

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



EVALUACION DE 3 DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN CULTIVO DE  
MACAL (*Xanthosoma sagittifolium*) CON 3 NIVELES DE FERTILIZACION EN EL  
CASERIO SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN

TITO ADOLFO MURALLES MONTERROSO

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2004.

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

EVALUACION DE 3 DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN CULTIVO DE  
MACAL (*Xanthosoma sagittifolium*) CON 3 NIVELES DE FERTILIZACION EN EL  
CASERIO SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN

TESIS

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

POR

TITO ADOLFO MURALLES MONTERROSO

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE DEL 2004.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR

Dr. M.V. LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Dr. ARIEL ABDERRAMÁN ORTÍZ LÓPEZ
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. ALFREDO ITZEP MANUEL
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MANUEL DE JESÚS MARTÍNEZ OVALLE
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. ERBERTO RAÚL ALFARO ORTÍZ
VOCAL CUARTO	Prof. JUVENCIO CHOM CANIL
VOCAL QUINTO	Prof. BAYRON GEOVANY GONZÁLEZ CHAVAJAY
SECRETARIO	Ing. Agr. PEDRO PELÁEZ REYES

Guatemala, Octubre de 2,004

Señores:

Honorable Junta Directiva.

Facultad de Agronomía.

Universidad de San Carlos de Guatemala.

De conformidad con las normas establecidas en 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 3 DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN CULTIVO DE  
MACAL (*Xanthosoma sagittifolium*) CON 3 NIVELES DE FERTILIZACION EN  
EL CASERIO SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado, en espera de vuestra aprobación.

Atentamente,

---

Tito Adolfo Muralles Monterroso

## **ACTO QUE DEDICO**

Quiero agradecer a quines permitieron mi existencia y a los que me ayudaron a obtener este triunfo A:

**DIOS:** por hacer su voluntad y darme la oportunidad de vivir para ver hoy uno de mis sueños realizados.

**MIS PADRES:**

**GUADALUPE MONTERROSO LECHUGA DE MURALLES.**

**SALVADOR GREGORIO MURALLES MURALLES.**

Que me dieron la vida, por su apoyo incondicional para alcanzar este éxito.

**MI ESPOSA:**

**SARAÍ DEL CARMEN PINEDA MÁRQUEZ DE MURALLES.**

Que con su amor y comprensión ha hecho posible llegar este momento tan especial.

**MIS HERMANOS:**

**SANDRA MURALLES Y SALVADOR MURALLES.**

Por ser un apoyo mutuo incondicional en momentos de ayuda.

**MIS ABUELITOS:**

**EMILIANO MONTERROSO, JOSÉ ROSA MURALLES, LUCÍA LECHUGA, MARÍA ISABEL MURALLES.** Porque desde el cielo, su iluminación y sus sabios consejos desde que era pequeño son fruto de lo que ahora soy.

**MIS SOBRINOS:**

**RITA EMMANUELA MURALLES, JOSÉ EDUARDO MURALLES Y JOSE ANGEL VENTURA PINEDA.**

Por ser una esperanza en mi camino y yo ser un ejemplo para ellos.

**MIS AMIGOS:**

En especial a **ROBERTO LAU, SILVIA CHEW, BILHA PINEDA, DEBORA PINEDA, RUDI SIERRA, RONALDO TRIGUEROS, JUAN FRANCISCO OLIVA, ROMEO LOPEZ, JARROL OLIVA.**

**ING. AGR. JOSÉ HUMBERTO CALDERÓN DÍAZ Y**

**ING. AGR. JUAN CARLOS BARQUIN ALDECOA**

Por su valiosa orientación y asesoría en la realización de este trabajo.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
Índice	vi
Índice de Cuadros	viii
Índice de Mapas	x
Índice de Gráficas	xi
Índice de Fotos	xii
Resumen	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. MARCO CONCEPTUAL	3
3.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL MACAL	3
3.1.2. CLASIFICACION BOTÁNICA	4
3.1.3. DESCRIPCION BOTÁNICA	4
3.1.4. DIVERSIDAD GENETICA	5
3.1.5. USOS DEL CULTIVO DEL MACAL	6
3.1.6. HABITAT DEL MACAL	8
3.1.7. IMPORTANCIA ECONOMICA	8
3.1.8. MANEJO AGRONOMICO	9
3.1.9. CLASIFICACION DE LOS CORMELOS DEL MACAL	11
3.1.10. ALMACENAMIENTO	11
3.1.11. LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO	12
3.1.12. PROGRAMAS DE FERTILIZACION	14
3.1.13. FUENTES DE FERTILIZANTES	15
3.2. MARCO REFERENCIAL	19
3.2.1. LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN	19
3.2.2. ZONA DE VIDA	19
3.2.3. SUELOS	20

4. OBJETIVOS	21
4.1. OBJETIVO GENERAL	21
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	21
5. HIPÓTESIS	22
6. METODOLOGÍA	23
6.1. MATERIAL EXPERIMENTAL	23
6.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXPERIMENTAL	23
6.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
6.4. TRATAMIENTOS	25
6.5. DISEÑO DE CAMPO	25
6.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO	26
6.7. VARIABLES RESPUESTA	27
6.8. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	28
6.8.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	28
6.8.2. ANÁLISIS ECONOMICO	28
6.8.3. ANÁLISIS BROMATOLOGICO	28
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
7.1. CORMELOS TOTALES POR TRATAMIENTO	29
7.2. RENDIMIENTO TOTAL POR TRATAMIENTO	32
7.3. CORMELOS COMERCIALES POR TRATAMIENTO	35
7.4. RENDIMIENTO COMERCIAL POR TRATAMIENTO	37
7.5. ALTURAS PROMEDIOS Y AREAS FOLIARES	41
7.6. ANÁLISIS BROMATOLOGICO	43
7.7. ANÁLISIS ECONOMICO	47
8. CONCLUSIONES	49
9. RECOMENDACIONES	50
10. BIBLIOGRAFÍA	51
11. ANEXOS	53

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición química de cormelo del cultivo de macal <i>Xanthosoma sagittifolium</i> en base seca.	7
Cuadro 2. Análisis de medias a través de DMS, de cormelos totales.	29
Cuadro 3. Número de cormelos totales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización.	30
Cuadro 4. Análisis de varianza número de cormelos totales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización.	31
Cuadro 5. Análisis de medias a través de DMS, de rendimiento total.	32
Cuadro 6. Peso de la producción de cormelos (Kg. /ha) por cada uno de los tratamientos evaluados.	33
Cuadro 7. Análisis de varianza peso de cormelos totales (Kg. /ha) con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización.	34
Cuadro 8. Análisis de medias a través de DMS, de cormelos comerciales.	35
Cuadro 9. Número de cormelos comerciales / ha por cada uno de los tratamientos evaluados.	36
Cuadro 10. Análisis de varianza número de cormelos comerciales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización.	37
Cuadro 11. Análisis de medias a través de DMS, de rendimiento comercial.	38
Cuadro 12. Peso de cormelos comerciales / ha por cada uno de los tratamientos evaluados.	39
Cuadro 13. Análisis de varianza peso de cormelos comerciales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización.	40
Cuadro 14 Hojas, Altura y áreas promedios de <i>Xanthosoma sagittifolium</i> .	41
Cuadro 15 Análisis bromatológico de <i>Xanthosoma sagittifolium</i> .	44

Cuadro 16	
Análisis proximal de cormelos de <i>Xanthosoma sagitifolium</i> por 100g. de porciones comestibles. Base húmeda.	44
Cuadro 17	
Análisis foliar de <i>Xanthosoma sagitifolium</i> , del testigo del experimento.	44
Cuadro 18	
Análisis foliar de <i>Xanthosoma sagitifolium</i> , de la fertilización No.1 del experimento.	45
Cuadro No.19	
Análisis foliar de <i>Xanthosoma sagitifolium</i> , de la fertilización No.2 del experimento.	45
Cuadro 20. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento A-1.	70
Cuadro 21. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento A-2.	71
Cuadro 22. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento A-3.	72
Cuadro 23. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento B-1.	73
Cuadro 24. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento B-2.	74
Cuadro 25. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento B-3.	75
Cuadro 26. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento C-1.	76
Cuadro 27. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento C-2.	77
Cuadro 28. Presupuesto y flujo de efectivo anual del tratamiento C-3.	78
Cuadro 29. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento A-1.	79
Cuadro 30. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento A-2.	80
Cuadro 31. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento A-3.	81
Cuadro 32. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento B-1.	82
Cuadro 33. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento B-2.	83

Cuadro 34. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento B-3.	84
Cuadro 35. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento C-1.	85
Cuadro 36. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento C-2.	86
Cuadro 37. Determinación de Valor actualizado neto (VAN); Relación Beneficio / costo, Rentabilidad Simple y TIR del tratamiento C-3.	87
Cuadro 38 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento A-1.	88
Cuadro 39 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento A-2.	89
Cuadro 40 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento A-3.	90
Cuadro 41 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento B-1.	91
Cuadro 42 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento B-2.	92
Cuadro 43 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento B-3.	93
Cuadro 44 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento C-1.	94
Cuadro 45 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento C-2.	95
Cuadro 46 Datos para determinar punto de equilibrio del tratamiento C-3.	96

## INDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa 1. Departamento de Petén.	54
Mapa 2. Municipio de San Francisco, Petén.	55

## INDICE DE GRAFICAS

	Pág.
Grafico 1. Números de cormelos/ha promedio para cada uno de los tratamientos..	31
Grafico 2. Peso de la producción de cormelos (Kg. /Ha) para cada uno de los Tratamientos.	34
Grafico 3. Números de cormelos comerciales/ha promedio para cada uno de los tratamientos	36
Grafico 4. Peso de la producción de cormelos comerciales (Kg. /Ha) para cada uno de los tratamientos	39
Grafico 5. Hojas promedios en cada uno de los tratamientos para 6 y 12 meses	41
Grafico 6. Alturas promedios del pecíolo en metros en cada uno de los tratamientos	42
Grafico 7. Áreas promedios de las hojas en metros cuadrados en cada uno de los tratamientos	43
Grafico 8. Concentraciones de elementos (p/p) % en cada uno de los distanciamientos	46
Grafico 9. Concentraciones de elementos en ppm en cada uno de los distanciamientos	47

	12
Grafico 10. Punto de equilibrio Tratamiento A-1	88
Grafico 11. Punto de equilibrio Tratamiento A-2	89
Grafico 12. Punto de equilibrio Tratamiento A-3	90
Grafico 13. Punto de equilibrio Tratamiento B-1	91
Grafico 14. Punto de equilibrio Tratamiento B-2	92
Grafico 15. Punto de equilibrio Tratamiento B-3	93
Grafico 16. Punto de equilibrio Tratamiento C-1	94
	xii
Grafico 17. Punto de equilibrio Tratamiento C-2	95
Grafico 18. Punto de equilibrio Tratamiento C-3	96

## INDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1. Envés de la hoja de <i>Xanthosoma</i>	56
Foto 2. Haz de la hoja de <i>Xanthosoma</i>	56
Foto 3. Del campo experimental del cultivo de <i>Xanthosoma</i>	56
Foto 4. Cosecha manual de <i>Xanthosoma</i>	57
Foto 5. Diferentes tamaños de cormelos de <i>Xanthosoma</i>	57
Foto 6. Tamaño no comercial de cormelo de <i>Xanthosoma</i>	58
Foto 7. Tamaño comercial de cormelo de <i>Xanthosoma</i>	58
Foto 8. Tamaño comercial de cormelo de <i>Xanthosoma</i>	59

## RESUMEN

EVALUACION DE TRES DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DE MACAL (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) CON TRES NIVELES DE FERTILIZACION EN EL CASERIO SANTA CRUZ, MUNICIPIO DE SAN FRANCISCO, DEPARTAMENTO DE PETEN.

THREE SOWING DISTANCES AND THREE FERTILIZATION LEVELS EVALUATION IN MACAL (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) PRODUCTION IN SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO COUNTY, PETEN.

El presente estudio tuvo como objetivo generar información agronómica técnica sobre el cultivo de *Xanthosoma* (L) Schott, evaluando 3 distanciamientos de siembra con 3 programas de fertilización.

En la realización de la investigación, la metodología utilizada consistió en el uso del diseño experimental utilizado fue un arreglo de parcelas divididas (3 x 3) en bloques al azar. Evaluando nueve tratamientos en cuatro repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales.

Los resultados muestran que de acuerdo al análisis económico, es mas adecuado sembrar a un distanciamiento de un metro al cuadro con una fertilización de 130-120-60 de (N-P-K), porque existe un mejor desarrollo de la planta, con una mejor producción de cormelos comerciales, por consiguiente mayor peso comercial, si el fin es la exportación del producto, en caso contrario es

mejor usar el tratamiento sin fertilización y un distanciamiento de siembra de 0.6 metros por 1.0 metros. Además el análisis bromatológico, mostró que no existe diferencia entre ninguno de los tratamientos. La composición química y valor nutritivo de las raíces de las especies de macal blanco (***Xanthosoma sagittifolium***) y macal lila (***Xanthosoma violacium***) son muy parecidos. Son fuentes de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consumen cocidas en agua como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite. Se puede obtener harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal.

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas.

## 1.- INTRODUCCION

Según el informe nacional de desarrollo humano del 2002 (13) para Guatemala, muestra el departamento de Petén como una región en la cual el 57% de los hogares vive en situación de pobreza. Es decir que existe una inseguridad alimentaria, es decir no existe disponibilidad de alimentos y lo más delicado es que no existe acceso a éstos, debido a la falta de ingresos para comprar sus alimentos.

Dadas las condiciones actuales dentro del contexto de la realidad de nuestro país, en lo referente a la extrema pobreza en el área rural, se hace muy importante presentar al agricultor de escasos recursos económicos, opciones de diversificación, las cuales deberán estar acordes con el entorno ecológico, que vengán a satisfacer sus necesidades básicas, obtengan un mayor rendimiento por unidad de área y al mismo tiempo vengán a mejorar su nivel de vida, con cultivos que tengan alta demanda en el mercado nacional e internacional.

La presente investigación se realizó en el Caserío Santa Cruz, municipio de San Francisco, departamento de Petén, la cual consistió en evaluar tres distanciamientos con tres niveles de fertilización en el cultivo de macal (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott).

Para la parte experimental, se usó el diseño de parcelas divididas con arreglo en bloques al azar, con cuatro repeticiones, utilizando las distancias de siembra: 0.6 metros por 1.0 metros, 1.0 metros por 1.0 metros y 1.5 metros por 1.5 metros, y los programas de fertilización utilizados fueron: como testigo sin fertilización, el primero con fertilización 56-112-112 Kg./Ha de N-P-K, y el segundo con fertilización 70-130-110 Kg./Ha de N-P-K.

Los resultados se realizaron a través de un análisis de varianza y prueba de DMS (Diferencia de Mínima Significativa Común).

Los resultados muestran que de acuerdo al análisis económico, es más adecuado sembrar a un distanciamiento de un metro al cuadro con una fertilización de 130-120-60 de (N-P-K), porque existe un mejor desarrollo de la planta, con una mejor producción de cormelos comerciales, por consiguiente

mayor peso comercial, si el fin es la exportación del producto, en caso contrario es mejor usar el tratamiento sin fertilización y un distanciamiento de siembra de 0.6 metros por 1.0 metros. Además el análisis bromatológico, mostró que no existe diferencia entre ninguno de los tratamientos.

## **2.- DEFINICION DEL PROBLEMA**

Con los procesos de los acuerdo de paz y con el retorno de poblaciones a áreas de reasentamientos, y con la reducida capacidad de compra de alimentos de esta población rural, se hace necesario buscar y presentar alternativas de cultivo para enriquecer la dieta alimenticia utilizando para ellos especies que proporcionen una fuente de energía y proteína adecuada para llenar su mínimo vital para subsistir, así también la posibilidad obtener ingresos económicos, que venga a mejorar sus condiciones de vida.

Debido a la escasa información que se ha generado en cultivos nativos, como el macal, se hace necesaria la evaluación de un paquete tecnológico que incluya aspectos de distancia de siembra y programas de fertilización.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 ORIGEN Y DISTRIBUCION DEL MACAL

El cultivo de macal *Xanthosoma sagittifolium*, es originaria de América tropical, dispersándose posteriormente al sudeste de Asia, las islas del Pacífico y África donde fue introducida durante el siglo XIX.

Patiño (1964), explica que el macal era un cultivo importante en Centroamérica, Colombia, Venezuela y Antillas en la época del descubrimiento de América (10).

De la Peña (1970), señala que *Xanthosoma* se cultiva en muchas islas del Pacífico, incluyendo Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Nuevas Hébridas, Fiji, Ponape y Tahití.

Según Barret citado por Montaldo (1991), indica que es probable que las plantas de Macal *Xanthosoma* fueron desarrolladas localmente. En las Antillas se conoce un mayor número de especies que en los países de Centro y Sur América. Se considera que el Macal es el cultivo más antiguo en Puerto Rico, heredado de los aborígenes Arawak (10).

Morton (1973), afirma que existen cerca de 40 especies del género *Xanthosoma*, nativas de la América Tropical, y se les consideran las plantas cultivadas más antiguas del mundo.

### 3.1.2 CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

*Xanthosoma* es el nombre científico que más se utiliza. Para la planta de macal y según Bunting la clasificación botánica es la siguiente:

División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Arecidae
Orden	Arales
Género	<i>Xanthosoma</i>
Especie	<i>sagittifolium</i>
Nombre común	Macal, ocumo, Mafafa, Yautía, Tiquisque

### 3.1.3 DESCRIPCIÓN DE BOTÁNICA

El género **Xanthosoma** pertenece a la familia de las Aráceas a la cual pertenecen varias plantas cultivadas y utilizadas para la alimentación en regiones tropicales. Las plantas de Xantosomas o sus partes comestibles reciben diferentes denominaciones tales como quequexque en Costa Rica; macal y quequexque en Guatemala; quequisque en Nicaragua; otoe en Panamá; malanga en Cuba y yautía en República Dominicana y Guatemala. La denominación yautía parece más apropiada para separarla de plantas de Colocasia, otra especie de Arácea conocida como malanga en la mayoría de los países mencionados. AZURDIA-PEREZ, C.A. y GONZALEZ-SALAM, M. 1986.

Existen entre 30 a 40 especies de macal (**Xanthosoma spp.**), que crecen dispersas en el trópico, de las cuales 5 a 6 son fuentes importantes de alimento. Es una planta terrestre, común en las orillas de los ríos, con grandes raíces que son comestibles después de su cocimiento. La planta no tiene tallo, sus hojas son grandes, acorazonadas de 12 a 25 cm de ancho. La espata tiene limbo lanceolado y amarillento. Las flores machos están separadas de las hembras por órganos

neutros y tienen anteras entrelazadas que se abren en la cúspide. Los ovarios tienen estilos cortos, coronados, con muchos óvulos.

La raíz es un rizoma tuberoso, rodeado de tubérculos de menor tamaño, los cuales constituyen la parte comestible. La capacidad de producción es de 30 a 60 TM por hectárea. La producción se logra desde los 3 hasta los 10 meses. Los tubérculos son duros, con corteza oscura y pulpa blanca.

Morfológicamente se considera una planta herbácea de aproximadamente 2 metros de altura, suculenta, sin tallos aéreos. Las hojas provienen directamente de un cormo subterráneo, el cual es más o menos vertical, donde se forman los cormelos laterales y horizontales, que son comestibles. Los cormelos poseen una corteza color marrón oscuro, pulpa blanca o amarilla, tienen anillos o nudos y en cada uno de ellos van insertas yemas. Hojas grandes, sagitadas de base cordiforme. Flores en espigas o espádices, cubiertas de una espata o bráctea de color verde pálido; en la parte femenina la base es casi tan larga como la masculina. La inflorescencia es toda fértil. El fruto es una baya, considerándose su producción más bien escasa (8, 10 y 15).

