-2 (T.D)	0-15 cm.	37.9	39.6	22.60	Franco
C-18-2	15-45 cm.	41.9	37.3	20.60	Arcilloso
B-19-1 (T.C)	0-15 cm.	35.6	43.7	20.60	Franco
B-19-1	15-45 cm.	41.9	39.3	18.60	Arcilloso
C-19-1 (T.A)	0-15 cm.	36.6	41.0	21.50	Franco
C-19-1	15-45 cm.	41.7	36.7	23.60	Arcilloso

FUENTE: Laboratorio de Suelos, Departamento de Investigaciones, BANDEGUA.

CUADRO 3 Resultados del análisis químico de suelo, previo a las aplicaciones de los fertilizantes, en los tratamientos evaluados.

TRATA- MIENTO	SECCION	PROFUN- DIDAD	CIC	pH	mg/100 gr de suelo				ppm			
					Ca	Mg	K	Na	P	Zn	S	M.O.
A	C-19-1	00-15 cm	12.74	4.90	10.75	8.85	1.88	0.18	8	14	258	2.28
		15-45 cm	20.72	5.90	14.87	4.88	0.88	0.11	8	9	61	
B	B-18-2	00-15 cm	15.11	4.90	12.48	1.15	0.33	0.09	9	5	188	3.48
		15-45 cm	19.10	5.50	10.88	2.58	0.40	0.18	5	12	81	
C	B-19-1	00-15 cm	11.74	4.90	8.88	1.15	0.88	0.15	7	12	188	1.98
		15-45 cm	20.72	5.40	12.48	8.57	0.88	0.14	8	8	88	
D	C-18-2	00-15 cm	22.98	5.40	14.47	8.08	1.02	0.14	10	18	285	2.88
		15-45 cm	16.28	5.80	8.88	4.47	0.898	0.21	8	12	58	

Tanto las condiciones de fertilidad del suelo como los niveles foliares en la tercera hoja de la planta de banano, son considerados adecuados, según Soto (13), para el desarrollo del cultivo del banano.

3.2.6 Sistema de riego utilizado

En las fincas bananeras en donde se efectuó el estudio se utiliza el sistema de riego por aspersión del tipo "under tree" (riego subfoliar). El sistema de riego utilizado está diseñado para la aplicación del agua de riego al pie de la mata, el cual consiste en tuberías instaladas permanentemente, irradiadas desde centrales de bombeo.

CUADRO 4 Características del sistema de riego utilizado.

CARACTERISTICAS	UNIDADES
Intervalo de riego	3 días
Turno de riego	8 horas
Caudal por aspersor	2.02 GPM
Area mojada	290.10 m ² /aspersor
Presión de operación	35 psi
Lámina de agua	0.086 pulgadas por semana
Lámina bruta	1.38 pulgadas por semana
Distribución	15 metros entre laterales 14 metros entre aspersores (Triangular)
Características del aspersor	Senninger, modelo 3012 de 12 grados, boquilla 764

4. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar en términos productivos, económicos y niveles de nitrógeno foliar, las aplicaciones a través del sistema de irrigación y en forma manual, de dos fuentes comerciales de nitrógeno, en una plantación de banano.

4.2 Específicos

4.2.1 Determinar el efecto de las dos fuentes de nitrógeno comercial aplicados por fertirrigación y en forma manual, sobre los principales parámetros de producción: peso de racimo, número de manos por racimo, longitud y calibre de fruta.

4.2.2 Determinar costos parciales para cada uno de los tratamientos y definir cual de los cuatro ofrece las mejores ventajas económicas en su aplicación.

4.2.3 Determinar periódicamente el nivel de nitrógeno foliar de la plantación.

5. HIPOTESIS

5.1 Al menos una de las fuentes de nitrógeno aplicadas por fertigación o en la forma tradicional, presenta diferencias significativas con respecto a las variables de producción evaluadas: peso de racimo, número de manos por racimo, calibre y longitud de fruta.

6. METODOLOGIA

6.1 Metodología experimental

6.1.1 Tratamientos evaluados

En el ensayo se evaluaron 4 tratamientos, 3 de los cuales fueron aplicados a través del sistema de riego y uno en forma manual. Las dosis de nitrógeno aplicadas fueron las mismas para todos los tratamientos, derivadas de las aplicaciones comerciales que realiza BANDEGUA y en donde se aplicaron 350 kilogramos de nitrógeno distribuidos durante tres meses y medio. Estas aplicaciones se efectuaron previo a la fructificación de la plantación.

6.1.1.1 Tratamientos "A"

La fuente de nitrógeno utilizada para el tratamiento "A" fue una mezcla de urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), más un compuesto inhibidor de la transformación del nitrógeno amoniacal (NH_4^+) a nitratos (NO_3^-), llamado nitromax. La relación de estos productos fue de 5:1, por cada 5 libras de urea se utilizó 1 litro de nitromax, la mezcla fue aplicada a través de fertigación.

6.1.1.2 Tratamiento "B"

El tratamiento "B", fue el de urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) aplicada a través de fertigación.

La urea utilizada en este tratamiento, fue previamente diluida en agua para luego ser inyectada al agua de riego.

6.1.1.3 Tratamiento "C"

Este tratamiento fue el de las aplicaciones de nitrato de calcio hidrosoluble ($5Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3 \cdot 10H_2O$), que contiene un 15.5% de nitrógeno. El producto fue diluido en agua, previo a la inyección al sistema de riego.

6.1.1.4 Tratamiento "D"

A este tratamiento, se le efectuaron las aplicaciones de urea comercial en forma manual, su fórmula química y su contenido de nitrógeno (46%), son idénticos al de urea aplicada por riego. En el cuadro 5, se presenta un resumen de los tratamientos, los productos aplicados y la forma de aplicación de los mismos.

CUADRO 5. Resumen de los tratamientos aplicados y su forma de aplicación en el campo de cultivo.

TRATAMIENTO	PRODUCTO APLICADO	PORCENTAJE DE NITROGENO	FORMA DE APLICACION
A	urea+nitromax	46%	Riego
B	Urea	46%	Riego
C	Nitrato de calcio	15.5%	Riego
D	Urea	46%	Manual

6.1.2 Dosificación de los tratamientos

Los tratamientos A, B y C fueron dosificados para aplicar 25 kilogramos de nitrógeno cada semana, y el tratamiento D, 175 kilogramos de nitrógeno cada cuarenta y cinco días. El cuadro 6, presenta un resumen de las fuentes de nitrógeno, kilogramos por

aplicación, número de aplicaciones, frecuencia de aplicación y la cantidad de agua utilizada para diluir los productos aplicados por fertigración.

CUADRO 6. Resumen de las dosis de los tratamientos aplicados en el ensayo.

TRAT.	FUENTE DE N	kg/ APLICACION	NUMERO DE APLICACIONES	FRECUENCIA	AGUA UTILIZADA
A	Urea + Nitromax	54.34 urea + 24 litros de nitromax	14	8 días	46 gl.
B	Urea	54.34	14	8 días	46 gl.
C	Nitrato de Calcio	161.2	14	8 días	142 gl.
D	Urea	380.38	2	cada 45 días	-

6.1.3 Tamaño de la parcela

El área bruta por tratamiento fue de 5 acres (2.02 ha), lo que se conoce como una parcela típica de riego en las fincas bananeras, dentro de las cuales se marcaron 7 parcelas de 500 m² cada una, lo que representa el área neta del ensayo.

6.1.4 Diseño experimental

Para evaluar el efecto de los tratamientos seleccionados, se utilizó un diseño completamente al azar con una aleatorización parcial en donde se aleatorizaron los tratamientos, pero por las condiciones de campo, las repeticiones no presentan aleatorización. El diseño está constituido por 4 tratamientos y 7 repeticiones.

Las figuras 2A y 3A, muestran la ubicación de los tratamientos y las repeticiones de cada uno de los mismos. (figura 2A y 3A).

6.1.5 Variables de respuesta medidas

6.1.5.1 Peso de racimo

El peso de racimo fue tomado al momento de la cosecha y éste representa el peso total del racimo que incluye tanto las manos como el raquis del mismo.

6.1.5.2 Número de manos

Se contó el número de manos por racimo, de las matas identificadas en cada uno de los tratamientos evaluados, al momento de la cosecha.

6.1.5.3 Evaluación de calidad de fruta

Atendiendo la forma de embudo de los racimos, se midió el calibre y la longitud media de los frutos en la primera y última mano de los mismos, lo que se conoce como calibre y longitud '1' y '2'. El calibre promedio se obtuvo a través de un calibrador de banano, ésta medida se obtiene en 32 avos de pulgada, la longitud fue obtenida por medio de una cinta métrica.

La cosecha se realizó por personal del Departamento de Investigaciones de BANDEGUA, según práctica comercial, las mediciones de las variables de respuesta, se efectuaron antes de que los racimos fueran trasladados a la empacadora para su procesamiento.

6.2 Manejo del ensayo

6.2.1 Fertilización previa y actividades agronómicas

Las plantas que fueron utilizadas para el ensayo, recibieron durante su primer período de desarrollo (5 - 6 meses), fertilización comercial que incluyeron aplicaciones de nitrógeno, potasio y fósforo provenientes de fuentes como urea, nitrato de potasio y sulfato de amonio, que recibe toda la plantación, en dosis y frecuencias establecidas por la empresa en donde se desarrolló el estudio.

Esta primera etapa de desarrollo, fue de aproximadamente cinco meses, edad aproximada de las plantas que fueron seleccionadas para el ensayo.

Las actividades agronómicas como: control de malezas, plagas y enfermedades, fueron las mismas para todos los tratamientos.

La cantidad de agua de riego fue la misma para todos los tratamientos del ensayo.

6.2.2 Período de aplicación de los tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados durante tres meses y medio, de mayo a agosto de 1995, en plantas próximas a fructificar. En esta etapa, la fertilización se consideró crítica y los efectos de la misma se ven reflejados al momento de la cosecha.

6.2.3 Aplicación de los tratamientos

Para la aplicación de los fertilizantes, tanto a través del sistema de riego como en la forma manual, se realizó una

dosificación igual para todos los tratamientos, esta dosificación se deriva de la aplicación comercial que se viene desarrollando en la empresa (500 Mg/nitrógeno/hectárea/año). Se estimó además en pruebas de laboratorio, la proporción de dilución de agua y urea, la cual es de 1:0.31 que significa que un litro de agua diluye 0.31 kilogramos de urea, así mismo, para el nitrato de calcio cuya relación es de 1:0.30.

6.2.4 Forma de aplicación

Para la aplicación de los tratamientos por fertigración, los productos fueron mezclados en tanque en los cuales se mantuvieron en constante agitación para asegurar su dilución.

Previo a las aplicaciones, se realizaron actividades como medición de presiones en los aspersores, revisión de fugas en el sistema y aspersores que tuvieran un funcionamiento normal. En relación a las presiones de los aspersores, se trabajó con presiones en el rango de 32-36 psi, considerando 35 psi como la óptima para el funcionamiento del sistema.

Se utilizó un inyector impulsado por un motor de combustión para llevar el producto al agua de riego. Los sitios de inyección estuvieron en la tubería principal, desde donde se hizo llegar el producto hasta los laterales dentro de la plantación. La figura 4A, muestra un esquema de la forma de aplicación de los productos y el equipo utilizado en las mismas.

6.2.5 Sitios de muestreo

Los sitios de muestreo estuvieron conformados por cada una de las repeticiones que fueron 7 parcelas de 500 m² para cada uno de los tratamientos. En estas parcelas, se identificaron 40 plantas de banano próximas a la fructificación las cuales sirvieron como indicadores en los datos de cosecha.

Para la identificación, se les colocó a cada una de las plantas seleccionadas, cintas de plástico en donde se les identificó el tratamiento, la repetición y el número de planta correspondiente. La figura 5A, muestra un croquis de una parcela de muestreo utilizada.

6.2.6 Muestreo y análisis de muestras foliares

Se realizó un muestreo de suelo y planta, previo a las aplicaciones de los tratamientos con el fin de establecer el nivel nutricional del área utilizada para el estudio. Posteriormente se efectuaron muestreos foliares cada 15 días durante la etapa de las aplicaciones.

Para conocer el nivel de nitrógeno foliar se realizó el análisis químico de la tercera hoja de la planta, utilizando el método semi microkjeldhal.

De esta manera se mantuvo un monitoreo de las condiciones nutrimentales de la plantación y se determinó el comportamiento del nitrógeno foliar durante el período de aplicación de los tratamientos evaluados.

6.3 Análisis de la información

El análisis de la información se efectuó por medio de un análisis de varianza, el modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Donde:

u = media general

t_i = efecto del i ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental asociado a la ij ésima unidad

6.4 Prueba de medias

Se efectuaron pruebas múltiples de medias Tuckey para los tratamientos, en todas las variables de cosecha evaluadas, estas pruebas de medias se efectuaron al 5% de significancia.

6.5 Determinación de costos parciales

Para estimar los costos parciales de aplicación por tratamiento, se efectuaron cálculos de los costos unitarios de los productos utilizados y la cantidad total de los mismos. Se estimó además, el costo aproximado de la mano de obra por hectárea, necesaria para la aplicación de cada uno de los tratamientos.

4. RESULTADOS

7.1 Resultados de las variables de producción

Las variables de cosecha evaluadas fueron: peso de racimo, número de manos por racimo y los componentes de calidad, longitud y calibre de fruta para cada uno de los tratamientos. Se realizaron análisis de varianza (ANDEVA) para cada una de las variables para establecer si existe o no, diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados.

7.1.1 Pesos de racimos

Los resultados presentados en el cuadro 7, muestran los pesos promedio por tratamientos, expresados en kilogramos.

CUADRO 7 Resultados en kilogramos/hectárea de los pesos de racimo de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.

TRATAMIENTO	REPETICIONES							\bar{X}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
A (Urea+nitro max)	28.14	26.81	26.86	29.80	29.96	29.21	27.22	28.29
B (Urea por riego)	30.78	27.12	30.41	32.41	32.40	30.88	30.85	30.70
C (Nitrato de calcio)	31.55	31.10	33.01	30.57	31.35	31.87	32.89	31.77
D (Urea a mano)	23.75	24.47	23.64	25.82	25.22	25.64	25.93	24.90

Al efectuarse el análisis de varianza (ANDEVA), se determinó que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos. Al realizarse la prueba múltiple de medias Tuckey al 0.05 de significancia, se observó que los tratamientos B (urea por fertigación) y C (nitrato de calcio por fertigación), presentaron las medias más altas del ensayo, no mostrando diferencia estadísticamente significativa entre sí, pero sí con respecto a los tratamientos A (urea + nitromax) y D (urea a mano), siendo éste último el tratamiento que muestra la media más baja en lo que a pesos de racimos se refiere. (ver cuadro 17 del apéndice).

7.1.2 Número de manos

El cuadro 8, muestra el número de manos por racimo, promedio por repetición y tratamientos evaluados.

CUADRO 8. Resultados del número de manos por racimo en los tratamientos aplicados por riego y en forma manual.