El cormo corresponde al tallo de la planta y es cilíndrico-esférico; los cormelos tienen forma de maza y se pueden considerar ramificaciones. Spence (1970), al referirse al crecimiento y al desarrollo del macal, sugiere que tiene una productividad fotosintética desmedida debido a la continua producción de grandes hojas; propone el uso de reguladores de crecimiento con el propósito de aumentar la iniciación de cormelos, reducir el crecimiento vegetativo y favorecer el crecimiento de los cormelos (10).

### 3.1.4 DIVERSIDAD GENÉTICA

La posición taxonómica de las especies de *Xanthosoma* que se cultivan por sus tallos subterráneos es confusa. Las variedades cultivadas han sido asignadas a cuatro especies: *X. atrovirens*, *X. caracu*, *X. nigrum* (*X. violaceum*) y *X.* , pero algunos cultivares no han podido ser asignados a ninguna de ellas. Además, los caracteres distintos entre las especies y cultivares forma de la hoja, nervadura, color del pecíolo, no son claramente definidos. En una especie afín, el *taro*, con una variación posiblemente más amplia, todos los clones se consideran como una sola especie. En *Xanthosoma* y *taro*, la gran diversidad conocida (más de 100 clones en el caso del *taro*), puede originarse de algunas segregaciones (en el *taro* y *Xanthosoma* la formación de semilla es muy rara), o de mutaciones de la yema; en ambos casos los agricultores que detectan una variante nueva, la mantienen en cultivo y la multiplican por propagación vegetativa. En los últimos años, la tendencia ha sido la de dar el nombre de *Xanthosoma* , que corresponde por prioridad, a todos los clones de *Xanthosoma* cultivados, hasta que una revisión moderna del género aclare la situación taxonómica de las especies mencionadas. **Acosta, M.A.** 1969. *Identificación y descripción de las variedades de yautía (Xanthosoma) en la colección de la subestación en Gurabo.* Universidad de Puerto Rico. Est. Exp. Río Piedras Publ., Misc. 67.

### 3.1.5 USOS DEL CULTIVO DE MACAL

La composición química y valor nutritivo de las raíces de las especies de macal blanco (*Xanthosoma sagittifolium*) y macal lila (*Xanthosoma violacium*) son muy parecidos. Son fuentes de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consumen cocidas en agua como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumidas horneadas o fritas en aceite. Se puede obtener harina previa cocción y deshidratación. La raíz es también utilizada como fuente de energía en alimentación animal.

Un uso secundario de las Aráceas es el aprovechamiento de las hojas que se consumen tiernas y cocidas. Esta utilización es común en varias especies de Aráceas (León, 1968).

El análisis y composición del los cormelos de macal de la especie *Xanthosoma* por 100 g de porción comestible, en base seca, se presenta en el cuadro 1.

Según análisis realizado sobre el contenido de proteína cruda, el porcentaje oscila entre los 2 a 19.5 por cientos. Bajo el grupo del Extracto Libre de Nitrógeno 1.7 a 1.6, están incluidos principalmente los almidones, una fracción de celulosa soluble, pentosanos y lignina, así como hemicelulosa, liquenina, inulina, azúcares, materias pépticas, ácidos orgánicos y otros, con rango de porcentaje de 64.7 al 78.3 por ciento.

**Cuadro 1. Composición química de cormelo del cultivo de macal *Xanthosoma* en base seca.**

<b>ELEMENTO</b>		<b>BASE SECA DE CORMELOS</b>
Agua	G	65.9 - 74.6
Proteína	G	1.7 - 1.6
Grasa	G	0.3 - 0.2
Carbohidratos totales	G	30.9 - 22.4
Fibra cruda	G	0.6 - 0.8
Ceniza	G	1.2
Calcio	Mg	14 - 96
Fósforo	Mg	56 - 88
Hierro	Mg	0.8 - 1.2
Actividad de vitamina A	Ug	10 - 5
Tiamina	Mg	0.13 - 0.08
Riboflavina	Mg	0.03 - 0.04
Niacina	Mg	0.7 - 0.7
Ácido ascórbico	Mg	5 - 7
Valor energético	Kcal	132 - 92

Fuente: Schultz. 1980.

El valor medio de la fibra cruda es de 0.6 a 0.8 por ciento, bajo los términos de fibra cruda se incluyen las fracciones insolubles de celulosa, pentosanos y lignina más suberina y cutina.

Los valores de cenizas, media de 1.2 g, es alto al comparándose con otras tuberosas, igualmente altos son los valores de calcio y fósforo. Los cormelos de macal contienen rafidios de oxalatos de calcio que pueden causar irritación oral e intestinal en estado crudo, pero que son eliminados al ser cocidos (10,11).

Pero muchas plantas poseen un mecanismo defensivo más sutil y que no podemos detectar a simple vista: las sustancias químicas, dentro de las cuales se tienen los ácidos oxaláticos en la savia que produce graves irritaciones en la boca.

En suelos pobres en nitrógeno las plantas no pueden sintetizar El ácido oxálico; El macal presenta baja concentración de tóxico en suelos fértiles, mientras que en suelos pobres ésta es muy alta.

### **3.1.6 HABITAT DE MACAL**

El macal es una planta de selva tropical lluviosa, que aunque es su hábito natural crece bajo del bosque, al cultivarse se siembra a pleno sol. Requiere suelos bien drenados, con temperaturas media aproximada de 25° C y mínima de 18° C, con alta humedad relativa (7 y 10).

El cultivo soporta vientos suaves, pero el período vegetativo debe estar libre de heladas.

Es una planta de foto período corto a medio para obtener una producción adecuada de cormelos (12 a 14 horas). Requiere un régimen de lluvias de 800 a

1000 mm durante su ciclo de producción, 9 a 12 meses. Soporta períodos cortos de sequía (10).

Los mejores rendimientos del cultivo de macal se obtienen en suelos arenosos, sueltos, friables y, en lo posible, que posean cierta proporción de materia orgánica. El pH óptimo se encuentra en el rango de 5.5 a 6.5, soporta cierto grado de salinidad en los suelos y se requiere buen drenaje.

### **3.1.7 IMPORTANCIA ECONOMICA**

Los cormelos cocidos de macal constituyen un excelente alimento. Las hojas se consumen hervidas como espinacas. (10).

Según Barret (1930), la harina que se hace en las Antillas, moliendo los trozos secos de macal, es más nutritiva que la torta hecha de yuca, y contiene menos cantidad de fibra cruda. (10).

La aceptación de los cormelos de macal en mercados caribeños como alimento humano, unida a su utilidad como excelente material de exportación, representa un alto valor comercial para las comunidades hispanoamericanas en los Estados Unidos de América (10).

Debido a su valor alimenticio, rendimiento en órganos de reservas de almidón, alta resistencia a plagas y enfermedades en las regiones más calientes del trópico, sus posibilidades de expansión son óptimas (10).

El mayor mercado para el cultivo de macal son Los Estados Unidos de América, donde la caja de macal de 18 Kg. tiene un precio aproximado de \$ 8.0. Otros mercados son: Europa, Puerto Rico, Martinica, Curazao y Guadalupe.

### **3.1.8 MANEJO AGRONOMICO**

#### **Propagación**

El macal es un cultivo de fácil propagación vegetativa, debido a la existencia de abundantes yemas en sus estructuras subterráneas y en la parte aérea del cormo. Según estudios realizados, son diversas las partes de la planta madre que pueden proporcionar una nueva planta.

El macal se puede reproducir a través de la propagación de la parte apical del hijuelo, parte media del hijuelo, parte basal del hijuelo, parte central del cormo, parte basal del cormo, cormelos pequeños, o yemas en inicio de engrosamiento.

Antes de proceder a la plantación se recomienda desinfectar en solución fungicida-insecticida las secciones vegetativas que se usarán en la propagación del cultivo (10).

#### **Plantación**

Los suelos se deben preparar con labores adecuadas de arado, rastra y nivelación. La época de plantación dependerá de la estación de lluvias, para lograr una buena emergencia de plantas. Si se dispone de riego la plantación puede adelantarse, o bien si el agua es suficiente, esta labor podrá hacerse en cualquier época del año.

Para la siembra y establecimiento de la plantación se hace necesario hacer agujeros, de 0.3 por 0.3 por 0.3 metros, a los cuales se recomienda abonar para obtener mejores resultados, o bien utilizar surcos o camellones, en caso de cultivos comerciales. En muchas regiones se acostumbra el cultivo intercalado con café, cacao, cítricos o banano.

Las labores de cultivo pueden consistir en 2 o 3 aporques junto con la "limpia" manual de malezas. En caso de no hacerse aporques, las plantas desarrollan una gran proliferación de hijuelos, que producen grandes macollas, lo cual va en detrimento de la formación de cormelos. Esta proliferación se debe a que cada hijuelo proviene del crecimiento de la yema terminal de un cormelo hacia el exterior que, de haberse aporcado, hubiera continuado su engrosamiento (10).

### **Fertilizantes**

El macal se considera un cultivo poco exigente en fertilizantes; reacciona bien a bajas dosis de N y medias de P y K.

Samuels y Vélez (1968), obtuvieron buenos resultados con la fertilización de macal en Puerto Rico con niveles de fertilización de 56: 112: 112 Kg./Ha de N: P: K. Enyi (1968), reportaron aproximadamente 70:130:110 Kg./Ha de N:P:K. Spence y Ahmad (1969), realizaron estudios de deficiencias en elementos fertilizantes en macal. Lo más importante de estas observaciones fue en lo referente al Mg. Su deficiencia se corrobora en el análisis foliar, lo cual sugiere a planta como indicadora de deficiencias de Mg en el suelo.

### **Enfermedades**

El cultivo de macal se ve afectado por los siguientes hongos: ***Cercospora verruculosa***, ***Cercospora chevaliere***, ***Punctellina solteroi*** y ***Sclerotium rolfsii***. El microorganismo del reino cromista como lo es el género ***Phytium spp.***, es común como parásito de este cultivo en los trópicos. También se ve afectado por el virus del mosaico de la malanga; que ataca también a las plantaciones de macal, las plantas enfermas son menos vigorosas y a veces presentan el follaje de diferente color, la transmisión de este organismo se efectúa a través de áfidos (9 y 10).

## Plagas

El macal se ve afectado por diferentes insectos, indicados por varios investigadores citados por Montaldo, siendo estos: ***Corythuca gossypi*** (**Hemiptera-Tunfidae**) que se cría en el envés de las hojas del macal, las ninfas y los adultos de esta plaga son chupadores; también la ***Pentalonia nigronervosa*** (Homoptera-Aphididae), que se encuentra a ras de la tierra sobre los tallos del macal; ***Lygyrus ebenus*** (Coleóptero-Scarabidae); ***Coballus cannae*** (Lepidoptera-Hesperiiidae); ***Cacographis ortholatis*** (Lepidoptera-Noctuidade); ***Graphocephala propior*** (Homoptera-Aphididae); ***Astacops villicus*** (Hemiptera-Lygacidae) (10).

## Cosecha

La cosecha del cultivo de macal se inicia cuando las hojas basales se ponen amarillas y el suelo comienza a cuartearse, se produce la madurez de los cormelos; esto ocurre aproximadamente entre 9 a 12 meses. La cosecha se hace normalmente en forma paulatina, de acuerdo con las exigencias del mercado. En algunas partes se hace la castración del cultivo, es decir, se realiza una cosecha parcial de cada planta; esto no es recomendable en cultivos comerciales (10).

Es conveniente dejar al sol por uno o dos días los cormelos recién cosechados, a fin de facilitar la limpieza de la tierra que pueda llevar adherida. A veces se elimina el follaje una semana antes de la cosecha.

### 3.1.9 CLASIFICACIÓN DE LOS CORMELOS DE MACAL

De acuerdo con normas del mercado internacional, los cormelos de macal para exportación deben de llenar los siguientes requisitos: Tamaño mínimo de 12.5 cm de largo y 3 cm de diámetro, con un peso mínimo de 0.2 Kg. deben ser

cormelos libres de enfermedades y plagas; enteros y limpios; sin brotar la yema terminal. El producto seleccionado de esta manera se empaqueta en cajas de 18 kilogramos de peso (10).

### **3.1.10 ALMACENAMIENTO**

El macal presenta condiciones de conservación en ambiente natural; lo mismo ocurre a bajas temperaturas. En ambiente natural (26° C y 75 % de humedad relativa) la brotación comienza a las seis semanas. A temperatura de 7° C y 80% de humedad relativa se mantienen los cormos sin brotar, y conservan las condiciones y cualidades culinarias hasta por 18 meses (10).

Los productores de macal emplean dos métodos para guardar cormos. El primero consiste en enterrar los cormos y cubrirlos con una capa de tierra húmeda y el segundo, se realiza rebanando los cormos y secarlos al sol.

### **3.1.11 LA PRODUCTIVIDAD DEL SUELO.**

Xet (1997), define la productividad del suelo, como la capacidad que tiene el suelo para producir cultivos. Para que un suelo produzca es necesario que sea fértil. Sin embargo no siempre el suelo fértil es productivo. Ejemplo de lo anterior, es que existen suelos fértiles en áreas áridas que no producen por falta de riego.

#### **1. Fertilidad**

Para Foth (1987), la fertilidad del suelo, es la cantidad de elementos nutritivos que tiene de reserva y que poco a poco va proporcionando a los diferentes cultivos. Un suelo fértil es aquel que contiene y suministra cantidades adecuadas de nutrientes, agua y aire de las raíces, permitiendo que el cultivo crezca y produzca bien.

Un suelo fértil tiene una estructura y profundidad adecuada para proporcionar el ambiente para el desarrollo de la planta.

Un buen suelo mantiene sus condiciones de fertilidad favorables durante un período largo, a pesar de la influencia climática y vegetación adversa.

Las plantas requieren diferentes elementos de forma adecuada, además necesita luz, agua, soporte para sostenerse y temperatura adecuada.

## **2. Determinación de la fertilidad de los suelos**

Para la determinación de la fertilidad del suelo, se requiere de un análisis de suelo, que permita determinar el contenido de nutrientes disponibles para la planta, así como, la capacidad nutritiva del suelo a emplearse. El análisis del suelo debe realizarse cada tres a cuatro años. Proporciona las recomendaciones para el uso de fertilizantes en tipos, producto activo, las cantidades adecuadas y su correcta aplicación.

Los reportes de laboratorio con relación a los nutrientes y micro nutrientes, proporciona los contenidos de estos, la interpretación y las recomendaciones para tomar las enmiendas necesarias para obtener una buena cosecha.

Las recomendaciones de laboratorio se refieren a la aplicación de fertilizantes tradicionales o químicos, no así, para los orgánicos.

La calidad de los resultados del laboratorio depende de la exactitud del método y procedimiento de la toma de la muestra. Por lo que es necesario que cada muestra se tome en forma representativa de las condiciones del terreno.

### **3. Absorción de nutrientes**

Las plantas obtienen sus nutrientes del suelo, del agua y del aire. Las plantas pueden absorber los elementos esenciales requeridos a través de las raíces, los tallos y las hojas. Los nutrientes entran a la planta en forma de soluciones; es decir, sales que están disueltas en el agua del suelo. Por lo anterior es la importancia del agua en el proceso de nutrición del suelo, que es el vehículo transportador de los nutrientes.

La intensidad de absorción de los nutrientes depende de los siguientes factores:

- a) Presencia de aire fresco en los espacios del suelo. Esto es importante para el desarrollo y actividad de las raíces. Una labranza adecuada puede renovar el aire en el suelo.
- b) La densidad del suelo que lleva los nutrientes en solución para ponerlos a la disposición de la planta.

Las plantas tienen la capacidad de producir sus propios alimentos por el proceso de fotosíntesis y consiste en la transformación del carbono, hidrógeno y oxígeno se transforma en azúcares por medio de los rayos del sol, y clorofila, lo anterior da el color verde a las plantas.

#### **3.1.12 PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN**

La forma práctica, sencilla y efectiva para desarrollar un correcto programa de fertilización, es la siguiente:

Según Stayder de Romero, (2000), existen 17 elementos esenciales requeridos por las plantas. De estos 17, tres, oxígeno (O), carbono (C) e hidrógeno (H) representan el 89% del contenido seco de las plantas y son obtenidos, en forma natural, de dióxido de carbono y oxígeno de la atmósfera y del agua.

Los siguiente 6 elementos N, P, K, Ca, Mg y S se denomina **macro nutrientes** y representan el 10.5% del peso seco de las plantas. De estos 6, 3 (N, P, K) son catalogados como **elementos primarios** incluido en la mayoría de fertilizantes como N-P<sub>2</sub>-O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O y 3 (Ca, Mg y S) catalogados como **elementos secundarios**, no siempre incluidos como elementos en las fórmulas de fertilizantes.

Los 8 restantes son conocidos como **micro nutrientes** porque se requieren en cantidades muy pequeñas y constituyen el 0.5% del peso seco de las plantas.

## 1 Fertilización presiembra

Los fertilizantes presiembra se incorpora al medio, previo a la siembra, para:

- a) Asegurar a las plantas suficientes nutrientes para suplir los requerimientos durante todo o parte del ciclo de cultivo y
- b) Para hacer la aplicación de alguna enmienda que requiera el suelo (subir o bajar pH, corregir algún desbalance o deficiencia) antes de que las plantas estén sembradas en el medio.

Para poder determinar qué nutrientes o enmiendas se deban aplicar es indispensable hacer un análisis del suelo o del medio de cultivo.

## **2 Fertilización post siembra**

Lo más importante para desarrollar un programa de fertilización, después de la siembra, es definir la cantidad de nitrógeno (N) en elemento puro, por ejemplo, libras de N/Mz, Kg. de N/Ha, ppm N, grs. N/lit y/o g N/m<sup>2</sup> que se desea aplicar durante el ciclo de producción. Una vez definido el “objetivo de fertilización de nitrógeno” se procede a definir el objetivo del potasio (K) y fósforo (P) que se debe aplicar, a seleccionar las fuentes de fertilizantes (33-0-0, 13-0-46, 12-61-0, urea, otros.).

### **3.1.13 FUENTES DE FERTILIZANTES**

#### **1. Nitrógeno (N)**

La deficiencia de nitrógeno causa en la planta serios daños, el sobre abastecimiento del mismo produce efectos contrarios a su desarrollo normal, ello genera plantas susceptibles a las inclemencias climáticas y las enfermedades foliares son más frecuentes.

Tamhane, et. al (1979), señala que las plantas absorben nitrógeno como iones, bien de amonio, o bien de nitratos. Los iones de amonio pueden retenerse en forma intercambiable u obtenible en las superficies de los cristales de arcilla y del humus. Por lo tanto se define que el N es contribuyente del plasma funcional y de gran número de compuestos de importancia fisiológica en el metabolismo vegetal, tales como la clorofila; Enzimas, proteínas, nucleótidos y otros.

Por ser el nitrógeno elemental al principal constituyente del aire un 79%, cabría esperar la abundancia de compuestos nitrogenados en la superficie de la tierra. Es importante que el nitrógeno del suelo uno de los más importantes nutrimentos para la planta. El nitrógeno es muy soluble en el agua del suelo y son

parcialmente retenidos por las partículas de este. Se pierde fácilmente por lixiviación (precolación). El nitrógeno alimenta al microorganismo y favorece así la descomposición de materia orgánica.

Según ALTERTEC (1997), en su publicación Fertilización Orgánica, el nitrógeno da color verde sano a la planta, favorece el crecimiento rápido y aumenta la producción. Si se aplica nitrógeno en exceso, puede retardarse la maduración de la planta y favorecer la susceptibilidad a las enfermedades. Controla la adsorción o aprovechamiento del fósforo. El nitrógeno forma parte de la clorofila, sustancia que permite que las plantas formen sus nutrientes con la ayuda del sol (fotosíntesis).