TRATAMIENTO	REPETICIONES							\bar{X}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
A (Urea+nitro max)	7.74	7.37	7.67	7.90	7.67	7.55	7.52	7.63
B (Urea por riego)	7.75	7.45	7.64	8.15	7.85	7.82	7.82	7.85
C Nitrato de calcio)	8.00	7.72	7.85	7.97	7.97	7.80	7.80	7.90
D (Urea a mano)	7.47	7.70	7.30	7.56	7.70	7.75	7.76	7.50

Al efectuar los análisis de varianza (ANDEVA), se observó la existencia de diferencias entre los tratamientos, por lo que al realizar la prueba múltiple de medias Tuckey al 0.05 de significancia, para las medias del número de manos por tratamiento, se determinó que los tratamientos B (urea por fertigación) y C (nitrato de calcio), mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto al resto de los tratamientos evaluados. (Ver cuadro 17 del apéndice).

7.1.3 Longitudes de fruta '1' y '2'

Se midieron las longitudes del fruto de la mano media inferior (longitud 1) y del fruto medio de la mano superior (longitud 2). Estas longitudes expresadas en centímetros se observan en los cuadros 9 y 10, en donde se muestran las longitudes promedio por cada tratamiento.

CUADRO 9. Resultado de longitud '1' de los tratamientos aplicados tanto por riego como en forma manual.

TRATAMIENTO	REPETICIONES							\bar{X}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
A (Urea+nitro max)	18.65	19.02	18.79	19.06	19.29	19.36	18.60	18.97
B (Urea por riego)	19.80	19.21	19.35	19.41	20.00	19.98	19.67	19.49
C Nitrato de calcio)	19.28	19.69	19.73	19.42	19.32	18.56	19.90	19.56
D (Urea a mano)	18.26	18.11	18.02	18.70	19.04	18.42	18.45	18.43

CUADRO 10. Resultado de longitud '2' de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.

TRATAMIENTO	REPETICIONES							\bar{X}
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
A (Urea+nitro max)	22.13	22.60	22.27	22.56	22.73	22.95	22.09	22.47
B (Urea por riego)	23.27	22.47	22.91	22.96	23.65	22.19	23.10	22.93
C Nitrato de calcio)	22.92	23.17	23.40	22.87	22.87	23.20	23.55	23.14
D (Urea a mano)	21.10	21.27	20.99	21.61	21.97	21.71	21.49	21.45

Al efectuar los análisis de varianza, se determinaron diferencias entre los tratamientos y al efectuar la prueba múltiple de medias Tuckey, se observó que para la longitud de fruta '1', existen diferencias significativas entre el tratamiento C (nitrato de calcio) y B (urea por fertigación), con respecto a las medias de los tratamientos A (urea + nitromax) y D (urea a mano), que en orden de importancia ocupan los lugares subsiguientes. (Ver cuadro 18 del apéndice).

La longitud de fruta '2', muestra una diferencia significativa del tratamiento C (nitrato de calcio) con relación al resto de los tratamientos evaluados. (Ver cuadro 18 del apéndice).

7.4.1 Calibres de fruta '1' y '2'

Esta medida representa el diámetro del fruto, el cual es tomado por un calibrador que la expresa en 32 avos de pulgada, ésta dimensional es la más utilizada por las empresas bananeras. Se evaluaron calibres '1' y '2' de cada uno de los racimos en la posición en la que se evaluaron las longitudes. Los cuadros 11 y 12, presentan los resultados de los calibres '1' y '2'.

CUADRO 11 Resultados de calibre de fruta '1', de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.

TRATAMIENTO	REPETICIONES							\bar{X}	\bar{X} (H)
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
A (Urea+nitromax)	41.82	42.12	41.77	41.70	42.22	42.45	42.22	42.02	0.0333
B (Urea por riego)	41.60	41.87	42.05	42.17	42.40	41.65	42.40	42.04	0.0334
C (Nitrato de calcio)	42.05	42.65	42.46	42.00	41.82	42.41	42.65	42.29	0.0336
D (Urea a mano)	40.95	41.22	41.75	41.49	41.87	40.90	41.35	41.36	0.0328

CUADRO 12 Resultados de calibre de fruta '2', de los tratamientos aplicados por fertigación y en forma manual.

TRATAMIENTO	REPETICIONES							\bar{X}	\bar{X} (H)
	I	II	III	IV	V	VI	VII		
A (Urea+nitromax)	45.08	45.17	42.12	45.25	45.25	45.77	45.22	45.26	0.0359
B (Urea por riego)	45.17	45.05	45.74	45.47	45.65	44.42	45.32	45.26	0.0359
C (Nitrato de calcio)	45.20	45.55	45.56	45.22	45.20	45.69	46.07	45.50	0.0361
D (Urea a mano)	43.89	43.65	44.32	44.32	45.05	43.92	44.32	44.21	0.351

Las variables calibres '1' y '2', al efectuarse el análisis de varianza mostraron diferencias entre los tratamientos evaluados y al realizarse la prueba múltiple de medias, se observó que no existió diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos A, B, C y el tratamiento D, mostró las medias más bajas del ensayo por lo que mostró diferencia de medias con respecto al resto de los tratamientos. (Ver cuadro 19, del apéndice).

Las aplicaciones de nitrógeno en períodos más cortos y con dosis menores parecen ser las mejores condiciones para las fertilizaciones nitrogenadas en el cultivo del banano, esto lo demuestran los resultados de cosecha, en donde los tratamientos B (urea por riego) y (nitrato de calcio por riego), presentaron los mejores resultados en cuanto a producción de peso por racimo, este mayor peso se debió a la superioridad mostrada en el resto de las variables evaluadas (número de manos por racimo, longitudes y calibres de fruta). Las longitudes de fruta '1' y '2', fueron determinantes para que los tratamientos B y C presentaran los mejores resultados de peso producido, la diferencia con respecto al tratamiento A (urea + nitromax), también aplicado por fertigación, parece establecerse debido a que el nitromax inhibe la transformación del agua amoniacal a nitratos y es precisamente en forma de éstos, que el cultivo del banano aprovecha mejor el nitrógeno aplicado, esto se respalda además, con los resultados obtenidos con nitrato de calcio.

Los tratamientos A, B y C que tuvieron ciclos más cortos de

aplicación, mostraron diferencia significativa en los datos de cosecha con respecto al tratamiento D, aplicado manualmente en ciclos más largos: por lo que se asume que las aplicaciones constantes mantienen un nivel de nitrógeno que es aprovechado por la plantación de una manera más eficiente y esto se ve reflejado al momento de la cosecha.

7.2 Análisis de costos parciales

Los resultados del análisis de costos se detallan en el cuadro 13, en el cual se hace un desglose de las cantidades de los productos utilizados, costos unitarios y el costo total de aplicación de cada uno de los tratamientos, así como el costo aproximado de mano de obra utilizada por hectárea.

CUADRO 13. Desglose de los costos de productos y mano de obra utilizada en los tratamientos evaluados.

TRAT.	PRODUCTO	COSTO UNITARIO (Q)	PRODUCTO +TRANSPORTE/ha (Q)	MANO DE OBRA/ha (Q)	COSTO TOTAL/ha (Q)
A	336 lt. nitromax 760.76 kg urea	7.73 litro 93.45 saco	1941.47	133.00	2074.47
B	760.76 kg. urea	93.45 saco	656.13	133.00	789.13
C	2256.81 kg nitrato de calcio	83.83 saco	1751.05	133.00	1884.05
D	760.76 kg urea	93.45 saco	656.13	152.00	808.13

7.2.1 Ingresos generados por tratamiento

Estos ingresos se calcularon de acuerdo al cálculo de cajas

producidas a la cantidad de ingresos que éstas generan, manejando un costo de 5 U.S. Dólar, por caja de 18 kilogramos. A los kilogramos producidos por tratamiento se les descontó el peso aproximado del raquis (2.73 kg/racimo), y 15% de fruta que no califica para empaque.

CUADRO 14. Ingresos generados por cada uno de los tratamientos evaluados y su relación beneficio-costo.