La concentración de nitrógeno que se debe aplicar depende del tipo de cultivo y generalmente existen recomendaciones de fertilización, específicas por cultivo, publicadas en la literatura. Si no se cuenta con este tipo de información se puede definir, el requerimiento de nitrógeno que se aplicará, caracterizando el requerimiento de N en 4 categorías: muy bajo, bajo, moderado y alto. En esta se han clasificado algunos cultivos con base en su requerimiento de nitrógeno.

Las deficiencias del N, se manifiestan con el poco crecimiento de la planta, plantas de color verde claro, tallos cortos y delgados.

## **2 Potasio (K)**

Según ALTERTEC (1997), el potasio sirve para que las ramas y los tallos estén fuertes y que las plantas no se caigan. También protege contra ciertas enfermedades y ayuda a que se llenen los frutos, las raíces (zanahoria) y tubérculos (papas). Ayuda en la calidad, sabor y olor del fruto. Mejora a la resistencia a los efectos de la temperatura fría. Mejora el llenado de granos y semillas. Reduce el ácido. Es esencial para la formación y transferencia de los almidones, azúcares y aceites. Regula el consumo de agua de las plantas.

La pérdida de potasio por lixiviación es menor en todos los suelos con excepción en los arenosos. Este elemento se agota con la explotación intensiva del cultivo que requiere altas cantidades de este elemento.

La decisión de la cantidad de K que se debe aplicar se propone hacerla como una proporción de la concentración de N esta proporción dependerá de la cantidad de K presente en el análisis de suelo y del requerimiento del cultivo por K.

La deficiencia de potasio de la planta se manifiesta en retoños delgados a veces con muerte descendente, en las hojas más viejas presentan coloración amarilla a café en las puntas y los bordes de esta pueden doblarse hacia abajo.

### **3. Fósforo (P)**

Jacob, A, (1966), señala que el fósforo elemental no se encuentra en estado libre en la naturaleza porque su facilidad de oxidación no lo permite. Los compuestos del fósforo son muy comunes. El fósforo elemental se menciona como un elemento cuyo papel importante es el de no ser un energético del metabolismo de las plantas, encargado de la transformación de la energía en los diferentes procesos.

El fósforo elemental no se encuentra en toda célula viva y es esencial en la nutrición, tanto vegetal como animal. Promueve el crecimiento del sistema radicular. Es parte constituyente de enzimas y de otros compuestos. Su deficiencia se observa en toda la planta, afectando gran parte del desarrollo de frutos y semillas.

El P también se puede aplicar como una proporción del total de N. en el caso del P, se aconseja hacer aplicaciones del 10 hasta el 50% del total de N

aplicado. Dependiendo de sí se hicieron aplicaciones de presiembra, si hay mucha fijación de P por el suelo, si se manifiestan deficiencias en los análisis foliares o si se quiere una dosis de mantenimiento.

La acción del fósforo sobre la productividad del grano es más marcada que sobre el peso de los órganos vegetativos.

El fósforo ayuda a la formación, desarrollo y fortalecimiento de las raíces; permite un arranque vigoroso y rápido de la planta. El fósforo es importante para que las cosechas maduren y desarrollen bien las flores, frutos y semillas. Mejora la resistencia contra el efecto de las bajas temperaturas en invierno.

Teuscher y Adler (1980), señalan que en suelos ácidos, la disponibilidad de fósforo es baja debido a la formación de fosfato de hierro y de aluminio, de los cuales el fósforo es obtenible con mucha lentitud.

La deficiencia del fósforo en la planta se manifiesta en poco crecimiento, hojas de color verde azulado a púrpura, retoños cortos y delgados.

#### **4. Azufre**

El azufre llega al suelo desde el aire, por la lluvia, el agua de riego y la materia orgánica. Ayuda a la liberación de nutrientes cuando hay un alto contenido de calcio en el suelo. Porque baja el pH. Promueve la formación de nódulos de las raíces, forma parte de algunas proteínas y hormonas vegetales.

Por lo general, el azufre está presente, en cantidades suficientes, en la materia orgánica del suelo y existe como elemento adicional en algunos fertilizantes (sulfato de amonio, sulfato de magnesio, sulfato de calcio, etc. se

presenta como ion sulfato con carga negativa por lo que es fácilmente lixiviable (lavado) del suelo.

Para asegurar que no exista deficiencia de azufre es importante incorporarlo en el medio, previo a la siembra, si se manifiestan deficiencias en los análisis de suelo o son suelos muy arenosos con bajo % de materia orgánica. Para corregir una deficiencia de azufre se recomienda aplicar 1 Kg. de sal inglesa/500 litros de agua. Si el agua de riego contiene > 48 ppm  $\text{SO}_4$ , ésta también está siendo una fuente de este elemento.

La deficiencia de azufre se manifiesta de la siguiente forma: las hojas se ponen de color verde pálido, pero las venas se mantienen verdes, luego se ponen café.

## **5. Calcio y Magnesio**

Las deficiencias de calcio y magnesio también son pocas comunes, pero existen y se deben confirmar por medio de análisis foliares. Con cierta frecuencia se dan en suelos ácidos o cuando hay un desbalance o antagonismo entre calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) el exceso de uno causa la deficiencia del otro.

El calcio promueve la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes, contribuye al desarrollo de los frutos y al crecimiento fuerte de las raíces. Neutraliza los suelos ácidos.

El comportamiento del magnesio es similar al del calcio, es parcialmente soluble en agua, y por esto, susceptible a la lixiviación. Ayuda a que las plantas maduren y que la materia orgánica se pudra en el suelo. Además es un componente de la clorofila y favorece la formación de azúcares al cultivo.

La deficiencia de calcio se manifiesta de la siguiente forma: Plantas pocas desarrolladas, las hojas quedan verdes con un poco de amarillento y pueden doblarse hacia abajo. En el caso de magnesio la deficiencia se manifiesta con amarillamiento de las hojas iniciándose en las hojas bajas.

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 LOCALIZACIÓN Y UBICACION

El estudio experimental se realizó en el Caserío Santa Cruz, municipio de San Francisco, departamento de Petén, que se ubica a 6 kilómetros de la cabecera municipal y 12 kilómetros de la cabecera departamental. Se localiza geográficamente en la coordenada geográfica 16° 38' 19" de Latitud Norte y 90° 18' 14" Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altitud de 137 m.s.n.m...

### 3.2.2 ZONA DE VIDA

Según De la Cruz (1978), el Caserío Santa Cruz, se encuentra dentro de la zona de vida de Bosque Húmedo Subtropical cálido (bh - s (c)). Con una temperatura mínima de 10° C y una media máxima anual de 35° C, y una promedio de 25° C. La precipitación anual es de aproximadamente 1,650 mm, distribuidas de abril a enero y con una humedad relativa de entre 80 y 90%.

Debido a las características climáticas del municipio existen especies arbóreas y arbustivas tales como: ***Ceiba pentandra***, ***Manilkara zapota***, ***Brossimun alicastrum***, ***Piper spp.*** y ***Terminalia amazonia***, como plantas indicadoras.

### **3.2.3 SUELOS**

Según Simmons et. al. (1959), los suelos de la comunidad de Santa Cruz, corresponden a la serie Chacalté, cuyas características son : Suelos poco profundos, con buen drenaje, desarrollados sobre rocas calcáreas y material proveniente de ellas, en zonas tropicales húmedas, en partes planas o ligeramente onduladas y entre 60 y 150 metros de altura asociados con los suelos Quinil, Joljá, Sarstún y Sotz principalmente. Están relacionados con los suelos Sotz y Sebol, pero se diferencian de los primeros porque son más café oscuro y arcilla más dura y adhesiva en la superficie.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información agronómica técnica sobre el cultivo de *Xanthosoma* (L) Schott, evaluando 3 distanciamientos de siembra con 3 programas de fertilización.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar el rendimiento del macal con relación al distanciamiento de siembra.
2. Evaluar el efecto de los programas de fertilización sobre el rendimiento de macal.
3. Determinar la mejor producción con relación a la interacción distancia de siembra y programa de fertilización.
4. Determinar la rentabilidad del cultivo

**5. HIPOTESIS:**

El rendimiento del cultivo del macal se ve afectado por el distanciamiento de siembra en una interacción directa con el programa de fertilización que se utilice, afectando la rentabilidad del mismo

## 6. METODOLOGIA

### 6.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material vegetativo utilizado fueron cormos de macal blanco (*Xanthosoma (L) Schott*); los cuales fueron aportados por el Proyecto PROFRUTA y producidos en el área del ejido del municipio de San Francisco, Petén.

### 6.2 CARACTERÍSTICAS DEL AREA EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en el Caserío Santa Cruz, en un área de total bruta de 1953 m<sup>2</sup>, El área bruta por parcela experimental de 49 m<sup>2</sup> (7 m de largo x 7 m de ancho) y el área neta por tratamiento fue de 16 m<sup>2</sup> (4 m x 4 m).

La densidad de plantas por distanciamiento de siembra fue: para distancia de plantas de 0.6 m x 1 m, 82 plantas; para la distancia de 1 m x 1 m, 49 plantas; y para la distancia de 1.5 m x 1.5 m, 33 plantas.

Las plantas muestreadas se localizaron al centro de la parcela en un área de 16 m<sup>2</sup> y fueron las siguientes: para la distancia de 0.6 m x 1.0 m, 27 plantas; para la distancia de 1 m x 1m, 16 plantas; y para la distancia de 1.5 m x 1.5 m, 10 plantas.

### 6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue con bloques al azar arreglo de parcelas divididas (3 x 3). Evaluando nueve tratamientos en cuatro repeticiones, con un total de 36 unidades experimentales.

El modelo matemático lineal utilizado, para el análisis de las variables evaluadas fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \Sigma B_i + D_j + E_{(a)ij} + F_k + DF_{jk} + E_{(b)ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Variable respuesta

$\mu$ : Media general

$B_i$  : Efecto del i-ésimo bloque

$D_j$  : Efecto del j-ésima distancia

$E_{(a)ij}$  : Error experimental asociado a la parcela grande

$F_k$ : Efecto del k-ésima fertilización

$DF_{jk}$  : Efecto de la interacción distancia-fertilización

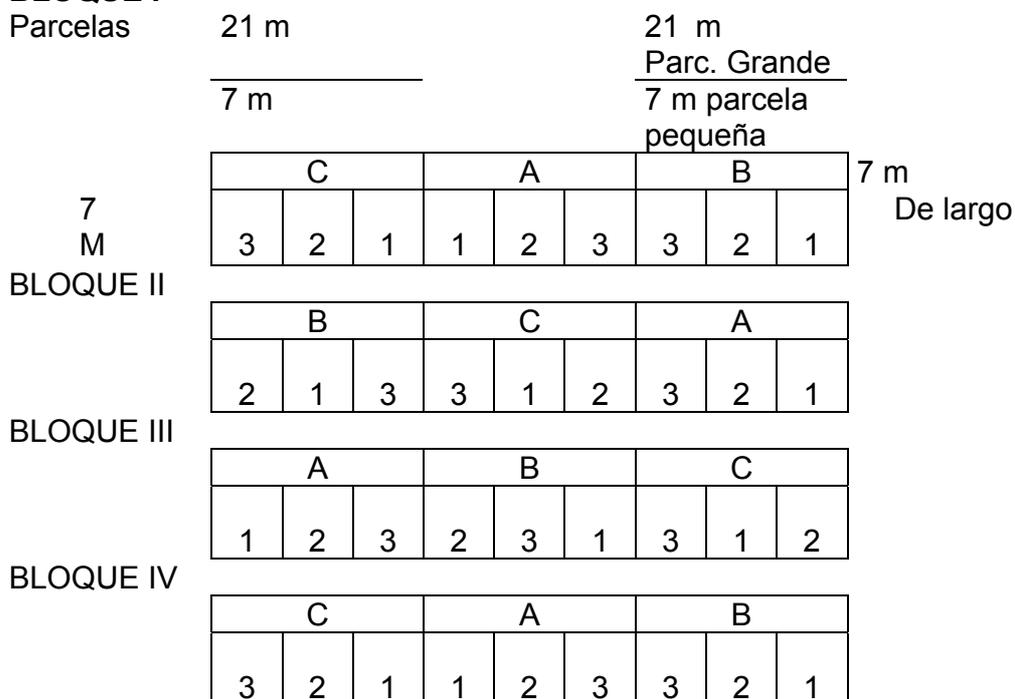
$E_{(b)ijk}$  : Error experimental asociado a la parcela pequeña

## 6.4 TRATAMIENTOS

DISTANCIAMIENTO ( mts) PROGRAMAS DE FERTILIZACION ( kg/ H <sub>a</sub> )		
A- 0,6 X 1,0	1	0-0-0
	2	56-112-112
	3	70-130-110
B. - 1,0 X 1,0	4	0-0-0
	5	56-112-112
	6	70-130-110
C.- 1,5 X 1,5	7	0-0-0
	8	56-112-112
	9	70-130-110

## 6.5 DISEÑO DE CAMPO

### BLOQUE I



## **6.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **SEMILLA O MATERIAL VEGETATIVO**

El material para la siembra utilizado fueron secciones del corno central de la planta de macal, conteniendo una yema.

El material vegetativo se desinfecto con una solución de Diazinón (Diazinón 60 E) y Captán (Orthocide) a razón de 3 ml y 2.5 g. i.a./lts de agua, respectivamente, durante 5 minutos. También se aplicarán 3.0 g de i.a. nematicida-insecticida carbofuran (Furadan) granulado al 10 % alrededor de cada corno al momento de la siembra. (12)

### **PREPARACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA**

La preparación del terreno se realizó de forma mecanizada, haciendo dos pasadas de rastra para tener un suelo bien mullido. Luego se procedió al ahoyado (0.3 m x 0.3 m x 0.3 m) para la siembra de los cormos, el material sembrado fue seleccionado con una yema e igual peso.

La profundidad de siembra fue de 6-7 cms. debido a que más cerca de la superficie del suelo provoca brotes laterales, que disminuyen el rendimiento.

### **TRAZADO DE PARCELAS**

Las parcelas experimentales tuvieron una dimensión de 7 m de largo x 7 m de ancho, con un área de 49 m<sup>2</sup>, el bloque tuvo 63 m de largo x 7 m de ancho, con un área de 441 m<sup>2</sup> y el área total fue de 1953 m<sup>2</sup>. El terreno donde se realizó el estudio tiene una pendiente del 2.0%.

## **FERTILIZACIÓN**

Está se llevo a cabo según los programas de fertilización indicados en los tratamientos aplicando el 50% al momento de la siembra y el otro 50% a los dos meses después de la siembra.

## **PRÁCTICAS CULTURALES**

Después de la siembra del material, se realizaron supervisiones cada 3 días por un período de dos meses, para eliminar yemas laterales que germinaban y proceder al calzado o aporque a los dos y cuatro meses para evitar el amacollamiento o proliferación de hijuelos.

## **COSECHA**

La cosecha se realizó a los 12 meses después de la siembra, cuando el follaje se torno amarillo y se comenzó a secar la plantación. La recolección se realizó en forma manual. Los cormos cosechados se lavaron, secaron y clasificaron de acuerdo a su tamaño y diámetro, también se procedió a determinar el peso de los mismos.

## **EVALUACION DE CAMPO**

Las plantas muestreadas durante el estudio, fueron las que encontraban dentro de la parcela neta de 16 m<sup>2</sup> la cual estuvo localizada al centro de cada unidad experimental. Las plantas se removieron a mano hasta desprenderla del suelo, los cormelos encontrados se colocaron dentro de una bolsa plástica etiquetando las mismas, para su posterior medición y pesado.

Los cormelos se lavaron y se contaron por cada uno de los tratamientos y repeticiones para encontrar la producción total (número de cormelos), también se procedió a determinar su peso. Luego se clasificaron para determinar el rendimiento comercial en número y peso por cada uno de los tratamientos y repeticiones.

## **6.7 VARIABLES RESPUESTA**

Las variables respuesta para el presente estudio fueron:

- 1. Número de cormelos por tratamiento.** Se realizó el conteo total del número de cormelos obtenido de la cosecha.
- 2. Rendimiento total en Kg./ha por tratamiento.** Se pesó todos los cormelos obtenidos por tratamiento.
- 3. Número de cormelos comerciales.** Se clasifico todos aquellos cormelos que tenían las siguientes dimensiones, más de 12 cm de longitud con mínimo de 3 cm de diámetro en la parte más gruesa.
- 4. Rendimiento comercial.** Para rendimiento total que tomaron todos aquellos cormelos que presentaban un peso mínimo de 0.1 kilogramos.

## **6.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.8.1 Análisis Estadístico**

Para el análisis de la información de las variables estudiadas se utilizo el Análisis de Varianza (ANDEVA) y para los resultados significativos se aplicó la prueba de medias Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.).

### **6.8.2 Análisis Económico**

Este análisis se realizó evaluando las tasas de interna de retorno (TIR) en donde se obtuvieron los costos variables y los beneficios netos; posteriormente se sometieron a un análisis de dominancia, de donde se tomaron en cuenta los tratamientos no dominados, para por efectuar el cálculo de la tasa de interna de retorno, y elaborar la curva de beneficios netos.

### **6.8.3 Análisis Bromatológico**

Este análisis se llevo acabo evaluando el material de los tres programas de fertilización, utilizando el total de las muestras.

## 7 RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 Cormelos totales por tratamientos

Al efectuarse el análisis de los tratamientos respecto al número de cormelos totales por hectárea de cada uno de los tratamientos, se obtuvieron los datos para realizar los análisis estadísticos y su posterior interpretación. En el análisis de medias a través de DMS (Diferencia de Mínima Significativa Común) mostró que los mejores tratamientos para la producción de cormelos/ha totales fue donde se aplicaron los programas de fertilización, también el testigo mostró una producción total de comerlos, no existiendo diferencia significativa entre estos, con la única característica que todos con la distancia de siembra mínima (0.6 m \* 1.0 m), los rendimientos disminuyen significativamente conforme se fue ampliando el distanciamiento entre planta y planta. Ver cuadro 2.

**Cuadro 2. Análisis de medias a través de DMS de cormelos totales.**

PROGRAMA DE FERTILIZACION (N - P - K)	DISTANCIA DE SIEMBRA EN METROS	PROMEDIO NUMERO DE CORMELOS TOTALES / HA	SIGNIFICANCIA			
56-112-112	0.6 X 1.0	276,988	A			
70-130-110	0.6 X 1.0	269,620	A			
00-00-00	0.6 X 1.0	266,274	A			
56-112-112	1.0 X 1.0	239,374		B		
70-130-110	1.0 X 1.0	225,699		B		
00-00-00	1.0 X 1.0	224,806		B		
00-00-00	1.5 X 1.5	133,320			C	
70-130-110	1.5 X 1.5	115,544				D
56-112-112	1.5 X 1.5	93,324				D

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Se puede observar que la mejor distancia para producir cormelos /ha fueron: La distancia de 0.6 m entre plantas y 1.0 m entre surcos, el promedio general fue de 270,960 cormelos/ha, no importando el programa de fertilización utilizado, seguido de los producidos con distanciamiento de 1.0 m \* 1.0 m y por último con distancia de 1.5 m \* 1.5 m. Con relación al programa de fertilización el que mejor producción fue donde no se utilizó ninguna fertilización, con un

promedio de cormelos/ha de 208,133; seguido por el programa donde se aplicó 70-130-110 Kg. /ha de N-P-K; y, por último el programa que incluyó 56-112-112 Kg./ha de N-P-K, con un promedio de 203,621 cormelos/ha. Con relación a los tratamientos evaluados (la interacción programa de fertilización \* distancia de siembra); el mejor tratamiento fue donde se aplicó 56-112-112 Kg./ha de N-P-K con un distanciamiento de siembra de 0.6 m \*1.0 m presento un promedio de 276,988 cormelos/ha, seguido por el tratamiento donde se aplicó 70-130-110 Kg./ha de N-P-K y un distanciamiento de siembra de 0.6 m \* 1.0 m, por el contrario los tratamientos menos rendidores se presento con el programa de fertilización de 56-112-112 Kg./ha de N-P-K y un distanciamiento de siembra de 1.5 m \*1.5 m. Se debe hacer notar que los rendimientos presentes no consideran las normas de calidad del producto en ninguno de los casos. Ver cuadro 3.