TRATAMIENTOS	Kg PRODUCIDOS/ha	CAJAS PRODUCIDAS/ha (18 kg)	INGRESO/ha (Q.30.80/caja)	B/C
A	6111.82	970.13	29880.00	14.40
B	6576.43	1043.88	32151.50	40.74
C	6828.59	1083.91	33384.12	17.72
D	6060.92	962.05	29629.60	36.66

Referencias

Se realizaron 14 aplicaciones de los productos a través de fertigación (tratamientos A, B y C), y 2 aplicaciones en forma manual (tratamiento D).

Los precios de los productos fueron manejados a un tipo de cambio a la fecha (agosto 1996), de Q.6.16 por 1 U.S. Dólar.

El precio del saco de urea y nitrato de calcio es referido a un saco de 55 kilogramos.

Aunque los tratamientos de urea más nitromax, urea y nitrato de calcio (todos aplicados por fertigación), tuvieron una producción similar, se determinó que la aplicación de urea por fertigación es la manera más económica de fertilización nitrogenada

en las plantaciones de banano. Esta diferencia del tratamiento B (urea por fertigación) con respecto a los tratamientos A (urea + nitromax) y C (nitrato de calcio), se concentró en la diferencia de cantidades y precios de los productos utilizados. El tratamiento de urea a mano, presentó un costo de aplicación más alto que el del tratamiento de urea por fertigación por el mayor costo de mano de obra utilizada. En cuanto a producción, fue el tratamiento aplicado a mano el que presentó menor producción del ensayo, pero esta producción relacionada con su costo de aplicación, ofrece después de la urea por fertigación, la manera más atractiva de fertilización ya que difiere con los otros dos tratamientos en cuanto al costo de los productos utilizados.

7.3 Análisis químicos

7.3.1 Nitrógeno foliar

Los resultados se presentan en el cuadro 15, se estima porcentaje de 2.4% de nitrógeno dentro de la planta como un nivel adecuado para el desarrollo de la plantación (12).

CUADRO 15 Resultados del análisis foliar de nitrógeno, en porcentajes sobre materia seca a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días de aplicación de los tratamientos.

TRAT.	15	30	45	60	75	90	105	120
A	2.60	2.28	2.31	2.39	2.26	2.52	2.63	2.21
B	2.83	2.47	2.47	2.50	2.38	2.35	2.61	2.38
C	2.58	2.17	2.47	2.50	2.31	2.58	2.49	2.49
D	2.67	2.31	2.57	2.58	2.43	2.58	2.61	2.63

Se puede observar que el nivel de nitrógeno foliar en algunos muestreos, se manifestó por debajo del nivel requerido (2.4%), esto pudo deberse a las constantes fluctuaciones del nitrógeno dentro de la plantación y las formar rápidamente aprovechables que no se reflejaron en los muestreos foliares, este nivel de 2.4% puede no ser determinante para el desarrollo del cultivo, ya que este descenso no fue observado en la plantación y no se detectaron síntomas de deficiencia en la misma, se puede decir en términos generales, que a lo largo del estudio el nivel se mantuvo dentro del rango requerido.

Tanto el análisis textural como químico del suelo, mostraron similitud al inicio del ensayo, los tratamientos evaluados se desarrollaron dentro de condiciones parecidas entre sí.

Los resultados obtenidos se concentran específicamente a la capacidad de cada uno de los productos utilizados, en interactuar con las condiciones de suelo evaluadas.

8. CONCLUSIONES

1. Las variables de cosecha evaluadas, presentaron mejores resultados en los tratamientos de urea por fertigación y nitrato de calcio, por fertigación presentando un peso promedio por racimo de 30.70 y 31.77 kilogramos respectivamente. Entre estos dos tratamientos no existieron diferencias estadísticamente significativas. Fueron las longitudes de fruta "1" y "2", determinantes para que estos tratamientos alcanzaran un mayor peso de racimo. Los calibres de fruta "1" y "2", no presentaron diferencias entre los tratamientos de urea más nitromax, urea por fertigación y nitrato de calcio por fertigación, pero sí con respecto al tratamiento de urea a mano que fue el que presentó la media más baja en el ensayo.
2. El nitrógeno foliar mostró fluctuaciones constantes dentro de la plantación, oscilaciones en porcentaje sobre materia seca que estuvieron entre 2.17% y 2.83%, observándose en algunos muestreos por debajo del nivel requerido (2.4%), esto debido a que las fluctuaciones del nitrógeno dentro de la planta son muy constantes y el nitrógeno disponible es rápidamente aprovechado por la plantación, por lo que no se refleja al momento del análisis. Las fluctuaciones del nitrógeno foliar durante el ensayo, se presentan en la figura 6A. No se observaron señales de deficiencia de nitrógeno en la plantación durante el ensayo.

3. La aplicación de productos a través de fertirrigación reduce los costos de mano de obra/ha, al efectuar fertilizaciones nitrogenadas en los campos de cultivo de banano, este costo está ampliamente relacionado con el número de aplicaciones que se realicen, si se reduce el número de aplicaciones, esta reducción del costo de mano de obra/ha, se vuelve más significativo. El tratamiento de urea por fertirrigación difiere con el resto de los tratamientos aplicados por el sistema de riego, en el costo total del producto utilizado y difiere al tratamiento de urea en forma manual en lo que se refiere a producción generada y al costo de mano de obra/ha, diferencia que se hace más significativa al fertilizar extensas áreas de cultivo.

9. RECOMENDACIONES

1. Bajo las condiciones de un sistema de riego ya establecido como con el que cuenta BANDEGUA, se recomienda la utilización de la fertigación como técnica, para las fertilizaciones nitrogenadas en el cultivo de banano. Las aplicaciones manuales de urea pueden considerarse atractivas debido al menor costo de la urea con relación a los productos utilizados en el resto de los tratamientos.
2. Seguir evaluando las aplicaciones de productos a través de la técnica de la fertigación, en otras épocas y localidades, con el propósito de encontrar niveles de nitrógeno y frecuencias óptimas que permitan una mayor eficiencia en las fertilizaciones del cultivo y lograr el perfeccionamiento en el uso de la fertilización y el agua de riego.

10. BIBLIOGRAFIA

1. APLICACIONES AGRICOLAS OMEGA (Gua). 1993. El amoníaco como fuente de nitrógeno para el suelo. México. p. 5-20.
2. ARSCOTT, T.G.; ALTMAN, F.G. 1960. The effects of broadcast urea applications on the nitrogen properties of banana leaves and soils. Guatemala, Standard Fruit Company. s.p.
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 22-23.
4. DIAGNOSTICO REGIONAL del cultivo de banano (1987, Venezuela). En Seminario de Investigación de Agronomía. Ed. por Nava, C.; Sosa, L. Zulia, Venezuela, Instituto de Investigaciones Agronómicas. p. 44-47.
5. ESTADO ACTUAL y problemas relacionados con la producción, industrialización y comercio del banano y plátano en América Tropical. En Reunión Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales (1985, Col). Ed. por R. Jaramillo. Manizales, Colombia, Instituto de Investigaciones Agronómicas. p. 28-30.
6. EVALUACION DE las condiciones nutricionales del banano (1983, Ecuador). Quito, Ecuador, s.e. p. 14-17.
7. HENRY, D.F.; BOYD, G.E. 1988. Soil fertility. EE.UU., John Willey & Son. p. 195-196.
8. PELAEZ, J.A. 1987. Efecto del N, P, y S, aplicados antes de la floración sobre el peso y calidad del racimo de banano (Musa sapientum var. Grand Naine) en la zona de los Amates y Morales, Izabal. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 5-10.
9. RAIN BIRD (Mex). 1990. Manual de mantenimiento para sistemas de riego de bajo volumen. México. p. 46-52.
10. SAGÜIL, C.D. 1994. Evaluación del efecto de las aplicaciones de amoníaco anhidro a través del agua de riego, como fuente de nitrógeno para la nutrición de las plantaciones de banano (Musa sapientum var. Grand Naine), en la zona de Morales, Izabal. EPSA-Investigación Inferencial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 40 p.

11. SHANI, M. 1989. La fertilización combinada con el riego. Trad. por el Departamento de Capacitación al Exterior. Estado de Israel. Israel, Ministerio de Agricultura. p. 7-14.
12. SIMMONS, CH.; TARAND, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
13. SOTO, M. 1985. Bananos, cultivo y comercialización. San José, Costa Rica, Ed. LIL. p. 6-48.
14. VOLK, G.M. 1959. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf or bare soils. Estados Unidos. p. 746-749.
15. WITTWER, S.H.; BUKOVAC, J.M. 1961. Advances in foliar feeding of plant nutrients. Estados Unidos, Michigan, Michigan State University. p. 241-244.



Vo. Bo. Rolando Barrios.

11. APENDICES

CUADRO 16A Resultados del análisis de varianza (ANDEVA), para las variables respuesta evaluadas.

VARIABLES		PESO DE RACIMO	NUMERO DE MANO	LONGITUD 1	LONGITUD 2	CALIBRE 1	CALIBRE 2	F TABULADA	
F.V.	G.L.	F CALC.	F CALC.	F CALC.	F CALC.	F CALC.	F CALC.	0.05	0.01
TOTAL	27								
TRAT.	8	88.17	21.79	28.71	28.71	20.41	18.49	8.01	4.72
ERROR	24								

CUADRO 17A. Resultados de la prueba múltiple de medias Tuckey, para el peso de racimo y número de manos por racimo de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTO	MEDIAS PESO DE RACIMO	ORDEN	MEDIAS NUMERO DE MANOS	ORDEN
C Nitrate de calcio	31.77	A	7.90	A
B Urea fertigación	30.70	A	7.85	A
A Urea+nitromax	28.29	B	7.63	AB
D Urea a mano	24.90	C	7.50	B

CUADRO 18A. Resultados de la prueba múltiple de medias Tuckey para la longitud '1' y '2' de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTO	MEDIAS LONGITUD '1'	ORDEN	MEDIAS LONGITUD '2'	ORDEN
C Nitrato de calcio	19.56	A	23.14	A
B Urea fertigación	19.49	A	22.93	AB
A Urea+nitromax	18.97	B	22.47	B
D Urea a mano	18.43	C	21.45	C

CUADRO 19A. Resultados de la prueba múltiple de medias Tuckey para los calibres '1' y '2' de los tratamientos evaluados.

TRATAMIENTO	MEDIAS CALIBRE '1'	ORDEN	MEDIAS CALIBRE '2'	ORDEN
C Nitrato de calcio	42.29	A	45.50	A
B Urea fertigación	42.04	A	45.26	A
A Urea+nitromax	42.02	A	45.26	A
D Urea a mano	41.36	B	44.21	B

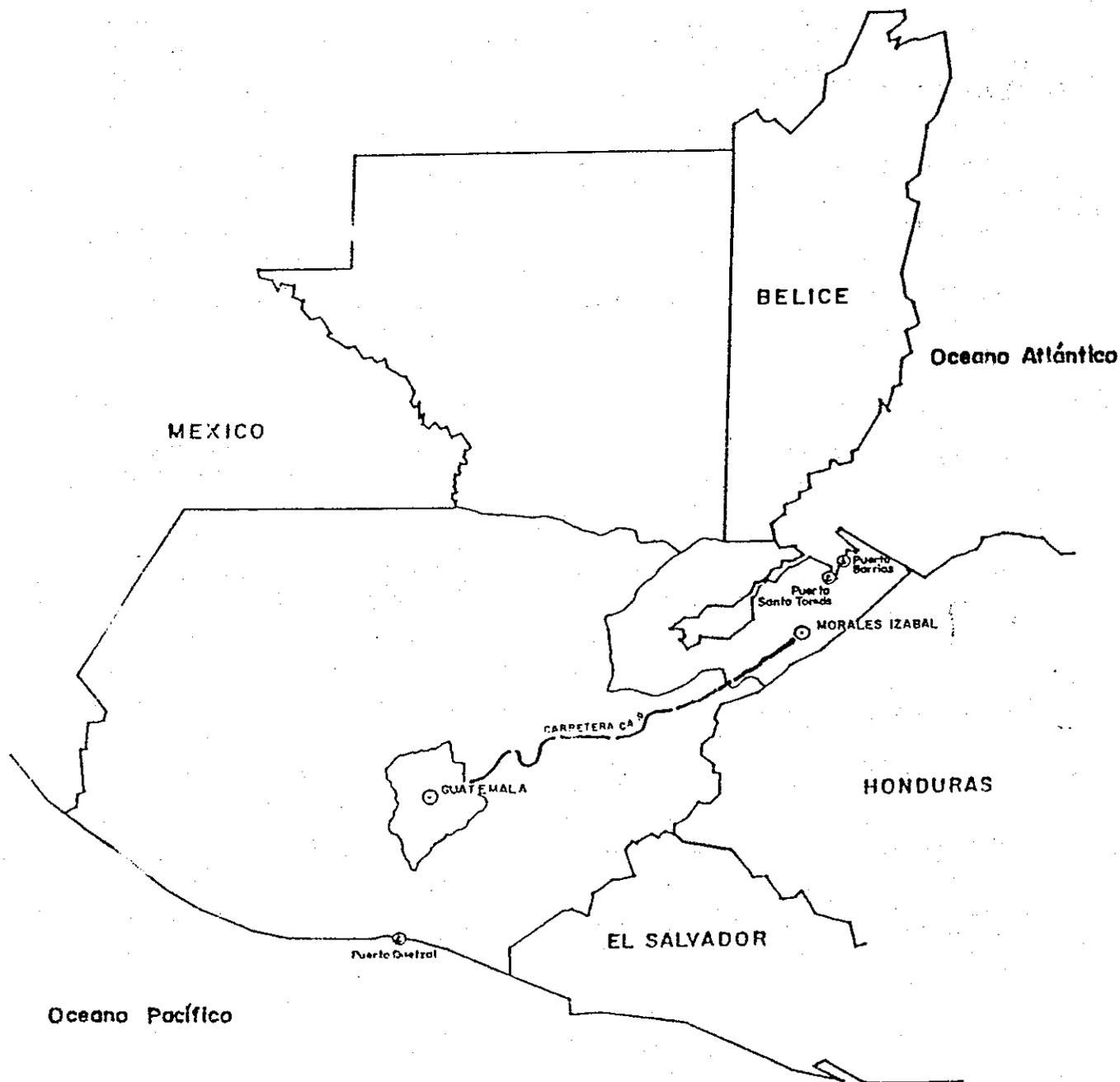
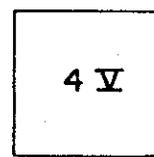
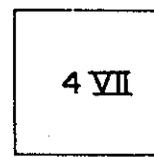
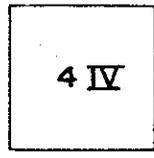
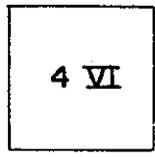
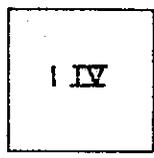
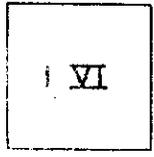
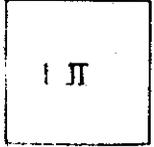


Figura 1: Ubicación del municipio de Morales, departamento de Izabal, Guatemala...