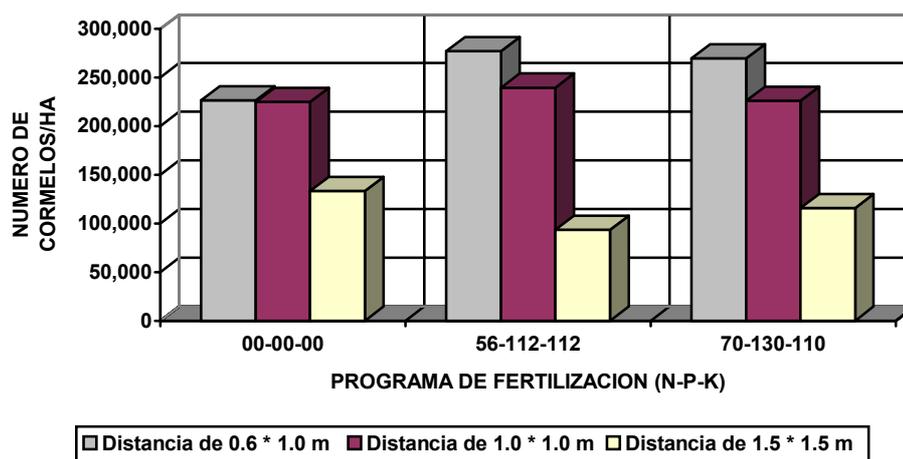
**Cuadro 3. Número de cormelos totales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización.**

	PROGRAMA DE FERTILIZACION			PROMEDIO
	N-P-K 00-00-00	N-P-K 56-112-112	N-P-K 70-130-110	
<b>Distancia en metros</b>				
<b>0.6 X 1.0</b>	266,274	276,988	269,620	270,960
<b>1.0 X 1.0</b>	224,806	239,374	225,699	229,960
<b>1.5 X 1.5</b>	133,320	93,324	115,544	114,063
<b>PROMEDIO</b>	208,133	203,239	203,621	

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Al graficarse los datos del cuadro 3, se pueden observar las siguientes diferencias. Ver gráfico 1.

**GRAFICO 1. NUMEROS DE CORMELOS/HA PROMEDIO PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

En el análisis de ANDEVA (cuadro 4) de cormelos por hectárea, para la evaluación de los tratamientos mostró diferencias significativas para los parámetros de densidad, fertilidad e interacción, lo que indica que por los menos algunos de los tratamientos es superior a los demás.

**Cuadro 4. Análisis de varianza número de cormelos totales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F calculada	F Tabulada
<i>Bloques</i>	3	235337259	78445753.14		
<i>Densidad</i>	2	9932544754	4966272376.75	0.016	5.14*
<i>Error A</i>	6	141771631	23628605.19		
<i>Parcela Grande</i>	11	10309653644	937241240.37		
<i>Fertilidad</i>	2	11142708	5571354.08	0.010	3.55*
<i>Interacción</i>	4	237998727	59499681.83	0.114	2.93*
<i>Error B</i>	18	9385001400	521388966.68		
<b>TOTAL</b>	35				

**C.V.: 44.56 %**

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El coeficiente de variación para el estudio fue de 44.56% (cuadro 4), valor que se considera aceptable debido a las condiciones del estudio que fue a campo abierto.

## 7.2 Rendimiento total por tratamientos

A continuación se presenta los siguientes análisis: En el análisis de medias a través de DMS (Diferencia de Mínima Significativa Común) mostró que el mejor tratamiento para la peso cormelos/ha totales fue donde se utilizaron los programas de fertilización (incluyendo el testigo) y el distanciamiento de siembra de 1.0 m \* 1.0 m, (cuadro 5) dentro de los cuales si existe una diferencia significativa en la prueba de medias, disminuyendo significativamente para cada uno de los programas de fertilización y distanciamientos de siembra.

**Cuadro 5. Análisis de medias a través de DMS, de rendimiento total.**

PROGRAMA DE FERTILIZACION (N – P – K)	DISTANCIA DE SIEMBRA EN METROS	PROMEDIO PESO CORMELOS /HA	SIGNIFICANCIA				
			A	B	C	D	E
70-130-110	1.0 X 1.0	27,415	A				
70-130-110	0.6 X 1.0	26,183		B			
56-112-112	1.0 X 1.0	23,795			C		
00-00-00	0.6 X 1.0	23,041			C		
56-112-112	0.6 X 1.0	22,258			C		
00-00-00	1.0 X 1.0	16,647				D	
00-00-00	1.5 X 1.5	13,376					E
70-130-110	1.5 X 1.5	12,888					E
56-112-112	1.5 X 1.5	9,732					E

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Al efectuarse el análisis de los tratamientos respecto al rendimiento bruto o total de cormelos por tratamientos, se presenta la producción total en peso (Kg./ha) de cada uno de los tratamientos evaluados y se puede observar que bajo condiciones de este parámetro los mejores tratamientos fueron donde interaccionan la distancia de siembra de 1.0 m \* 1.0 m con aplicación de 70-130-

130 Kg./ha de N-P-K, con un promedio de 27,714.53 Kg./ha, seguido del tratamiento donde se utilizó un distanciamiento de siembra de 0.6 m \* 1.0 m y aplicación de fertilizantes de 70-130-130 Kg./ha de N-P-K; dentro de los tratamientos menos rendidores se tuvo los tratamientos donde los distanciamientos de siembra fueron de 1.5 m \* 1.5 m. Lo anterior se debió a que a mayor distancia de siembra menor producción, es decir que con relación a las otras distancias de siembra utilizadas la producción alcanzo casi el 100% de diferencia, además se puede observar que el peso no directamente proporcional al número de cormelos, esto último debido a la aplicación de fósforo ayudo a la formación, desarrollo y fortalecimiento de los cormelos.

Además se puede observar que la distancia de siembra de 0.6 m \* 1.0 m fue la más rendidora con un promedio de 23,827.50 Kg./ha y el programa de fertilización de 70-130-110 Kg./ha de N-P-K obtuvo un promedio de 22,161.86 Kg./ha de cormelos superior a los otros programas de fertilización. Ver cuadro 6.

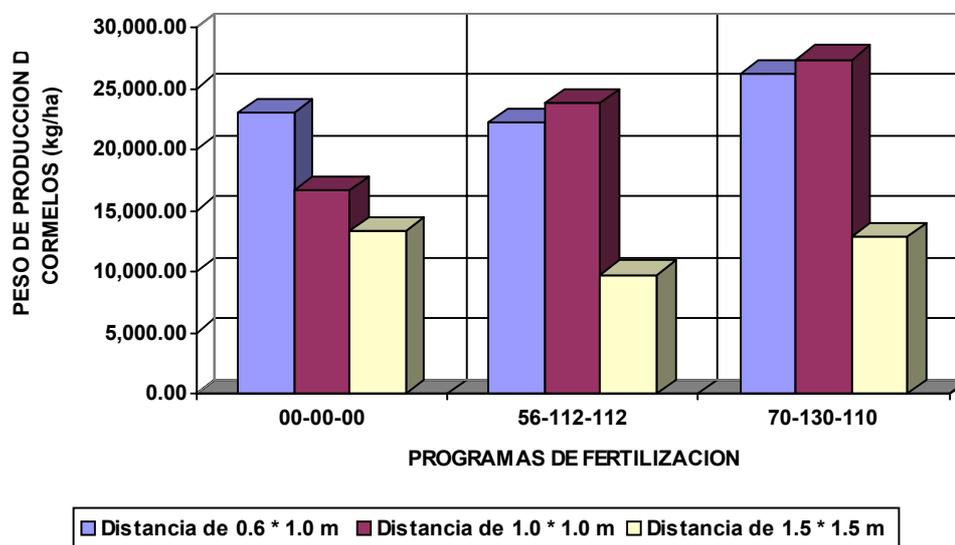
**Cuadro 6. Peso de la producción de cormelos (Kg. /ha) por cada uno de los tratamientos evaluados.**

	PROGRAMA DE FERTILIZACION			PROMEDIO
	N-P-K 00-00-00	N-P-K 56-112-112	N-P-K 70-130-110	
<b>Distancia en metros</b>				
<b>0.6 X 1.0</b>	23,040.61	22,258.43	26,183.47	23,827.50
<b>1.0 X 1.0</b>	16,647.10	23,794.82	27,414.53	22,618.82
<b>1.5 X 1.5</b>	13,376.44	9,732.36	12,887.60	11,998.80
<b>PROMEDIO</b>	17,688.05	18,595.20	22,161.86	

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

En la gráfica 2 se observa el efecto de la aplicación de fertilizantes con relación al peso de la producción de cormelos, especialmente donde fue utilizada la distancia de siembra de 1.0 m \* 1.0 m y el programa de fertilización de 70-130-110 Kg./ha de N-P-K.

**GRAFICO 2. PESO DE LA PRODUCCION DE CORMELOS (kg/ha) EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

En el análisis de ANDEVA (cuadro 7) para la evaluación de los tratamientos mostró diferencias significativas para los parámetros de fertilidad e interacción, lo que indica que por los menos algunos de los tratamientos es superior a los demás.

**Cuadro 7. Análisis de varianza peso de cormelos totales (Kg. /ha) con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización**

	G.L.	S.C.	C.M.	F calculada	F tabulada
<i>Bloques</i>	3	14,760,675.25	4920225.08		
<i>Densidad</i>	2	63,540,942.85	31770471.43	15.264128 66	5.14
<i>Error A</i>	6	12,488,287.60	2081381.27		
<i>Parcela Grande</i>	11	90,789,905.70	8253627.79		
<i>Fertilidad</i>	2	8,389,762.26	4194881.13	2.0778995 41	3.55
<i>Interacción</i>	4	10,735,142.09	2683785.52	1.3293908 78	2.93
<i>Error B</i>	18	36,338,551.91	2018808.44		
<i>Total</i>	35				

<b>C.V.:</b>	<b>29.17%</b>
--------------	---------------

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El coeficiente de variación para el estudio fue de 29.17%, (cuadro 7) valor que se considera aceptable debido a las condiciones del estudio que fue a campo abierto.

### 7.3 Cormelos comerciales por tratamientos

En el análisis de medias a través de DMS (Diferencia de Mínima Significativa Común) mostró que el mejor tratamiento para la variable cormelos comerciales/ha totales fue donde se utilizó los programas de fertilización y distanciamiento de siembra de 1.0 m \* 1.0 m., no habiendo diferencias significativas entre el distanciamiento de 1.0 m \* 1.0 m y los programas de fertilizaciones 70-130-110 Kg. /ha de N-P-K y 56-112-112 Kg. /ha de N-P-K. Cuadro 8.

**Cuadro 8. Análisis de medias a través de DMS, de cormelos comerciales.**

PROGRAMA DE FERTILIZACION (N - P - K)	DISTANCIA DE SIEMBRA EN METROS	PROMEDIO DE CORMELOS COMERCIALES/HA	SIGNIFICANCIA			
70-130-110	1.0 X 1.0	129,379	A			
56-112-112	1.0 X 1.0	122,061	A			
00-00-00	1.0 X 1.0	110,574		B		
70-130-110	0.6 X 1.0	100,035			C	
00-00-00	0.6 X 1.0	97,730			C	
56-112-112	0.6 X 1.0	97,662			C	
00-00-00	1.5 X 1.5	82,328				D
70-130-110	1.5 X 1.5	74,372				D
56-112-112	1.5 X 1.5	73,756				D

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El análisis de los tratamientos respecto al número de cormelos comerciales por tratamientos, donde se presenta la producción número de cormelos comerciales por hectárea (cormelos comerciales/ha) de cada uno de los tratamientos evaluados y se puede observar que bajo condiciones donde se realizó el estudio los mejores tratamientos fueron donde interaccionan la distancia

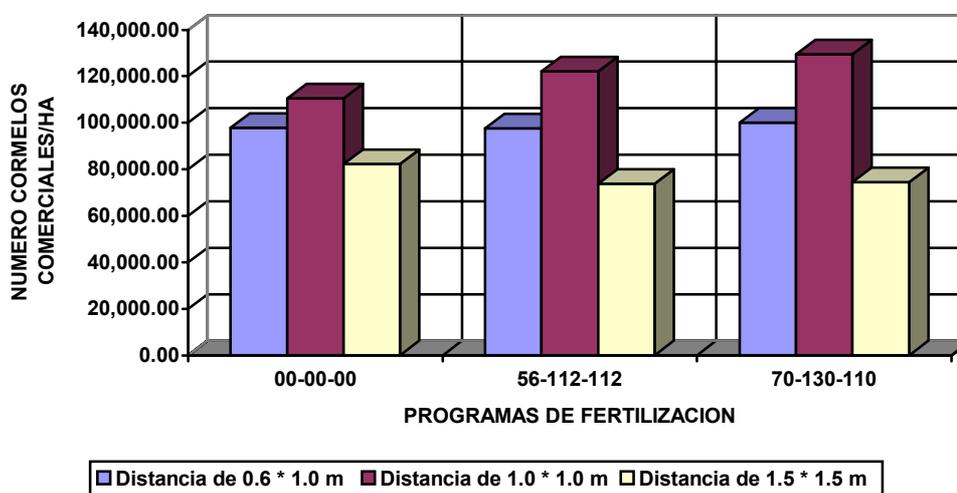
de siembra de 1.0 m \* 1.0 m con aplicación de 70-130-130 Kg./ha de N-P-K, con un promedio de 129,379 cormelos comerciales/ha, seguido del tratamiento donde se utilizó un distanciamiento de siembra de 1.0 m \* 1.0 m y aplicación de fertilizantes de 56-112-112 Kg./ha de N-P-K; dentro de los tratamiento menos rendidores se tuvo los tratamientos donde los distanciamientos de siembra fueron de 1.5 m \* 1.5 m. Lo anterior se debió a que a mayor distancia de siembra menor producción, es decir que con relación a las otras distancias de siembra utilizadas la producción alcanzo casi el 100% de diferencia, además se puede observar que el peso no es directamente proporcional al número de cormelos, esto último debido a la aplicación de fósforo ayudo a la formación, desarrollo y fortalecimiento de los cormelos. Ver cuadro 9.

**Cuadro 9. Número de cormelos comerciales / ha por cada uno de los tratamientos evaluados**

	PROGRAMA DE FERTILIZACION			PROMEDIO
	N-P-K 00-00-00	N-P-K 56-112-112	N-P-K 70-130-110	
<b>Distancia en metros</b>				
<b>0.6 X 1.0</b>	97,730	97,662	100,035	98,476
<b>1.0 X 1.0</b>	110,574	122,061	129,379	120,671
<b>1.5 X 1.5</b>	82,328	73,756	74,372	76,819
<b>PROMEDIO</b>	96,877	97,826	101,262	

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

**GRAFICO 3. NUMERO DE CORMELOS COMERCIALES/HA PROMEDIO PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

La gráfica 3, se presenta el promedio de números de cormelos comerciales/ha obtenidos en cada uno de los tratamientos, como se puede observar que el tratamiento que incluye la distancia de siembra de 1.0 m \* 1.0 m es la mejor en producción de cormelos comerciales/ha, no así la distancia de siembra de 1.5 m \* 1.5 m que fue la menos rendidora. Las producciones de cada uno de los tratamientos consideran las condiciones de calidad que demanda el mercado internacional.

En el análisis de ANDEVA para la evaluación de los tratamientos mostró diferencias significativas para los parámetros de densidad, fertilidad e interacción, lo que indica que por los menos uno de los tratamientos es superior a los demás. Ver cuadro 10.

**Cuadro 10. Análisis de varianza número de cormelos comerciales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización**

	<b>G. L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabulada</b>
<i>Bloques</i>	3	101247834	33749278.10		
<i>Densidad</i>	2	721182410	360591205.19	4.00	5.14
<i>Error A</i>	6	540444865	90074144.16		
<i>Parcela Grande</i>	11	1362875110	123897737.24		
<i>Fertilidad</i>	2	7982427	3991213.53	0.145	3.55
<i>Interacción</i>	4	49287379	12321844.74	0.448	2.93
<i>Error B</i>	18	494671741	27481763.41		
<b>C.V.:</b>	<b>21.26 %</b>				

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El coeficiente de variación para el estudio fue de 29.17%, valor que se considera aceptable debido a las condiciones del estudio que fue a campo abierto.

#### **7.4 Rendimiento comercial por tratamientos**

El análisis de medias a través de DMS (Diferencia de Mínima Significativa Común) muestra que el mejor tratamiento para la peso de cormelos comerciales Kg. /ha totales fue donde se utilizó el programa de fertilización 70-130-130 Kg. /ha de N-P-K y distanciamiento de siembra de 1.0 m \* 1.0. Cuadro 11.