PANTE C-18-2

PANTE C-19-1



CABLE

CANAL SECUNDARIO

CABLE

C A M I N O

— CABLE

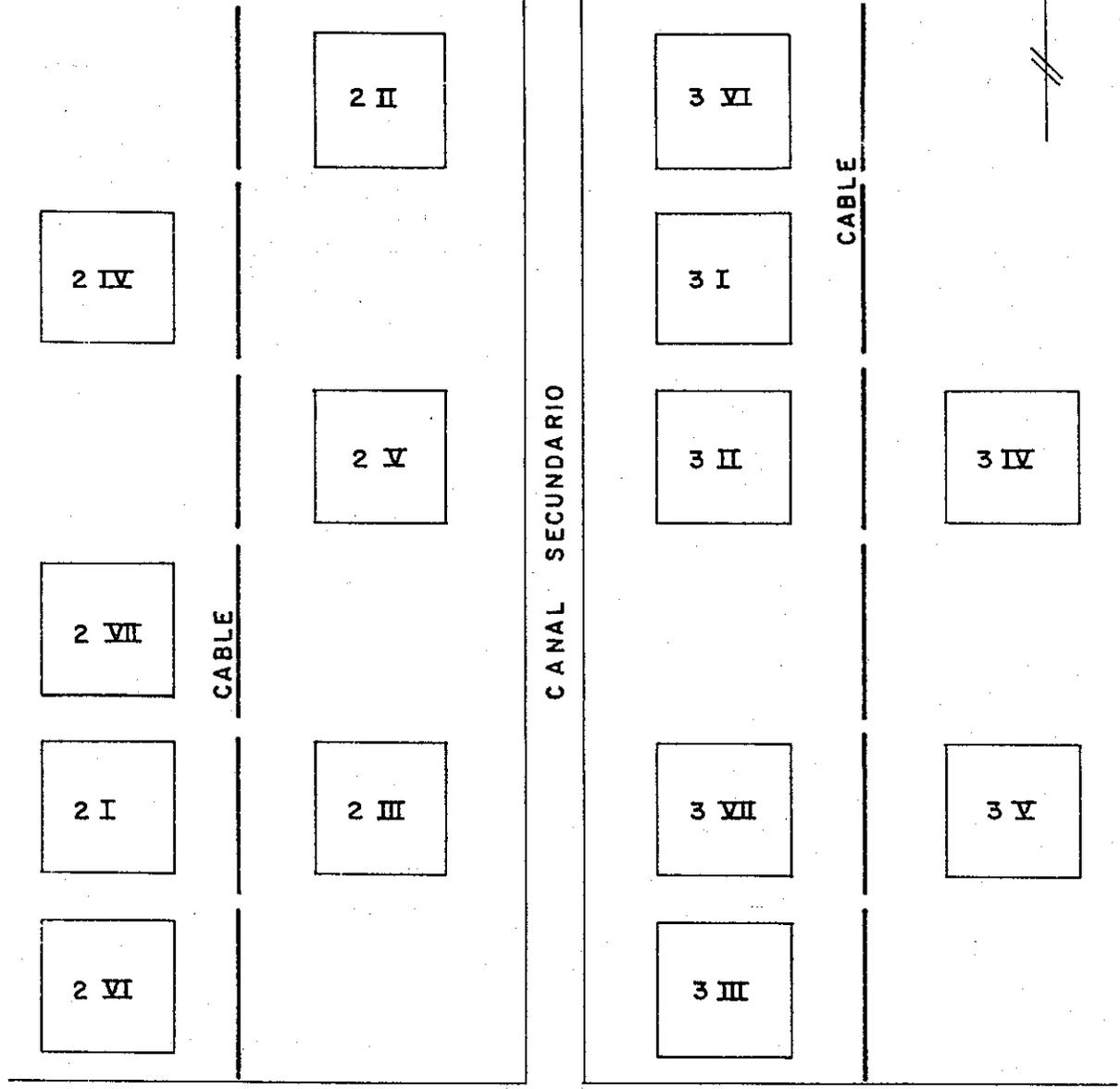
□ REPETICIONES (500m²)
40 PLANTAS C/U.

FIGURA 2 "A"	CROQUIS DE LA UBICACION DE LAS REPETICIONES	SIN ESCALA
	DE LOS TRATAMIENTOS I Y 4.	DIBUJO: C. S.
		FECHA: MARZO '97



PANTE B-18-1

PANTE B-19-1



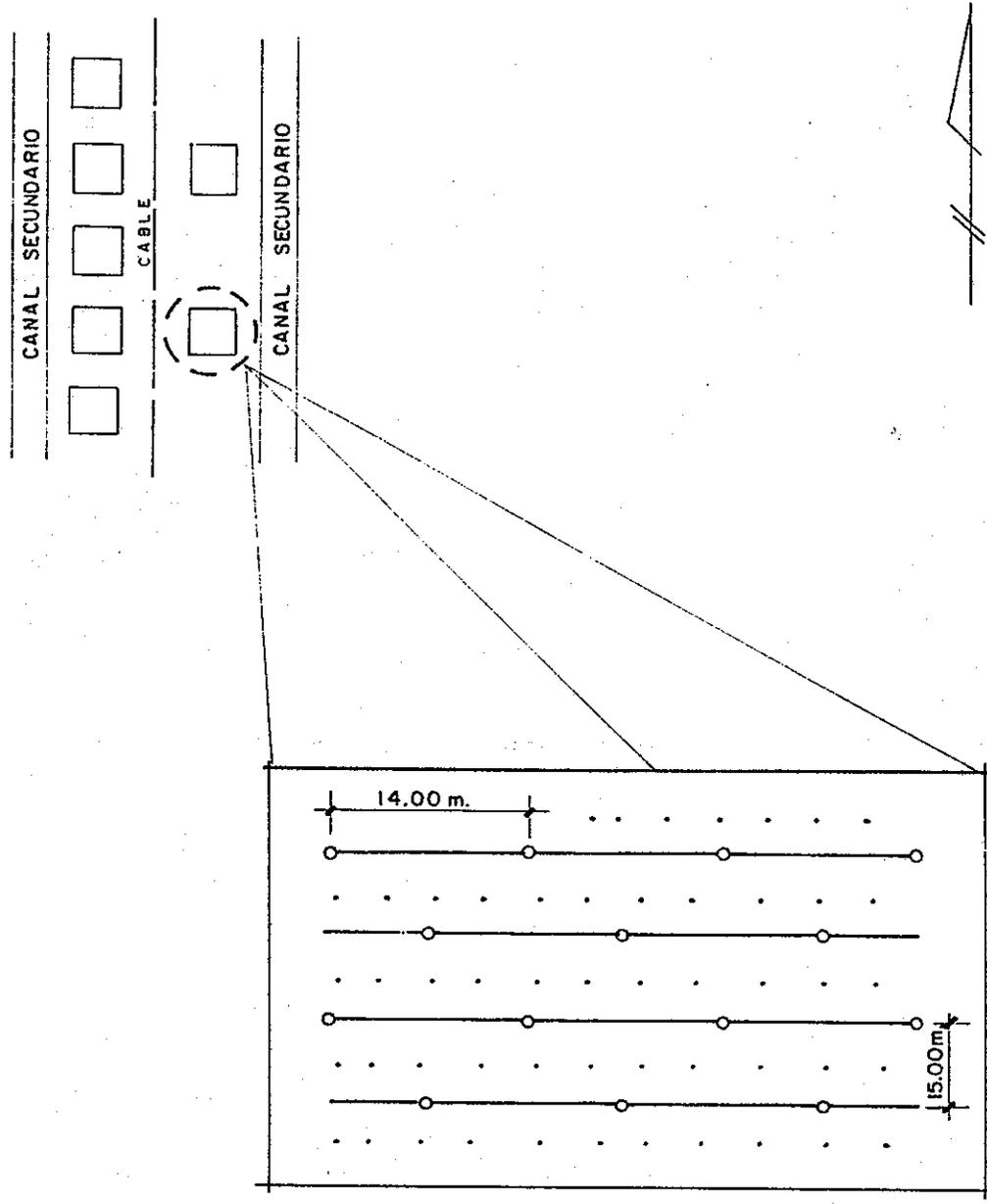
C A M I N O

— — — — — CABLE
 □ REPETICIONES (500 m²)
 40 PLANTAS C/U.