**Cuadro 11. Análisis de medias a través de DMS, de rendimiento comercial.**

PROGRAMA DE FERTILIZACION (N – P – K)	DISTANCIA DE SIEMBRA EN METROS	PROMEDIO PESO DE CORMELOS COMERCIALES /HA	SIGNIFICANCIA			
			A	B	C	D
70-130-110	1.0 X 1.0	10,966	A			
70-130-110	0.6 X 1.0	10,473		B		
56-112-112	1.0 X 1.0	9,518			C	
00-00-00	0.6 X 1.0	9,215				D
56-112-112	0.6 X 1.0	8,903				D
00-00-00	1.5 X 1.5	8,026				E
56-112-112	1.5 X 1.5	7,839				E
70-130-110	1.5 X 1.5	7,218				E
00-00-00	1.0 X 1.0	6,659				E

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

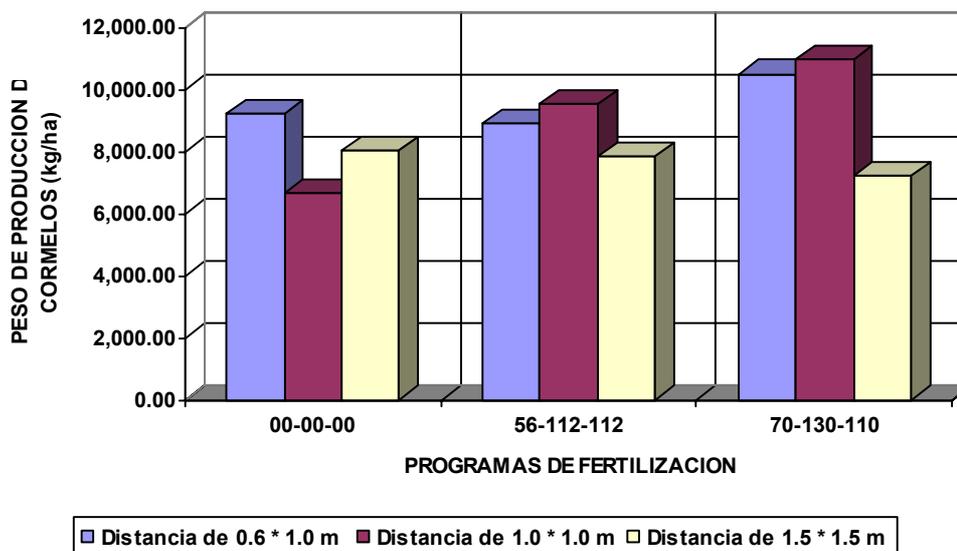
El análisis de los tratamientos respecto al rendimiento comercial de cormelos por tratamientos, se presenta el peso de cormelos comerciales (Kg. /ha) de cada uno de los tratamientos evaluados y se puede observar que bajo condiciones del estudio los mejores tratamientos fueron donde interaccionan la distancia de siembra de 1.0 m \* 1.0 m con aplicación de 70-130-130 Kg./ha de N-P-K, con un promedio de 10,966 cormelos comerciales/ha, seguido del tratamiento donde se utilizó un distanciamiento de siembra de 0.6 m \* 1.0 m y aplicación de fertilizantes de 70-130-130 Kg./ha de N-P-K; dentro de los tratamientos menos rendidores se tuvo los tratamientos donde los distanciamientos de siembra fueron de 1.5 m \* 1.5 m y de 1.0 m \* 1.0. m (testigo). Lo anterior se debió a que a mayor distancia de siembra menor producción, es decir que con relación a las otras distancias de siembra utilizadas la producción alcanzo casi el 100% de diferencia, además se puede observar que el peso no es directamente proporcional al número de cormelos, esto último debido a la aplicación de fósforo ayudo a la formación, desarrollo y fortalecimiento de los cormelos. Ver cuadro 12

**Cuadro 12. Peso de cormelos comerciales / ha por cada uno de los tratamientos evaluados.**

	PROGRAMA DE FERTILIZACION			PROMEDIO
	N-P-K 00-00-00	N-P-K 56-112-112	N-P-K 70-130-110	
<b>Distancia en metros</b>				
<b>0.6 X 1.0</b>	9,215	8,903	10,473	9,531
<b>1.0 X 1.0</b>	6,659	9,518	10,966	9,047
<b>1.5 X 1.5</b>	8,026	7,839	7,218	7,694
<b>PROMEDIO</b>	<b>7,967</b>	<b>8,753</b>	<b>9,332</b>	

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

**GRAFICO 4. PESO DE LA PRODUCCION DE CORMELOS COMERCIALES (Kg/ha) EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

La gráfica 4, se muestra la variable el promedio de números de cormelos/ha obtenidos en cada uno de los tratamientos, se puede observar que la distancia de siembra de 1.0 m \* 1.0 m es la mejor en producción de cormelos/ha, no así la

distancia de siembra de 1.5 m \* 1.5 m que fue la menos rendidora. Además, en tratamientos con distancias de siembra de 1.0 m \* 1.0 m combinados con programas de fertilización fueron los mejores tratamientos. Las producciones de cada uno de los tratamientos consideran las condiciones de calidad que demanda el mercado internacional. Comparando el valor promedio según Barrios, (12) que es de 10,200 Kg. / Ha, en Maracay, Venezuela. El presente estudio mostró que estos rendimientos pueden ser superados en Guatemala especialmente cuando se utilizan los distanciamientos de 0.6 m x 1 m y con el de 1 m x 1 m; con el programa de fertilización de 70-130-110 N-P-K.

**Cuadro 13. Análisis de varianza peso de cormelos comerciales por hectárea con relación a la distancia de siembra y programa de fertilización**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabulada</b>
<i>Bloques</i>	3	2418794	806264.65		
<i>Densidad</i>	2	1358999	679499.52	2.3204969 01	5.14
<i>Error A</i>	6	1756950	292825.01		
<i>Parcela Grande</i>	11	5534743	503158.46		
<i>Fertilidad</i>	2	942915	471457.64	0.6087509 1	3.55
<i>Interacción</i>	4	8790664	2197666.10	2.8376488 9	2.93
<i>Error B</i>	18	13940410	774467.24		
<i>Total</i>	35				
<b>C.V.:</b>		<b>40.20 %</b>			

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El análisis de ANDEVA (Ver cuadro 13) para la evaluación de los tratamientos mostró diferencias significativas para los parámetros de densidad, fertilidad e interacción, lo que indica que por los menos uno de los tratamientos es superior a los demás.

## 7.5 Alturas promedios y Áreas foliares

El cuadro 14, muestra los diferentes cambios en crecimiento vegetativo que tuvo el cultivo en su ciclo de vida en los diferentes tratamientos evaluados.

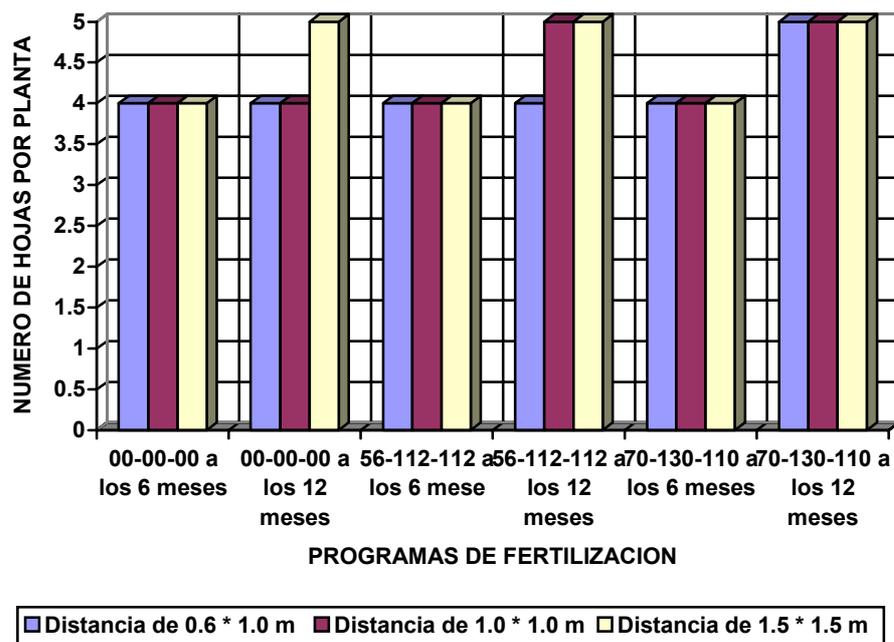
**Cuadro 14**

### Hojas, Altura y áreas promedios de *Xanthosoma sagittifolium*

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Tratamiento	Hojas promedios por planta (en unidades)		Alturas promedios (en metros)		Áreas foliares promedios (en metros)	
	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses
A-1	4	4	0.6393	0.6297	0.6811	0.6766
A-2	4	4	0.5641	0.6582	0.6373	0.7193
A-3	4	5	0.5752	0.7781	0.6438	0.7619
B-1	4	4	0.554	0.5652	0.6354	0.6919
B-2	4	5	0.5453	0.6205	0.6264	0.7196
B-3	4	5	0.6011	0.6903	0.6589	0.7295
C-1	4	5	0.6128	0.7153	0.6657	0.7253
C-2	4	5	0.626	0.722	0.6733	0.7293
C-3	4	5	0.6215	0.7799	0.6707	0.7629

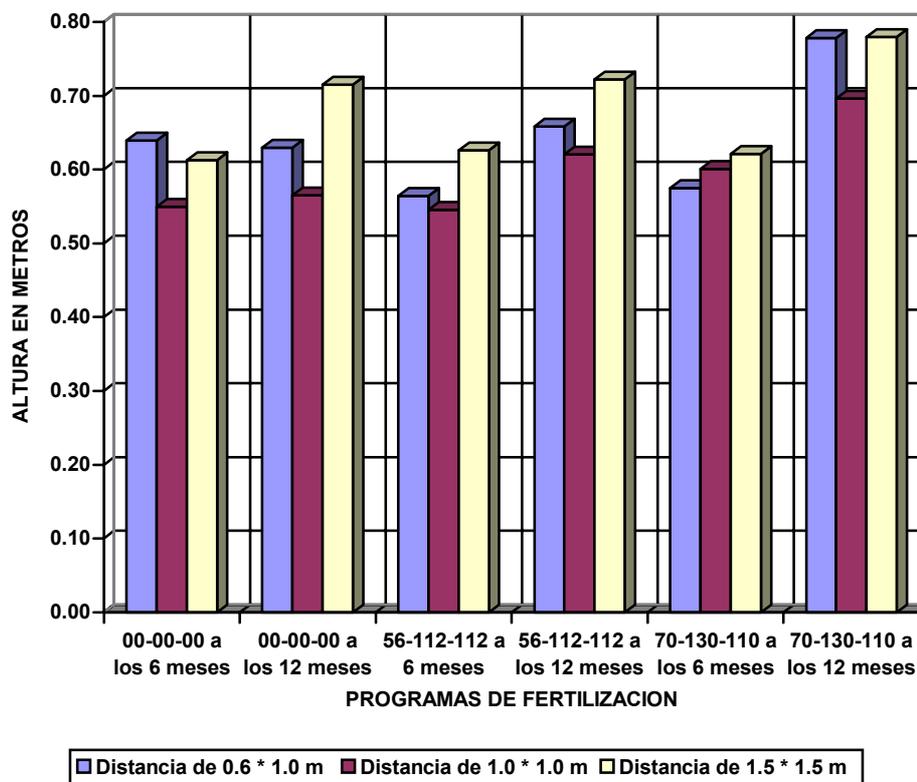
**GRAFICO 5. HOJAS PROMEDIOS EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS para 6 y 12 meses**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

La grafica 5 muestra los tratamientos evaluados y la variable promedio de hojas a los seis meses y a los doce meses. En el cual se puede observar la diferencia que existe en los programas de fertilización y sus distanciamientos de siembra, realizando la comparación entre el número de hojas para los primeros seis meses para todos los tratamientos, en cambio para los doce meses la diferencia en el número de hojas se da en los tratamientos A-3, B-2, B-3, C-1, C-2 y C-3, en los cuales se incremento de 4 a 5 hojas por planta, de los cuales tuvieron mayor peso de cormelos comerciales B-3, A-3, B-2 (Ver cuadro 11).

**GRAFICO 6. ALTURAS PROMEDIOS DEL PECIOLLO EN METROS EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**



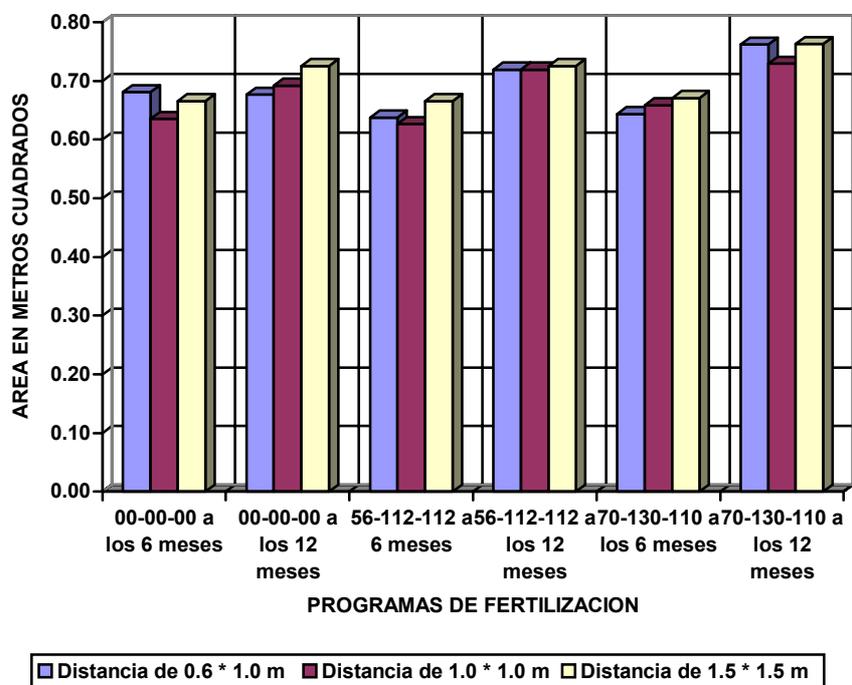
Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

La gráfica 6 muestra los tratamientos evaluados con respecto a la variable promedio de altura del pecíolo a los seis meses y a los doce meses, en los cuales cada uno de los tratamientos tuvo un incremento en la altura del pecíolo; de los cuales se diferencian los tratamientos C-1, C-2 y C-3, en los cuales hay mayores alturas respecto a los otros tratamientos A y B (Ver cuadro 11).

La gráfica 7, muestra los tratamientos evaluados con respecto a la variable promedio de áreas de las hojas a los seis meses y a los doce meses, en los cuales por lo menos una de los tratamientos tuvo un incremento en las áreas de las hojas; donde los tratamientos con mayor área foliar fueron B-3 y A-3, que son los tienen mayor rendimiento comercial de cormelos (Ver cuadro 11).

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

**GRAFICO 7. AREAS PROMEDIOS DE LAS HOJAS EN METROS CUADRADOS EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**



## 7.6 Análisis Bromatológico

El cuadro 15, muestra los resultados de los análisis bromatológicos realizado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, se puede observar que no existen diferencias significativas entre el testigo y los programas de fertilizaciones, por que se puede inferir que los estos programas no inciden en el contenido de los componentes bromatológicos del macal.

**Cuadro 15**  
**Análisis bromatológico de *Xanthosoma sagittifolium*.**  
Método oficial de análisis de AOAC Internacional 16 ed. 1997

MUESTRA	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos totales (%)	Fibra Cruda (%)	Energía (Kcal./100g)	Hierro (mg/100g)
Testigo	67.90	2.17	0.19	1.42	28.30	0.92	123.00	3.10
Fert. 1	68.80	2.19	0.25	1.32	27.40	0.92	121.00	3.10
Fert. 2	67.70	1.91	0.19	1.40	28.80	1.00	124.00	3.10

Observaciones:

\*% de proteína = %N x 6.25

**FUENTE:** Tito Adolfo Muralles Monterroso (Muestras analizadas en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá – INCAP – Laboratorio de Composición de Alimentos)

**Cuadro 16**  
**Análisis proximal de cormelos de *Xanthosoma sagittifolium* por 100g. De porciones comestibles. Base húmeda.**

MUESTRA	Humedad (%)	Proteína* (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Carbohidratos totales (%)	Fibra Cruda (%)	Energía (Kcal/100g)	Hierro (mg/100g)
Testigo	71.9	1.7	0.8	1.2	25.7	0.6	123.00	0.9

**FUENTE:** Venezuela. Instituto Nacional de Nutrición, 1983

Al realizar la comparación del análisis bromatológico realizado con muestras de este estudio y lo reportado por el Instituto Nacional de Nutrición en Venezuela, no existen diferencias significativas.

Asimismo se realizó el análisis de la parte foliar para los tres programas de fertilización del total de las muestras. Los resultados de estos análisis pueden observarse en los cuadros 17, 18 y 19.

**Cuadro 17**  
**Análisis foliar de *Xanthosoma sagittifolium*, del testigo del experimento**  
**Utilizando el Método oficial de análisis de AOAC Internacional 16 ed. 1995**

<b>ELEMENTO</b>	<b>Concentración (p/p) %</b>	<b>RANGO ADECUADO</b>
Nitrógeno	4.0	2.0 – 4.0
Fósforo	0.28	0.20 – 0.50
Potasio	2.4	1.0 – 4.0
Calcio	1.6	0.50 – 1.50
Magnesio	0.28	0.20 – 0.50
	<b>Ppm</b>	
Boro	28.7	25 – 60
Cobre	13.0	5 – 20
Hierro	74.5	60 – 200
Manganeso	103.1	30 – 200
Zinc	75.7	20 – 100

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

En el cuadro 17, se puede observar que solamente análisis foliar sobre Calcio (Ca), se encuentra fuera del rango adecuado, el cual puede interpretarse normal debido a que la región del Petén posee suelos de origen Karstico, es decir que sus niveles de calcio son mas altos.

**Cuadro 18**  
**Análisis foliar de *Xanthosoma sagittifolium*, de la fertilización No.1 del**  
**experimento. Utilizando el Método oficial de análisis de AOAC Internacional**  
**16 ed. 1995**

<b>ELEMENTO</b>	<b>Concentración (p/p) %</b>	<b>RANGO ADECUADO</b>
Nitrógeno	4.5	2.0 – 4.0
Fósforo	0.33	0.20 – 0.50
Potasio	3.4	1.0 – 4.0
Calcio	1.5	0.50 – 1.50
Magnesio	0.25	0.20 – 0.50
	<b>Ppm</b>	
Boro	33.2	25 – 60
Cobre	15.4	5 – 20
Hierro	92.8	60 – 200
Manganeso	116.7	30 – 200
Zinc	71.2	20 – 100

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El cuadro 18, el análisis foliar muestra que el Nitrógeno (N), se encuentra fuera del rango adecuado, por interacción del programa de fertilización que se utilizó en este estudio.

**Cuadro 19**  
**Análisis foliar de *Xanthosoma sagittifolium*, de la fertilización No.2 del experimento. Utilizando el Método oficial de análisis de AOAC Internacional 16 ed. 1995**

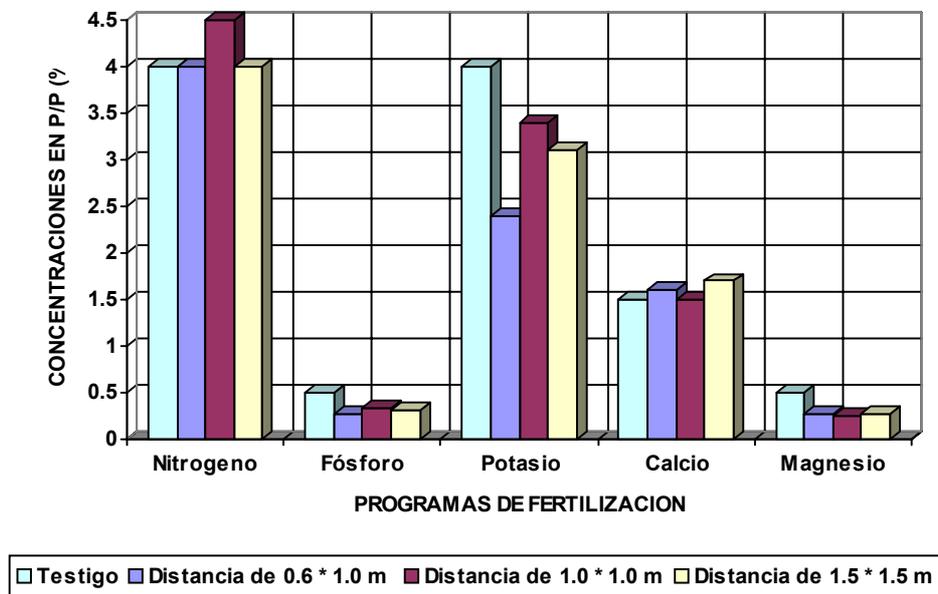
<b>ELEMENTO</b>	<b>Concentración (p/p) %</b>	<b>RANGO ADECUADO</b>
Nitrógeno	4.0	2.0 – 4.0
Fósforo	0.31	0.20 – 0.50
Potasio	3.1	1.0 – 4.0
Calcio	1.7	0.50 – 1.50
Magnesio	0.27	0.20 – 0.50
	<b>Ppm</b>	
Boro	35.7	25 – 60
Cobre	13.7	5 – 20
Hierro	63.3	60 – 200
Manganeso	94.6	30 – 200
Zinc	63.8	20 – 100

Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

El cuadro 19, muestra que del análisis foliar solamente el Calcio (Ca), se encuentra fuera del rango adecuado, el cual es normal para la región de Petén, ya que es abundante en el suelo.

La Gráfica 8, muestra un resumen de las diferencias encontrada de los elementos analizados para cada uno de los análisis foliares y sus rangos adecuados en los que se confirman los aspectos descritos en el análisis de los cuadros 17, 18 y 19.

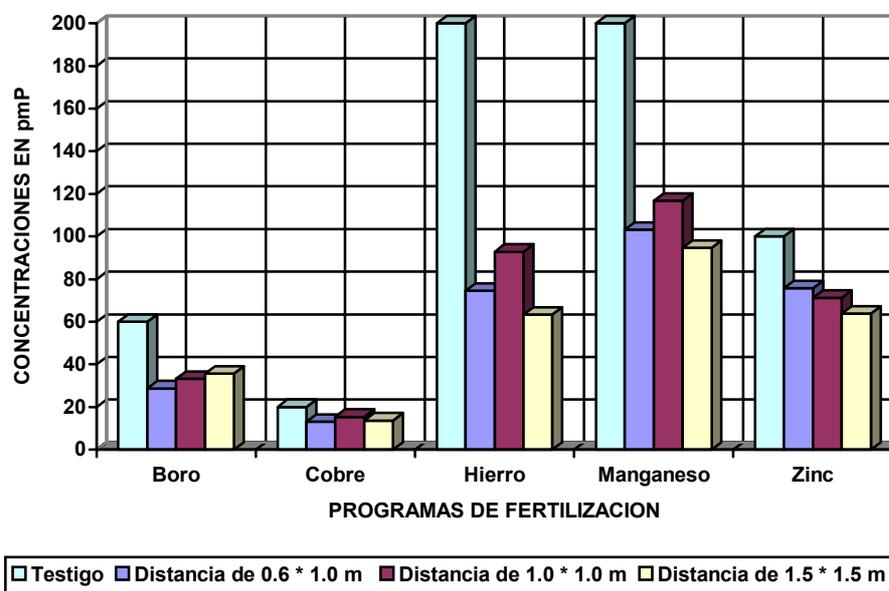
**GRAFICO 8. Concentraciones de elementos (p/p) % EN CADA UNO DE LOS DISTANCIAMIENTOS**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Los elementos analizados en la gráfica 8, el nitrógeno y el calcio, están arriba de los niveles máximos según rangos adecuados ( testigo ) proporcionados por la empresa Soluciones Analíticas ( Ver cuadros 17, 18 y 19 ); en lo que respecta al fósforo, potasio y magnesio se encuentran en los rangos adecuados.

**GRAFICO 9. Concentraciones de elementos en ppm EN CADA UNO DE LOS DISTANCIAMIENTOS**



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Los elementos menores analizados que se muestran en la gráfica 9, se encuentran en los rangos máximos adecuados, comparados con datos del testigo, estos datos fueron proporcionados por la empresa Soluciones Analíticas (Ver cuadros 17, 18 y 19).

### 7.7 Análisis Económico:

Esté análisis se realizó a través de la evaluación de las tasas interna de retorno ( TIR ) obteniendo los costos variables y los beneficios netos ; posteriormente se sometieron a un análisis de dominancia, de donde se tomaron en cuenta los tratamientos no dominados, para efectuar el cálculo de la tasa de retorno marginal, y se elaboro las curvas de beneficios netos.

## ANÁLISIS DE EVALUACIÓN FINANCIERA

### INDICADORES DE FACTIBILIDAD

- a) **Valor Actualizado Neto (VAN)** Este indicador da un dato positivo, lo cual indica que el proyecto puede ejecutarse. En el experimento los que tienen una VAN mayor son los tratamientos B-3, A-3 y B-2, y los que tienen una VAN menor son C-2, C-3 y B-1 (Ver cuadros del anexo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).-
- b) **Relación Beneficio/Costo (B/C)** Este indicador da un valor de 3.27, lo cual significa que con la ejecución del proyecto por cada quetzal invertido, se recupera 2.27 o sea se recupera el quetzal invertido y nos genera una ganancia de 2.27, lo cual es muy atractivo si lo consideramos con las tasas de interés que paga el banco. En el experimento los tratamientos que tienen una mayor Relación Beneficio / Costo son los tratamientos B-3, A-3 y B-2, y los que tienen una menor Relación Beneficio / Costo son los tratamientos C-2, C-3 y B-1 (Ver cuadros del anexo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).-
- c) **Rentabilidad Simple (RS)** La rentabilidad simple en el proyecto es de cierto porcentaje, lo que indica que el proyecto es rentable o no. En el experimento los que tienen una RS mayor son los tratamientos B-3, B-2 y A-3, y los que tienen una RS menor son C-2, C-3 y B-1 (Ver cuadros del anexo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).-
- d) **Tasa Interna de Retorno (TIR)** El proyecto puede soportar hasta un límite de la tasa de interés. Lo cual indica que el proyecto puede soportar altas o bajas tasas de interés. En el experimento los que tienen una TIR mayor son los tratamientos B-3, A-3 y A-1, y los que tienen una TIR menor son C-2, C-3 y B-1 (Ver cuadros del anexo 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37).-

**PUNTO DE EQUILIBRIO:** Los punto de equilibrio de los diferentes tratamientos permiten definir que en el momento en que se interceptan los ingreso acumulados y los costos acumulados, de esta intersección es cuando el proyecto empieza a generar ganancias, que para cada uno de los tratamientos es diferente, siendo el de menor tiempo para generar ganancias el tratamiento B-3, y el de mayor tiempo para generar ganancias el tratamiento B-1. La información de la evaluación financiera se detalla en las graficas del anexo 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18.

## 8.- CONCLUSIONES

- Al analizar la producción de cormelos totales por hectárea, utilizando el análisis de varianza, existe diferencia entre los distanciamientos, y esta comprobada en la prueba de Diferencia Mínima Significativa, siendo significativos el distanciamiento A (0.6m x 1.0m) en sus diferentes niveles de fertilización.
- En el análisis bromatológico, no existe diferencia entre ninguno de los tratamientos.
- Al analizar la producción de cormelos netos por hectárea, el análisis de varianza muestra que existe la diferencia entre los distanciamientos, siendo esta comprobada en la prueba de Diferencia Mínima Significativa, en la cual se observa que existe entre el distanciamiento B-3 y los demás distanciamientos, el cual tiene una mejor producción de cormelos netos o comerciales.
- Al analizar la producción de pesos totales por hectárea, en el análisis de varianza se permite observar que existe diferencia significativa entre los distanciamientos, siendo esta comprobada en la prueba de Diferencia Mínima Significativa, en el cual se puede observar la diferencia significativa que existe entre el distanciamiento B-3 respecto a los demás, el cual tiene un mejor producción de pesos totales.
- Al analizar la producción de pesos comerciales por hectárea, en el análisis de varianza se puede observar que existe diferencia significativa entre los distanciamientos, siendo esta comprobada en la prueba de Diferencia Mínima Significativa, en el cual se puede observar la diferencia que existe entre el distanciamiento B-3 respecto al A-3, el cual tiene un mejor producción de cormelos netos o comerciales. Por lo que se acepta la

hipótesis en la cual el cultivo se ve afectado por el distanciamiento de siembra en la interacción con el programa de fertilización.

- El análisis económico, nos muestra resultados que sugieren que es mejor sembrar a un distanciamiento B (1.0m x 1.0m) y el nivel de fertilización 3 (130-120-60 de N-P-K).

## 9.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda la siembra del distanciamiento B (1.0 m x 1.0m) y el nivel de fertilización 3 (130-120-60 de N-P-K), porque existe un mejor desarrollo de la planta, con una mejor producción de cormelos comerciales y mayor peso comercial; esto con el fin de exportar los cormelos a los mercados internacionales.
- Se recomienda la siembra del distanciamiento A (0.6 m x 1.0 m) y el nivel de fertilización (0-0-0 de N-P-K), porque el que los costos son menores y hay un mayor flujo neto de efectivo.

## 10.- BIBLIOGRAFÍA

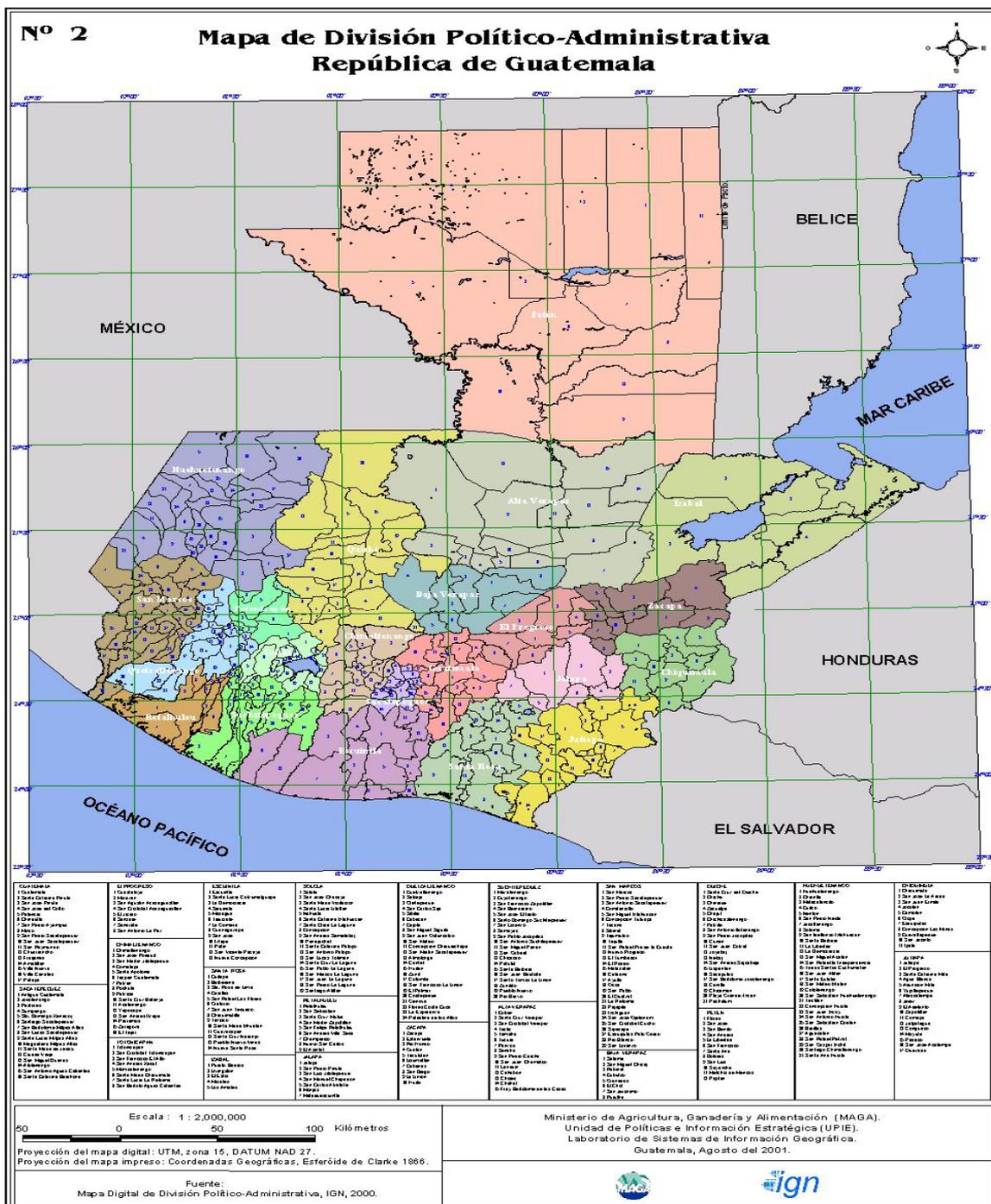
1. AID (Agencia para el Desarrollo Internacional, MX).1970. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. México. 102 p.
2. Azurdia-Pérez, CA ; González-Salam, M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía.26 p.
3. Barceló CJ. 1980. Fisiología vegetal. Madrid, ES, Pirámide. 750 p..
4. Cruz, JR De La. 1976. Clasificación de zonas de vida de Guatemala; basadas en el sistema Holdrige. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
5. Escobar Cotton, GA. 1997. Evaluación de cuatro períodos de poda de despuntado y dos distancias de siembra, en el cultivo de rosa de Jamaica ( Hibiscus sabdariffa L. ) ; Aldea Obrejuelo, Villa Canales, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 38 p.
6. Hernández Bermejo, J E. ; León, J. 1992. Cultivos marginados: Otra perspectiva de 1992. Italia, FAO.( FAO. Producción y protección vegetal no.26) 339 p.
7. IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources,IT).1989. Descriptors for Xanthosoma. Rome, Italia. 30 p.
8. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT).Tarjetas de control climático, año 1991 a 1996, departamento de Petén. sin publicar
9. Monge, M. ; Arias, O. ; Ramirez, P. 1987. Obtención de plantas de tiquizque blanco ( Xanthosoma ), de tiquizque morado( Xanthosoma violaceum ), y de ñanpi ( Colocasia esculenta ) libre de virus por medio de cultivo in vitro de ápices. Agronomía Costarricense 11 ( 1 ) : 71-79

10. Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. San José ,CR., CIDIA - IICA. 407 p.
11. Morales Soto, O. 1988. Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 14 cultivares de Malanga ( Colocasia sp. ) y 7 cultivares de Quequexque ( Xanthosoma sp. ), Finca Bulbuxyá, San Miguel Panám, Suchitepéquez, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 66 p.
12. Rodríguez Z., M. ; Morales, JL.. 1988. Arreglos especiales en sistemas de plátano ( Musa AAB ) y tiquizque blanco ( Xanthosoma Schott ) en la Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agronomía Costarricense 16 ( 2 ) : 219 – 223
13. SEGEPLAN (Secretaria de Planificación Económica, GT). 2002. Informe de indicadores de pobreza. Consultado en Agosto 10,2003 Guatemala. Disponible en [http:// www.segeplan.gob.gt](http://www.segeplan.gob.gt).
- 14.- Simmons, CH. ; Tarano, JM. ; Pinto, JH.. 1959. Clasificación y reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 15.- Standley, PC. ; Steyermark, JA.. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany v. 24, pt 13.
- 16.- Tisdale, SL. ; Nelson, W L... 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. al español por Dr. Jorge Balasen, Lic. Carmen Pina. México, UTEHA. 760 p.

**11.- ANEXOS**

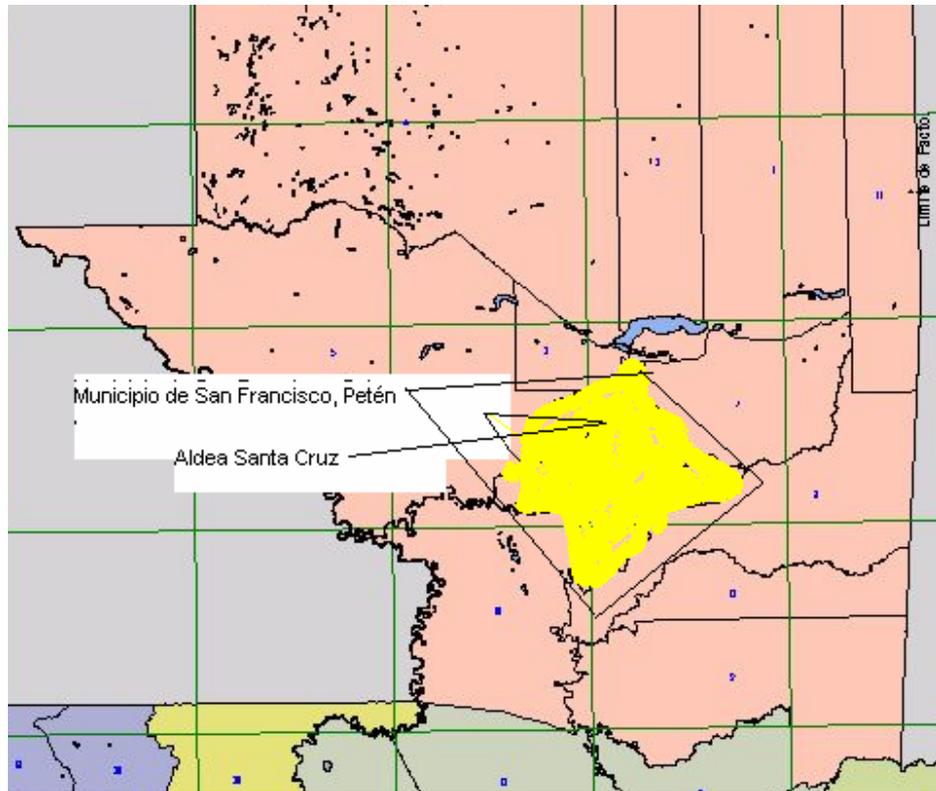
Mapa 1

Mapa de la republica de Guatemala



## Mapa 2

### Mapa del Municipio de San Francisco



## FOTOGRAFÍAS DEL CULTIVO

Foto 1: Envés de la hoja de *Xanthosoma*



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 2: Haz de la hoja de *Xanthosoma*



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 3: Del campo de experimental del cultivo de *Xanthosoma*



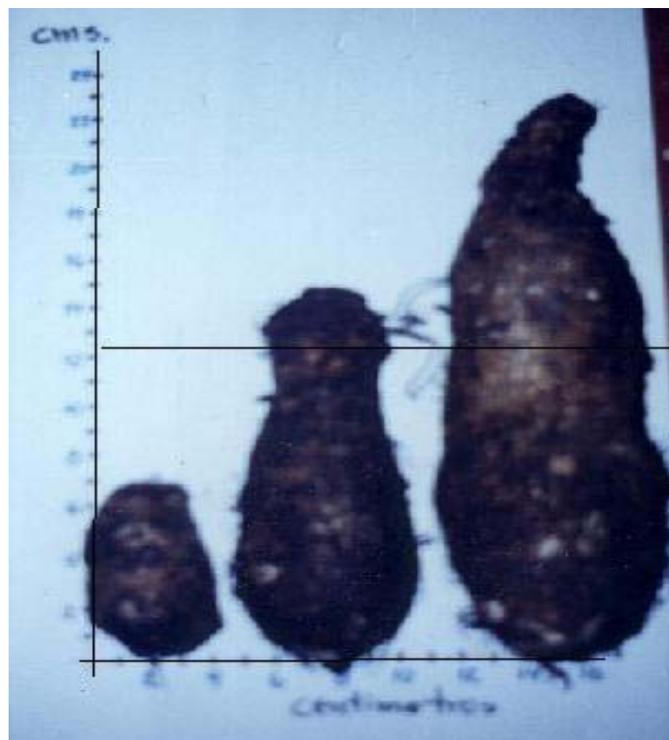
Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 4: Cosecha manual de *Xanthosoma*



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 5: Diferentes tamaños de cormelos de *Xanthosoma*



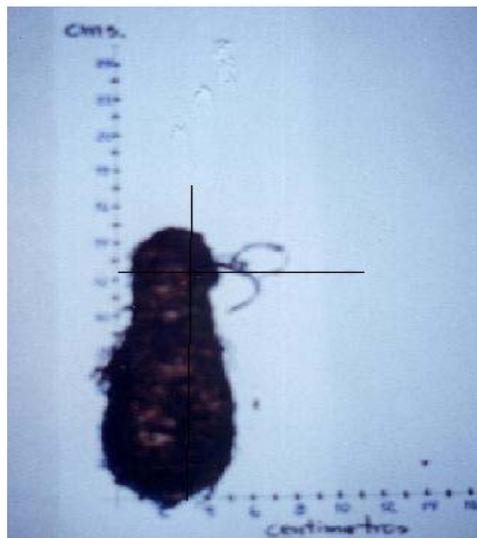
Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 6: Tamaño no comercial de cormelo de *Xanthosoma*



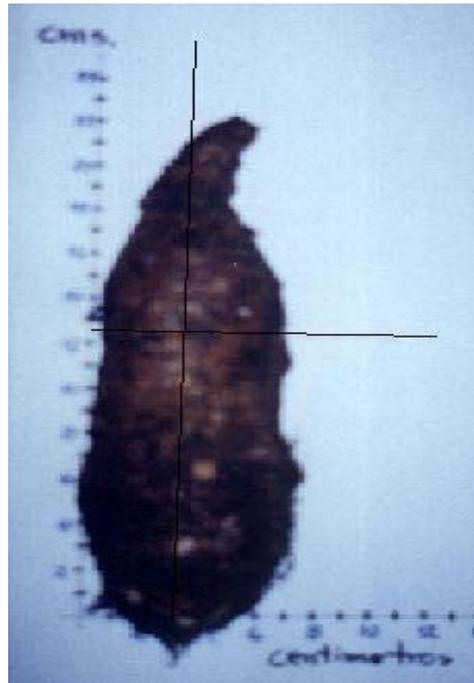
Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 7: Tamaño comercial de cormelo de *Xanthosoma*



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

Foto 8: Tamaño comercial de cormelo de *Xanthosoma*



Fuente: Tito Adolfo Muralles Monterroso (Santa Cruz, San Francisco, Peten, 2002).