FIGURA 3 "A"

CROQUIS DE LA UBICACION DE LAS REPETICIONES
 DE LOS TRATAMIENTOS 2 Y 3

SIN ESCALA
 DIBUJO : C. S.
 FECHA : MARZO '97



— LATERAL
 ○ ASPERSOR
 ● PLANTAS DE BANANO

FIGURA 4 "A"

REPRESENTACION DE UNA REPETICION DEL ENSAYO,
 DONDE SE OBSERVAN LA DISTRIBUCION DE LATERALES
 Y ASPERSORES.

SIN ESCALA
 DIBUJO : C. S.
 FECHA : MARZO '97

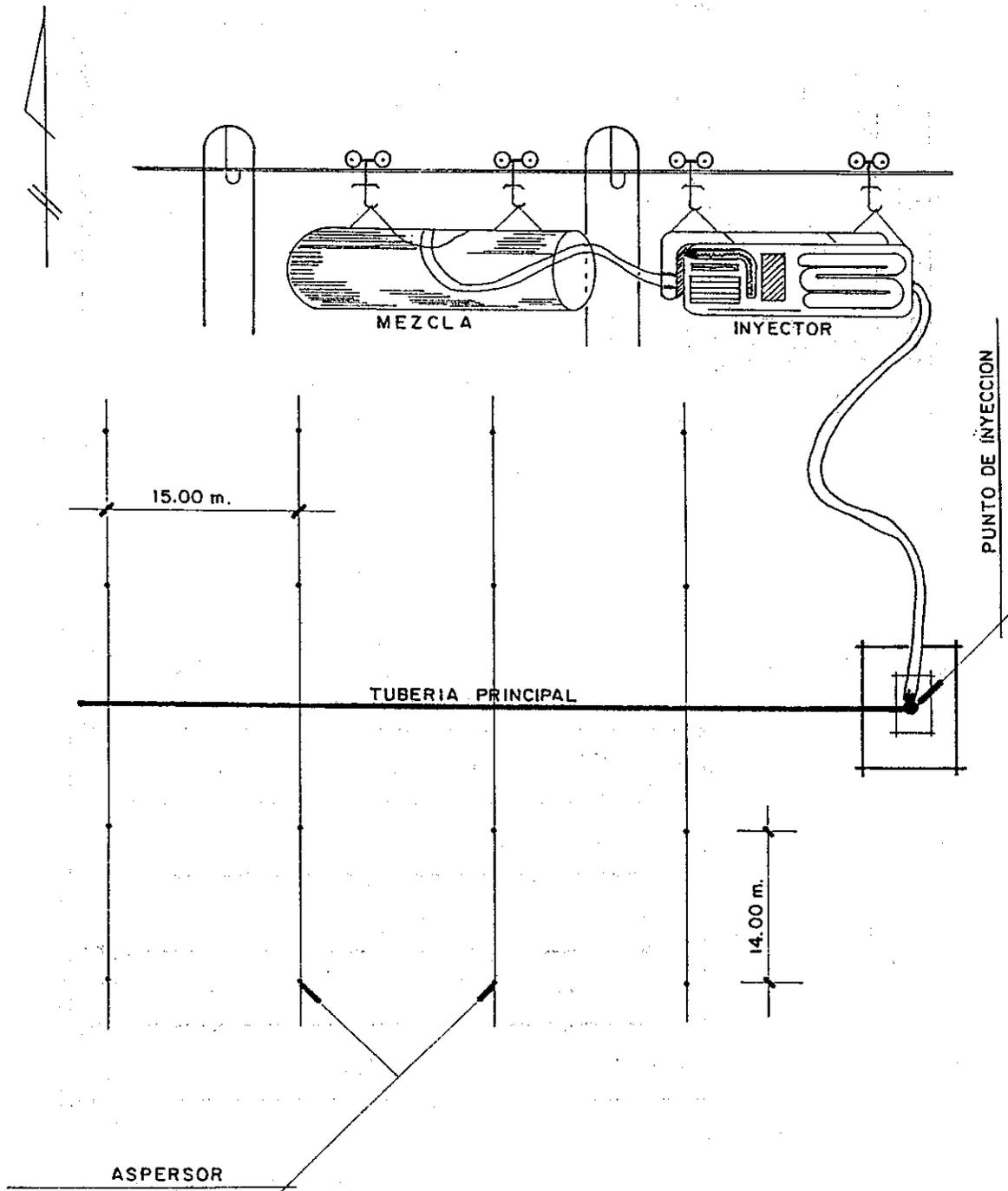
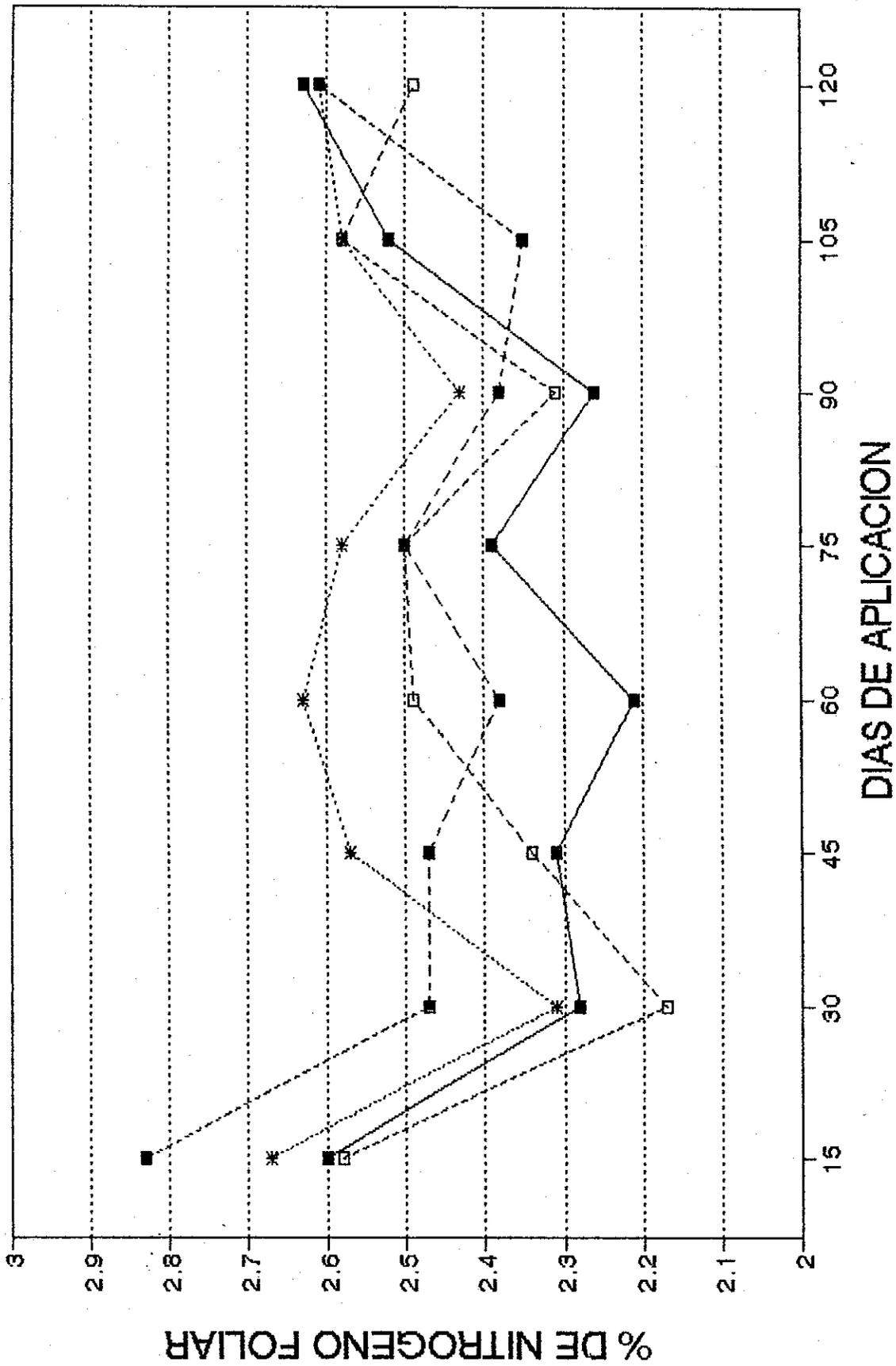


FIGURA 5 "A"	FORMA DE APLICACION POR FERTIGACION DE LOS	SIN ESCALA
	TRATAMIENTOS EVALUADOS.	DIBUJO : C. S.
		FECHA : MARZO '97.

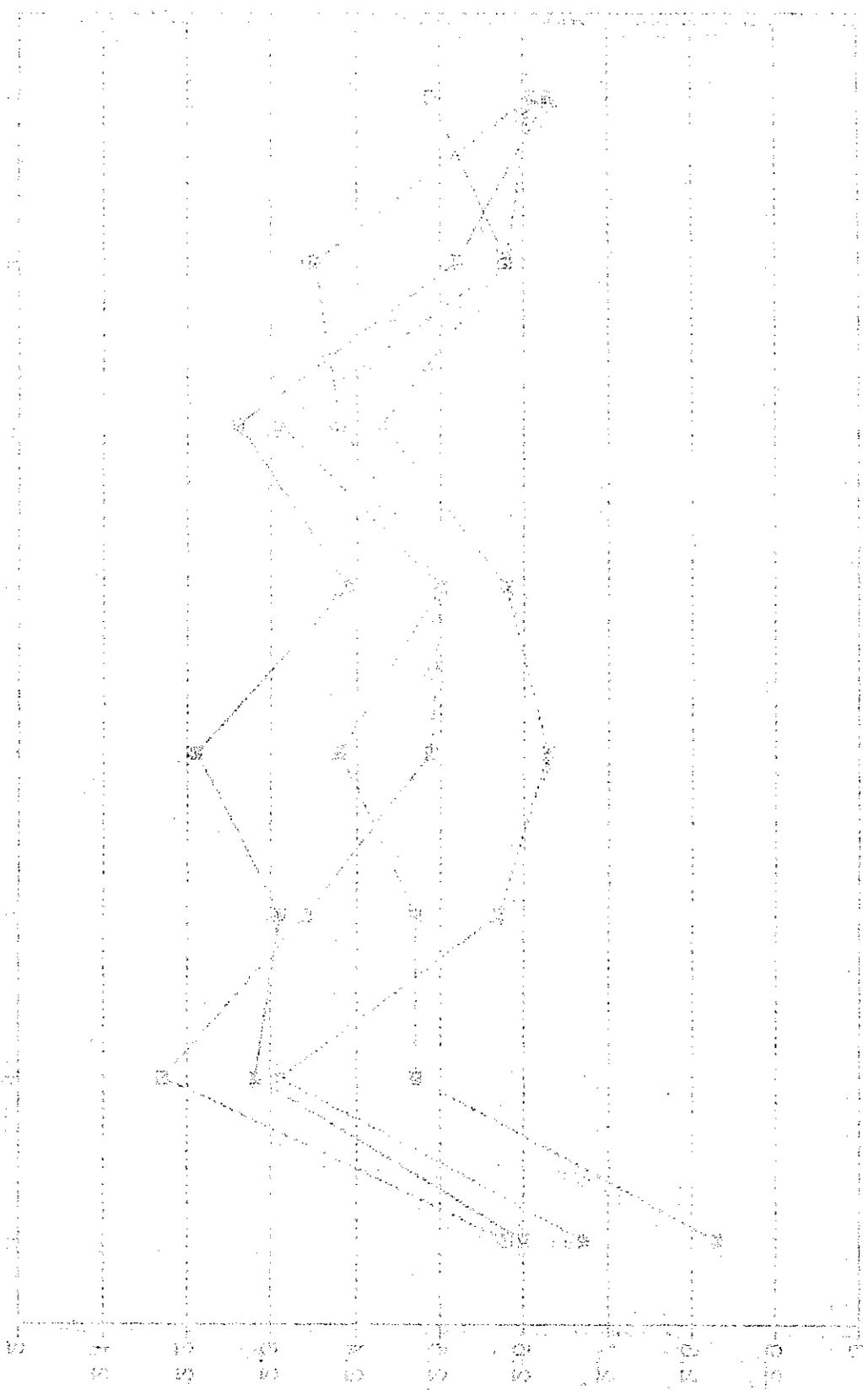
FIGURA 6A. Comportamiento del nitrógeno foliar durante el tiempo de aplicación.



—■— TRAT'A - - - ■ - - - TRAT'B * * * * * TRAT'C - · - · - · TRAT'D

TIME OF VISIBILITY

15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100



PERCENTAGE OF ALLYL ALCOHOL

STUDY ON THE EFFECT OF ALLYL ALCOHOL ON THE VISIBILITY OF THE SOLUTIONS OF STYRENE IN TOLUENE



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

Sem-011/97

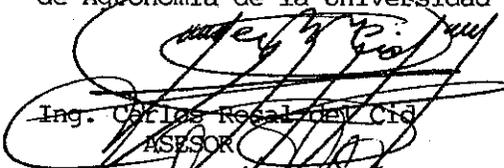
LA TESIS TITULADA: " EVALUACION DE DOS FUENTES COMERCIALES DE NITROGENO, APLICADOS POR FERTIGACION Y EN FORMA MANUAL EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa sapientum* L.var Grand Naine) EN LA COSTA ATLANTICA DE GUATEMALA, MORALEZ IZABAL".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CHRISTIAN ORLANDO SAGÜIL SAGASTUME

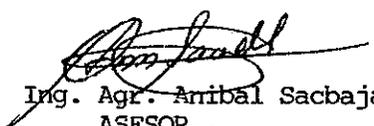
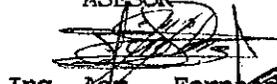
CARNET: 89-17083

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Efrain Medina
 Ing. Agr. Victor Cabrera
 Ing. Agr. Maxdelio Herrera

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.

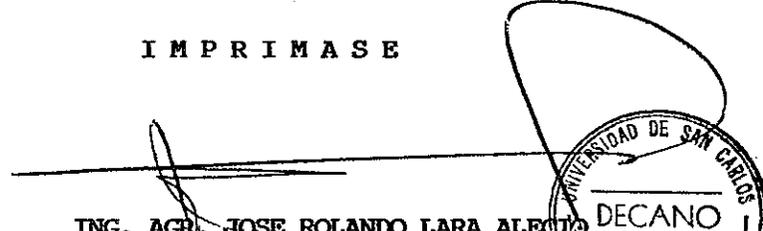

 Ing. Carlos Rosaleny Cid
 ASESOR

 Ing. Luis Estrada Ligorría
 ASESOR


 Ing. Agr. Anibal Sachaja
 ASESOR

 Ing. Agr. Fernando Rodríguez
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E


 ING. AGR. JOSE ROLANDO LARA ALEJO
 DECANO



CC. Control Academico
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770