**ANÁLISIS DE ANDEVA**

CORMELOS TOTALES HECTAREA					
bloque-distancia-fertil					
	I	II	III	IV	X.j.
A-1	64,996	69,996	66,286	64,996	266,274
A-2	68,996	71,664	68,664	67,664	276,988
A-3	66,286	67,664	71,664	64,006	269,620
<b>Xi.k</b>	<b>200,278</b>	<b>209,324</b>	<b>206,614</b>	<b>196,666</b>	
<b>Xijk</b>					
B-1	59,664	59,586	53,674	51,882	224,806
B-2	64,864	59,854	68,662	45,994	239,374
B-3	62,954	51,450	59,850	51,445	225,699
<b>Xi.k</b>	<b>187,482</b>	<b>170,890</b>	<b>182,186</b>	<b>149,321</b>	
C-1	39,996	39,996	26,664	26,664	133,320
C-2	17,776	22,220	35,552	17,776	93,324
C-3	26,664	31,108	26,664	31,108	115,544
<b>Xi.k</b>	<b>84,436</b>	<b>93,324</b>	<b>88,880</b>	<b>75,548</b>	
<b>X..k</b>	<b>472,196</b>	<b>473,538</b>	<b>477,680</b>	<b>421,535</b>	<b>1,844,949</b>
<b>1 F.C.:</b>	<b>94551022572.25</b>				
<b>Tabla de doble entrada para la Interacción</b>					
	T-1	T-2	T-3	<b>Xi..</b>	
D-1	266,274	276,988	269,620	812,882	d1
D-2	224,806	239,374	225,699	689,879	d2
D-3	133,320	93,324	115,544	342,188	d3
<b>X.j.</b>	<b>624,400</b>	<b>609,686</b>	<b>610,863</b>		
<b>4 S.C.: DE TRATAMIENTOS DENSIDAD</b>	<b>9,932,544,754</b>				
<b>2 S.C.: DE PARCELA GRANDE</b>	<b>10,309,653,644</b>				
	40,111,277,284	43,816,536,976	42,689,344,996	38,677,515,556	165,294,674,812
	35,149,500,324	29,203,392,100	33,191,738,596	22,296,761,041	119,841,392,061
	7,129,438,096	8,709,368,976	7,899,654,400	5,707,500,304	29,445,961,776
					314,582,028,649
					<b>10309653644</b>
<b>3 S.C.: DE BLOQUES</b>	<b>235,337,259</b>				
	222,969,062,416	224,238,237,444	228,178,182,400	177,691,756,225	853,077,238,485
					<b>235337259.4</b>
<b>5 S.C.: DE ERROR A</b>	<b>141,771,631</b>				
	10309653644	235337259.4	9,932,544,754		
<b>6 S.C.: TOTAL</b>	<b>11,095,195,724.7500</b>				
	4224480016	4899440016	4393833796	4224480016	17742233844
	4760448016	5135728896	4714744896	4578416896	19189338704
	4393833796	4578416896	5135728896	4096768036	18204747624
	3559792896	3550491396	2880898276	2691741924	12682924492
	4207338496	3582501316	4714470244	2115448036	14619758092
	3963206116	2647102500	3582022500	2646588025	12838919141
	1599680016	1599680016	710968896	710968896	4621297824
	315986176	493728400	1263944704	315986176	2389645456
	710968896	967707664	710968896	967707664	3357353120
					105,646,218,297
					<b>11,095,195,724.7500</b>
<b>7 S.C.: TRATAMIENTOS</b>	<b>11142708.17</b>				
	389,875,360,000	371,717,018,596	373,153,604,769	1,134,745,983,365	
					<b>11142708.17</b>
<b>8 S.C.: INTERACCION</b>	<b>237,998,727</b>				
	70,901,843,076	76,722,352,144	72,694,944,400	220,319,139,620	
	50,537,737,636.00	57,299,911,876.00	50,940,038,601.00	158,777,688,113.00	
	17,774,222,400.00	8,709,368,976.00	13,350,415,936.00	39,834,007,312.00	
				418,930,835,045	
				10181686189	
					<b>237,998,727</b>

<b>9</b>	<b>S.C.: ERROR B</b>		<b>-9,385,001,400.1667</b>		
		11,095,195,724.7500	10,309,653,644	9,932,544,754	237,998,727
<b>CORMELOS TOTALES HECTAREA</b>					
	<b>G.L.</b>		<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F calculada</b>
<i>Bloques</i>	3		235337259	78445753.14	
<i>Densidad</i>	2		9932544754	4966272376.75	0.015795701
<i>Error A</i>	6		141771631	23628605.19	
<i>Parcela Grande</i>	11		10309653644	937241240.37	
<i>Fertilidad</i>	2		11142708	5571354.08	0.0106856
<i>Interacción</i>	4		237998727	59499681.83	0.114117647
<i>Error B</i>	18		9385001400	521388966.68	
<b>TOTAL</b>	<b>35</b>				
<b>C.V.:</b>			<b>44.56 %</b>		

## CORMELOS COMERCIALES HECTAREA

bloque-distancia-fertil		I	II	III	IV	X.j.
A-1		23,332	20,066	25,666	28,666	97,730
A-2		19,998	21,332	26,666	29,666	97,662
A-3		23,332	23,089	26,772	26,842	100,035
<b>Xi.k</b>		66,662	64,487	79,104	85,174	
	<b>Xijk</b>					
B-1		31,382	23,092	27,744	28,356	110,574
B-2		48,578	20,265	27,528	25,690	122,061
B-3		40,462	25,429	30,000	33,488	129,379
<b>Xi.k</b>		120,422	68,786	85,272	87,534	
C-1		22,220	22,332	18,888	18,888	82,328
C-2		14,444	21,536	23,332	14,444	73,756
C-3		18,888	23,264	18,888	13,332	74,372
<b>Xi.k</b>		55,552	67,132	61,108	46,664	
						887,897
<b>X..k</b>		242,636	200,405	225,484	219,372	887,897
<b>1</b>	<b>F.C.:</b>	<b>21898918961.36</b>				
	<b>Tabla de doble entrada para la Interacción</b>			<b>Xij.</b>		
		00-00-00	56-112-112	70-130-110	<b>Xi..</b>	
D-1		97,730	97,662	100,035	295,427	
D-2		110,574	122,061	129,379	362,014	
D-3		82,328	73,756	74,372	230,456	
<b>X.j.</b>		290,632	293,479	303,786		
<b>4</b>	<b>S.C.: DE TRATAMIENTOS</b>					
	<b>DENSIDAD</b>	87,277,112,329				
		131,054,136,196				
		53,109,967,936				
		22,620,101,372				
		<b>721,182,410</b>				
<b>2</b>	<b>S.C.: DE PARCELA GRANDE</b>	<b>1,362,875,110</b>				
		4,443,822,244	4,158,573,169	6,257,442,816	7,254,610,276	22,114,448,505
		14,501,458,084	4,731,513,796	7,271,313,984	7,662,201,156	34,166,487,020
		3,086,024,704	4,506,705,424	3,734,187,664	2,177,528,896	13,504,446,688
						69,785,382,213
						<b>1362875110</b>
<b>3</b>	<b>S.C.: DE BLOQUES</b>	<b>101,247,834</b>				
		58,872,228,496	40,162,164,025	50,843,034,256	48,124,074,384	198,001,501,161
						<b>101247834.3</b>
<b>5</b>	<b>S.C.: DE ERROR A</b>	<b>540,444,865</b>				
		1362875110	101247834.3	721,182,410		
<b>6</b>	<b>S.C.: TOTAL</b>	1,638,673,157.6389				
		544382224	402644356	658743556	821739556	2427509692
		399920004	455054224	711075556	880071556	2446121340
		544382224	533101921	716739984	720492964	2514717093
		984829924	533240464	769729536	804062736	3091862660
		2359822084	410670225	757790784	659976100	4188259193
		1637173444	646634041	900000000	1121446144	4305253629
		493728400	498718224	356756544	356756544	1705959712
		208629136	463799296	544382224	208629136	1425439792
		356756544	541213696	356756544	177742224	1432469008
						23,537,592,119
						1,638,673,157.6389
<b>7</b>	<b>S.C.: TRATAMIENTOS</b>	<b>7982427.056</b>				
		84,466,959,424	86,129,923,441	92,285,933,796	262,882,816,661	
						<b>7982427.056</b>
<b>8</b>	<b>S.C.: INTERACCION</b>	<b>49,287,379</b>				
		9,551,152,900	9,537,866,244	10,007,001,225	29,096,020,369	
		12,226,609,476.00	14,898,887,721.00	16,738,925,641.00	43,864,422,838.00	
		6,777,899,584.00	5,439,947,536.00	5,531,194,384.00	17,749,041,504.00	
					90,709,484,711	
					778452216.4	

<b>9</b>	<b>S.C.: ERROR B</b>	-494,671,741.3333			
		1,638,673,157.6389	1,362,875,110	721,182,410	49,287,379

**CORMELOS COMERCIALES  
HECTAREA**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabulada</b>
<i>Bloques</i>	3	101247834	33749278.10		
<i>Densidad</i>	2	721182410	360591205.19	4.003270956	5.14
<i>Error A</i>	6	540444865	90074144.16		
<i>Parcela Grande</i>	11	1362875110	123897737.24		
<i>Fertilidad</i>	2	7982427	3991213.53	0.145231347	3.55
<i>Interaccion</i>	4	49287379	12321844.74	0.448364414	2.93
<i>Error B</i>	18	494671741	27481763.41		
<b>C.V.:</b>		<b>21.26</b>	<b>%</b>		

## PESOS TOTALES HECTAREA

bloque-distancia-fertil						
	I	II	III	IV	<i>X.j.</i>	
A-1	5,777.23	6,455.19	4,308.59	6,499.60	23,040.61	
A-2	7,148.33	7,007.15	4,606.97	3,495.97	22,258.43	
A-3	7,512.41	5,751.44	6,961.65	5,957.97	26,183.47	
<b><i>Xi.k</i></b>	20,437.98	19,213.77	15,877.21	15,953.54		
	<b><i>Xijk</i></b>					
B-1	5,568.64	4,841.36	3,297.12	2,939.98	16,647.10	
B-2	7,216.12	6,327.42	7,123.68	3,127.59	23,794.82	
B-3	9,049.64	7,074.38	6,317.50	4,973.02	27,414.53	
<b><i>Xi.k</i></b>	21,834.40	18,243.16	16,738.30	11,040.59		
C-1	3,599.64	3,999.60	2,977.48	2,799.72	13,376.44	
C-2	1,599.84	2,666.40	4,088.48	1,377.64	9,732.36	
C-3	2,533.08	3,599.64	2,933.04	3,821.84	12,887.60	
<b><i>Xi.k</i></b>	7,732.56	10,265.64	9,999.00	7,999.20		
<b><i>X..k</i></b>	50,004.93	47,722.57	42,614.51	34,993.33	175,335.34	
					175,335.34	
<b>1</b>	<b>F.C.:</b>	<b>853957858.45</b>				
	<b>Tabla de doble entrada para la Interacción</b>		<b><i>Xij.</i></b>			
		T-1	T-2	T-3	<b><i>Xi..</i></b>	
D-1	23,040.61	22,258.43	26,183.47	71,482.50		
D-2	16,647.10	23,794.82	27,414.53	67,856.45		
D-3	13,376.44	9,732.36	12,887.60	35,996.40		
<b><i>X.j.</i></b>	53,064.15	55,785.60	66,485.59			
<b>4</b>	<b>S.C.: DE TRATAMIENTOS DENSIDAD</b>					
	5,109,747,516.31					
	4,604,497,286.37					
	1,295,740,812.96					
	917,498,801.30					
	<b>63,540,942.85</b>					
<b>2</b>	<b>S.C.: DE PARCELA GRANDE</b>	<b>90,789,906</b>				
	417,710,924.12	369,169,085.70	252,085,706.66	254,515,438.53	1,293,481,155.01	
	476,740,914.19	332,812,899.82	280,170,674.93	121,894,598.11	1,211,619,087.05	
	59,792,484.15	105,383,364.61	99,980,001.00	63,987,200.64	329,143,050.40	
					2,834,243,292.46	
					<b>90,789,905.70</b>	
<b>3</b>	<b>S.C.: DE BLOQUES</b>	<b>14,760,675</b>				
	2,500,493,523.93	2,277,444,039.64	1,815,996,188.59	1,224,533,051.17	7,818,466,803.33	
					<b>14,760,675.25</b>	
<b>5</b>	<b>S.C.: DE ERROR A</b>	<b>12,488,287.60</b>				
	90,789,905.70	14,760,675.25	63,540,942.85			
<b>6</b>	<b>S.C.: TOTAL</b>	<b>128,727,438.75</b>				
	33,376,382.32	41,669,434.90	18,563,947.79	42,244,800.16	135,854,565.17	
	51,098,686.44	49,100,104.41	21,224,185.74	12,221,829.55	133,644,806.14	
	56,436,354.09	33,079,062.07	48,464,511.05	35,497,366.80	173,477,294.02	
	31,009,751.45	23,438,790.86	10,870,981.45	8,643,482.40	73,963,006.16	
	52,072,387.85	40,036,280.01	50,746,852.36	9,781,831.72	152,637,351.95	
	81,895,938.88	50,046,781.64	39,910,806.25	24,730,894.77	196,584,421.54	
	12,957,408.13	15,996,800.16	8,865,387.15	7,838,432.08	45,658,027.52	
	2,559,488.03	7,109,688.96	16,715,668.71	1,897,891.97	28,282,737.67	
	6,416,494.29	12,957,408.13	8,602,723.64	14,606,460.99	42,583,087.04	
					982,685,297.20	
					<b>128,727,438.75</b>	
<b>7</b>	<b>S.C.: TRATAMIENTOS</b>	<b>8,389,762.26</b>				
	2,815,803,585.37	3,112,033,536.43	4,420,334,326.67	10,348,171,448.48		
					<b>8,389,762.26</b>	
<b>8</b>	<b>S.C.: INTERACCION</b>	<b>10,735,142.09</b>				
	530,869,538.99	495,437,525.81	685,573,876.81	1,711,880,941.61		
	277,125,926.52	566,193,333.06	751,556,409.43	1,594,875,669.01		
	178,929,147.07	94,718,831.17	166,090,233.76	439,738,212.00		
				3,746,494,822.62		
				82,665,847.20		
				<b>10,735,142.09</b>		

<b>9</b>	<b>S.C.: ERROR B</b>		<b>-36,338,551.91</b>		
		128,727,438.75	90,789,905.70	63,540,942.85	10,735,142.09

**PESOS TOTALES HECTAREA**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabulada</b>
<i>Bloques</i>	3	14,760,675.25	4920225.08		
<i>Densidad</i>	2	63,540,942.85	31770471.43	15.26412866	5.14
<i>Error A</i>	6	12,488,287.60	2081381.27		
<i>Parcela Grande</i>	11	90,789,905.70	8253627.79		
<i>Fertilidad</i>	2	8,389,762.26	4194881.13	2.077899541	3.55
<i>Interacción</i>	4	10,735,142.09	2683785.52	1.329390878	2.93
<i>Error B</i>	18	36,338,551.91	2018808.44		
<i>total</i>	35				

**C.V.:** 29.17 %

**PESOS COMERCIALES HECTAREA**

bloque-distancia-fertil

	I	II	III	IV	X.j.
A-1	2,310.00	2,582.08	1,723.44	2,599.84	9,215
A-2	2,859.00	2,802.86	1,842.79	1,398.39	8,903
A-3	3,004.96	2,300.58	2,784.66	2,383.19	10,473
<b>Xi.k</b>	8,174	7,686	6,351	6,381	
	<b>Xijk</b>				
B-1	2,227.46	1,936.54	1,318.85	1,175.99	6,659
B-2	2,886.45	2,530.97	2,849.47	1,251.04	9,518
B-3	3,619.86	2,829.75	2,527.00	1,989.21	10,966
<b>Xi.k</b>	8,734	7,297	6,695	4,416	
C-1	2,159.78	2,399.76	1,786.49	1,679.83	8,026
C-2	1,959.90	1,599.84	2,453.09	1,826.58	7,839
C-3	1,591.80	2,159.78	1,173.22	2,293.10	7,218
<b>Xi.k</b>	5,711	6,159	5,413	5,800	
<b>X..k</b>	22,619	21,142	18,459	16,597	78,818
<b>1 F.C.:</b>	<b>172561283.00</b>				
	<b>Tabla de doble entrada para la Interacción</b>			<b>Xij.</b>	
	T-1	T-2	T-3	<b>Xi..</b>	
D-1	9,215	8,903	10,473	28,592	
D-2	6,659	9,518	10,966	27,143	
D-3	8,026	7,839	7,218	23,083	
<b>X.j.</b>	23,900	26,260	28,657		
<b>4 S.C.: DE TRATAMIENTOS DENSIDAD</b>					
	817,490,455				
	736,720,192				
	532,832,737				
	173,920,282				
	<b>1,358,999</b>				
<b>2 S.C.: DE PARCELA GRANDE</b>		<b>5,534,743</b>			
	66,813,622	59,067,218	40,333,804	40,722,521	206,937,165
	76,278,738	53,250,004	44,827,310	19,503,176	193,859,228
	32,621,004	37,937,962	29,298,404	33,634,316	133,491,686
					534,288,078
					<b>5534743.059</b>
<b>3 S.C.: DE BLOQUES</b>		<b>2,418,794</b>			
	511,628,661	446,990,929	340,735,050	275,466,052	1,574,820,693
					<b>2418793.964</b>
<b>5 S.C.: DE ERROR A</b>		<b>1,756,950</b>			
	5534743.059	2418793.964	1,358,999		
<b>6 S.C.: TOTAL</b>		<b>12,043,488.0108</b>			
	5336100	6667137.126	2970245.434	6759168.026	21732650.59
	8173881	7856024.18	3395874.984	1955494.592	21381274.76
	9029784.602	5292668.336	7754331.316	5679594.576	27756378.83
	4961578.052	3750187.172	1739365.323	1382952.48	11834083.03
	8331593.603	6405809.141	8119479.281	1565101.082	24421983.11
	13103386.42	8007485.063	6385729	3956956.424	31453556.91
	4664649.648	5758848.058	3191546.52	2821828.829	16436873.06
	3841208.01	2559488.026	6017650.548	3336394.496	15754741.08
	2533827.24	4664649.648	1376445.168	5258307.61	13833229.67
					184,604,771
					12,043,488.0108
<b>7 S.C.: TRATAMIENTOS</b>		<b>942915.2749</b>			
	571,212,868	689,607,558	821,229,954	2,082,050,379	
					<b>942915.2749</b>
<b>8 S.C.: INTERACCION</b>		<b>-8,790,664</b>			
	84,922,860	79,264,121	109,691,898	273,878,879	
	44,340,150.15	90,590,991.48	120,249,208.27	255,180,349.90	
	64,414,428.74	61,456,349.15	52,098,080.41	177,968,858.30	
				707,028,087	
				4195738.866	
				<b>-8,790,664</b>	

<b>9</b>	<b>S.C.: ERROR B</b>	13,940,410.3254			
		12,043,488.0108	5,534,743	1,358,999	-8,790,664

**PESOS COMERCIALES HECTAREA**

	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F calculada</b>	<b>F tabulada</b>
<i>Bloques</i>	3	2418794	806264.65		
<i>Densidad</i>	2	1358999	679499.52	2.320496901	5.14
<i>Error A</i>	6	1756950	292825.01		
<i>Parcela Grande</i>	11	5534743	503158.46		
<i>Fertilidad</i>	2	942915	471457.64	0.60875091	3.55
<i>Interacción</i>	4	8790664	2197666.10	2.83764889	2.93
<i>Error B</i>	18	13940410	774467.24		
<i>Total</i>	35				

**C.V.:** 40.20 %

**ANÁLISIS FINANCIERO**

**Cuadro No. 20**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO A-1**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>27,645.00</b>	<b>27,645.00</b>	<b>27,645.00</b>	<b>27,645.00</b>
Ventas	Kilogramos	9215	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>11,271.71</b>	<b>7,104.96</b>	<b>7,104.96</b>	<b>7,104.96</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>4,507.56</b>	<b>340.81</b>	<b>340.81</b>	<b>340.81</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	16667	0.25	4,166.75			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante químico	Aplicaciones	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,233.83</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	9215	0.03	276.45	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>15,505.54</b>	<b>11,662.34</b>	<b>11,662.34</b>	<b>11,662.34</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>12,139.46</b>	<b>15,982.66</b>	<b>15,982.66</b>	<b>15,982.66</b>

**Cuadro No. 21**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO A-2**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>26,709.00</b>	<b>26,709.00</b>	<b>26,709.00</b>	<b>26,709.00</b>
Ventas	Kilogramos	8903	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>12,088.05</b>	<b>7,921.30</b>	<b>7,921.30</b>	<b>7,921.30</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>5,323.90</b>	<b>1,157.15</b>	<b>1,157.15</b>	<b>1,157.15</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	16667	0.25	4,166.75			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	2	408.17	816.34	816.34	816.34	816.34
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,224.47</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	8903	0.03	267.09	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>16,312.52</b>	<b>12,478.68</b>	<b>12,478.68</b>	<b>12,478.68</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>10,396.48</b>	<b>14,230.32</b>	<b>14,230.32</b>	<b>14,230.32</b>

**Cuadro No. 22**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO A-3**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>31,419.00</b>	<b>31,419.00</b>	<b>31,419.00</b>	<b>31,419.00</b>
Ventas	Kilogramos	10473	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>12,495.95</b>	<b>8,329.20</b>	<b>8,329.20</b>	<b>8,329.20</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>5,731.80</b>	<b>1,565.05</b>	<b>1,565.05</b>	<b>1,565.05</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	16667	0.25	4,166.75			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	2	612.12	1,224.24	1,224.24	1,224.24	1,224.24
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,271.57</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	10473	0.03	314.19	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>16,767.52</b>	<b>12,886.58</b>	<b>12,886.58</b>	<b>12,886.58</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>14,651.48</b>	<b>18,532.42</b>	<b>18,532.42</b>	<b>18,532.42</b>

**Cuadro No. 23**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO B-1**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>19,977.00</b>	<b>19,977.00</b>	<b>19,977.00</b>	<b>19,977.00</b>
Ventas	Kilogramos	6659	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9,604.96</b>	<b>7,104.96</b>	<b>7,104.96</b>	<b>7,104.96</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>2,840.81</b>	<b>340.81</b>	<b>340.81</b>	<b>340.81</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	10000	0.25	2,500.00			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,157.15</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	6659	0.03	199.77	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>13,762.11</b>	<b>11,662.34</b>	<b>11,662.34</b>	<b>11,662.34</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>6,214.89</b>	<b>8,314.66</b>	<b>8,314.66</b>	<b>8,314.66</b>

**Cuadro No. 24**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO B-2**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>28,554.00</b>	<b>28,554.00</b>	<b>28,554.00</b>	<b>28,554.00</b>
Ventas	Kilogramos	9518	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>10,421.30</b>	<b>7,921.30</b>	<b>7,921.30</b>	<b>7,921.30</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>3,657.15</b>	<b>1,157.15</b>	<b>1,157.15</b>	<b>1,157.15</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	10000	0.25	2,500.00			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante químico	Aplicaciones	2	408.17	816.34	816.34	816.34	816.34
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,242.92</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	9518	0.03	285.54	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>14,664.22</b>	<b>12,478.68</b>	<b>12,478.68</b>	<b>12,478.68</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>13,889.78</b>	<b>16,075.32</b>	<b>16,075.32</b>	<b>16,075.32</b>

**Cuadro No. 25**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO B-3**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>32,898.00</b>	<b>32,898.00</b>	<b>32,898.00</b>	<b>32,898.00</b>
Ventas	Kilogramos	10966	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>10,829.20</b>	<b>8,329.20</b>	<b>8,329.20</b>	<b>8,329.20</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>4,065.05</b>	<b>1,565.05</b>	<b>1,565.05</b>	<b>1,565.05</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	10000	0.25	2,500.00			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	2	612.12	1,224.24	1,224.24	1,224.24	1,224.24
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,286.36</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	10966	0.03	328.98	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>15,115.56</b>	<b>12,886.58</b>	<b>12,886.58</b>	<b>12,886.58</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>17,782.44</b>	<b>20,011.42</b>	<b>20,011.42</b>	<b>20,011.42</b>

**Cuadro No.26**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO C-1**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>24,078.00</b>	<b>24,078.00</b>	<b>24,078.00</b>	<b>24,078.00</b>
Ventas	Kilogramos	8026	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>8,216.21</b>	<b>7,104.96</b>	<b>7,104.96</b>	<b>7,104.96</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>1,452.06</b>	<b>340.81</b>	<b>340.81</b>	<b>340.81</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	4445	0.25	1,111.25			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,198.16</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	8026	0.03	240.78	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>12,414.37</b>	<b>11,662.34</b>	<b>11,662.34</b>	<b>11,662.34</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>11,663.63</b>	<b>12,415.66</b>	<b>12,415.66</b>	<b>12,415.66</b>

**Cuadro No. 27**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO C-2**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>23,517.00</b>	<b>23,517.00</b>	<b>23,517.00</b>	<b>23,517.00</b>
Ventas	Kilogramos	7839	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9,032.55</b>	<b>7,921.30</b>	<b>7,921.30</b>	<b>7,921.30</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>2,268.40</b>	<b>1,157.15</b>	<b>1,157.15</b>	<b>1,157.15</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	4445	0.25	1,111.25			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	2	408.17	816.34	816.34	816.34	816.34
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,192.55</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interesse	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	7839	0.03	235.17	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>13,225.10</b>	<b>12,478.68</b>	<b>12,478.68</b>	<b>12,478.68</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>10,291.90</b>	<b>11,038.32</b>	<b>11,038.32</b>	<b>11,038.32</b>

**Cuadro No. 28**  
**PRESUPUESTO Y FLUJO DE EFECTIVO ANUAL DEL TRATAMIENTO C-3**  
**(En Quetzales)**

RUBROS PRESUPUESTADOS	UNIDADES por Ha	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	FLUJO DE EFECTIVO ANUAL			
				AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>INGRESOS</b>				<b>21,654.00</b>	<b>21,654.00</b>	<b>21,654.00</b>	<b>21,654.00</b>
Ventas	Kilogramos	7218	3.00				
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9,440.45</b>	<b>8,329.20</b>	<b>8,329.20</b>	<b>8,329.20</b>
<b>INSUMOS</b>				<b>2,676.30</b>	<b>1,565.05</b>	<b>1,565.05</b>	<b>1,565.05</b>
Compra de semilla de macal	Unidades	4445	0.25	1,111.25			
Pesticidas	Aplicaciones	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Fertilizante quimico	Aplicaciones	2	612.12	1,224.24	1,224.24	1,224.24	1,224.24
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>	<b>6,764.15</b>
Preparación del terreno	Global	1	714.28	714.28	714.28	714.28	714.28
Siembra	Global	1	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63	2,081.63
Aplicación de fertilizante	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Limpias	Global	10	118.98	1,189.80	1,189.80	1,189.80	1,189.80
Fumigaciones	Global	1	340.81	340.81	340.81	340.81	340.81
Riegos	Global	3	472.41	1,417.23	1,417.23	1,417.23	1,417.23
Cosecha del macal	Global	1	679.59	679.59	679.59	679.59	679.59
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>4,173.92</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>	<b>4,557.38</b>
Administración	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Cuota del I.G.S.S.	Global	1	721.73	721.73	721.73	721.73	721.73
Prestamos	Global	2198.84	1.25	2,748.55	2,748.55	2,748.55	2,748.55
Imprevistos	Global	1	89.63	89.63	89.63	89.63	89.63
Interes	Global	2198.84	0.14	307.84	307.84	307.84	307.84
Arbitrios Q.0.13/Kilo	Por Kilo	7218	0.03	216.54	600.00	600.00	600.00
<b>TOTAL EGRESOS</b>				<b>13,614.37</b>	<b>12,886.58</b>	<b>12,886.58</b>	<b>12,886.58</b>
<b>FLUJO DE EFECTIVO NETO</b>				<b>8,039.63</b>	<b>8,767.42</b>	<b>8,767.42</b>	<b>8,767.42</b>

**CUADRO No.29**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO A-1, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS		OTROS	BRUTO	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL									
1	15505.54			15,505.54	0.750	11,629.16	0	0.00	(15,505.54)	(11,629.16)
2	11662.34			11,662.34	0.640	7,463.90	27645.00	17,692.80	15,982.66	10,228.90
3	11662.34			11,662.34	0.512	5,971.12	27645.00	14,154.24	15,982.66	8,183.12
4	11662.34			11,662.34	0.410	4,776.89	27645.00	11,323.39	15,982.66	6,546.50
5	11662.34			11,662.34	0.328	3,821.52	27645.00	9,058.71	15,982.66	5,237.20
TOTALES	62,154.90		0.00	62,154.90	2.639	33,662.58	110,580.00	52,229.15	48,425.10	18,566.56

<b>VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) =</b>	<b>18,566.56</b>
---------------------------------------	------------------

<b>RELACION BENEFICIO/COSTO</b>	<b>1.55</b>
---------------------------------	-------------

<b>RENTABILIDAD SIMPLE =</b>	<b>178 %</b>
------------------------------	--------------

<b>TASA INTERNA DE RETORNO =</b>	<b>73%</b>
----------------------------------	------------

**CUADRO No.30**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO A-2, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS			FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL	OTROS	BRUTO						
1	16312.52		16,312.52	0.750	12,234.39	0	0.00	(16,312.52)	(12,234.39)
2	12478.68		12,478.68	0.640	7,986.36	26709.00	17,093.76	14,230.32	9,107.40
3	12478.68		12,478.68	0.512	6,389.08	26709.00	13,675.01	14,230.32	7,285.92
4	12478.68		12,478.68	0.410	5,111.27	26709.00	10,940.01	14,230.32	5,828.74
5	12478.68		12,478.68	0.328	4,089.01	26709.00	8,752.01	14,230.32	4,662.99
TOTALES	66,227.24	0.00	66,227.24	2.639	35,810.11	106,836.00	50,460.78	40,608.76	14,650.67

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 14,650.67**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.41**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 161 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 48%**

**CUADRO No.31**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO A-3, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS		OTROS	BRUTO	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL									
1	16767.52			16,767.52	0.750	12,575.64	0	0.00	(16,767.52)	(12,575.64)
2	12886.58			12,886.58	0.640	8,247.41	31419	20,108.16	18,532.42	11,860.75
3	12886.58			12,886.58	0.512	6,597.93	31419	16,086.53	18,532.42	9,488.60
4	12886.58			12,886.58	0.410	5,278.34	31419	12,869.22	18,532.42	7,590.88
5	12886.68			12,886.68	0.328	4,222.71	31419	10,295.38	18,532.32	6,072.67
TOTALES	68,313.94		0.00	68,313.94	2.639	36,922.03	125,676.00	59,359.29	57,362.06	22,437.26

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 22,437.26**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.61**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 184 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 70%**

**CUADRO No.32**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO B-1, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS		OTROS	BRUTO	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL									
1	13762.11			13,762.11	0.750	10,321.58	0	0.00	(13,762.11)	(10,321.58)
2	11662.34			11,662.34	0.640	7,463.90	19977.00	12,785.28	8,314.66	5,321.38
3	11662.34			11,662.34	0.512	5,971.12	19977.00	10,228.22	8,314.66	4,257.11
4	11662.34			11,662.34	0.410	4,776.89	19977.00	8,182.58	8,314.66	3,405.68
5	11662.34			11,662.34	0.328	3,821.52	19977.00	6,546.06	8,314.66	2,724.55
TOTALES	60,411.47		0.00	60,411.47	2.639	32,355.01	79,908.00	37,742.15	19,496.53	5,387.14

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 5,387.14**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.17**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 132 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 22%**

**CUADRO No.33**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO B-2, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS		BRUTO	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL	OTROS							
1	14664.22		14,664.22	0.750	10,998.17	0	0.00	(14,664.22)	(10,998.17)
2	12478.68		12,478.68	0.640	7,986.36	28554.00	18,274.56	16,075.32	10,288.20
3	12478.68		12,478.68	0.512	6,389.08	28554.00	14,619.65	16,075.32	8,230.56
4	12478.68		12,478.68	0.410	5,111.27	28554.00	11,695.72	16,075.32	6,584.45
5	12478.68		12,478.68	0.328	4,089.01	28554.00	9,356.57	16,075.32	5,267.56
TOTALES	64,578.94	0.00	64,578.94	2.639	34,573.89	114,216.00	53,946.50	49,637.06	19,372.62

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 19,372.62**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.56**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 177 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 69%**

**CUADRO No.34**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO B-3, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS			FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL	OTROS	BRUTO						
1	15115.56		15,115.56	0.750	11,336.67	0	0.00	(15,115.56)	(11,336.67)
2	12886.58		12,886.58	0.640	8,247.41	32898.00	21,054.72	20,011.42	12,807.31
3	12886.58		12,886.58	0.512	6,597.93	32898.00	16,843.78	20,011.42	10,245.85
4	12886.58		12,886.58	0.410	5,278.34	32898.00	13,475.02	20,011.42	8,196.68
5	12886.58		12,886.58	0.328	4,222.67	32898.00	10,780.02	20,011.42	6,557.34
TOTALES	66,661.88	0.00	66,661.88	2.639	35,683.03	131,592.00	62,153.53	64,930.12	26,470.51

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 26,470.51**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.74**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 197 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 89%**

**CUADRO No.35**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO C-1, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS		BRUTO	FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL	OTROS							
1	12414.37		12,414.37	0.750	9,310.78	0	0.00	(12,414.37)	(9,310.78)
2	11662.34		11,662.34	0.640	7,463.90	24078.00	15,409.92	12,415.66	7,946.02
3	11662.34		11,662.34	0.512	5,971.12	24078.00	12,327.94	12,415.66	6,356.82
4	11662.34		11,662.34	0.410	4,776.89	24078.00	9,862.35	12,415.66	5,085.45
5	11662.34		11,662.34	0.328	3,821.52	24078.00	7,889.88	12,415.66	4,068.36
TOTALES	59,063.73	0.00	59,063.73	2.639	31,344.20	96,312.00	45,490.08	37,248.27	14,145.88

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 14,145.88**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.45**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 163 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 60%**

**CUADRO No.36**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO C-2, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS			FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL	OTROS	BRUTO						
1	13225.1		13,225.10	0.750	9,918.83	0	0.00	(13,225.10)	(9,918.83)
2	12478.68		12,478.68	0.640	7,986.36	23517.00	15,050.88	11,038.32	7,064.52
3	12478.68		12,478.68	0.512	6,389.08	23517.00	12,040.70	11,038.32	5,651.62
4	12478.68		12,478.68	0.410	5,111.27	23517.00	9,632.56	11,038.32	4,521.30
5	12478.68		12,478.68	0.328	4,089.01	23517.00	7,706.05	11,038.32	3,617.04
TOTALES	63,139.82	0.00	63,139.82	2.639	33,494.55	94,068.00	44,430.20	30,928.18	10,935.65

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 10,935.65**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.33**

**RENTABILIDAD SIMPLE = 149 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 45%**

**CUADRO No.37**  
**Proyecto Macal TRATAMIENTO C-3, Santa Cruz, San Francisco, Peten.**  
**Determinacion de Valor actualizado neto (VAN); Relacion Beneficio/Costo, Rentabilidad Simple y TIR**  
**(Quetzales)**

AÑO	COSTOS INCREMENTALES BRUTOS			FACTOR DE ACTUALIZACION AL 15%	VALOR ACTUAL DE LOS COSTOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS INCREMENTALES BRUTOS	BENEFICIO INCREMENTAL NETO (FLUJO DE FONDOS)	VALOR ACTUAL DEL FLUJO DE FONDOS
	INVERSION INICIAL	OTROS	BRUTO						
1	13614.37		13,614.37	0.750	10,210.78	0	0.00	(13,614.37)	(10,210.78)
2	12886.58		12,886.58	0.640	8,247.41	21654.00	13,858.56	8,767.42	5,611.15
3	12886.58		12,886.58	0.512	6,597.93	21654.00	11,086.85	8,767.42	4,488.92
4	12886.58		12,886.58	0.410	5,278.34	21654.00	8,869.48	8,767.42	3,591.14
5	12886.58		12,886.58	0.328	4,222.67	21654.00	7,095.58	8,767.42	2,872.91
TOTALES	65,160.69	0.00	65,160.69	2.639	34,557.14	86,616.00	40,910.47	21,455.31	6,353.33

**VALOR ACTUALIZADO NETO (VAN) = 6,353.33**

**RELACION BENEFICIO/COSTO 1.18**

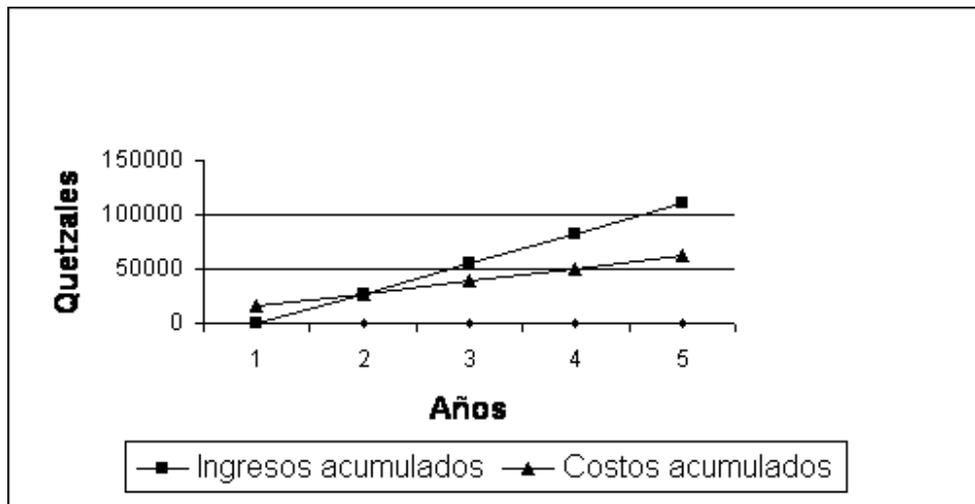
**RENTABILIDAD SIMPLE = 133 %**

**TASA INTERNA DE RETORNO = 26%**

Cuadro 38  
 TRATAMIENTO A-1 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	15505.54	0	0	Q15,505.54
1	27,645	11,662.34	1	Q27,645.00	Q27,167.88
2	27,645	11,662.34	2	Q55,290.00	Q38,830.22
3	27,645.00	11,662.34	3	Q82,935.00	Q50,492.56
4	27,645.00	11,662.34	4	Q110,580.00	Q62,154.90

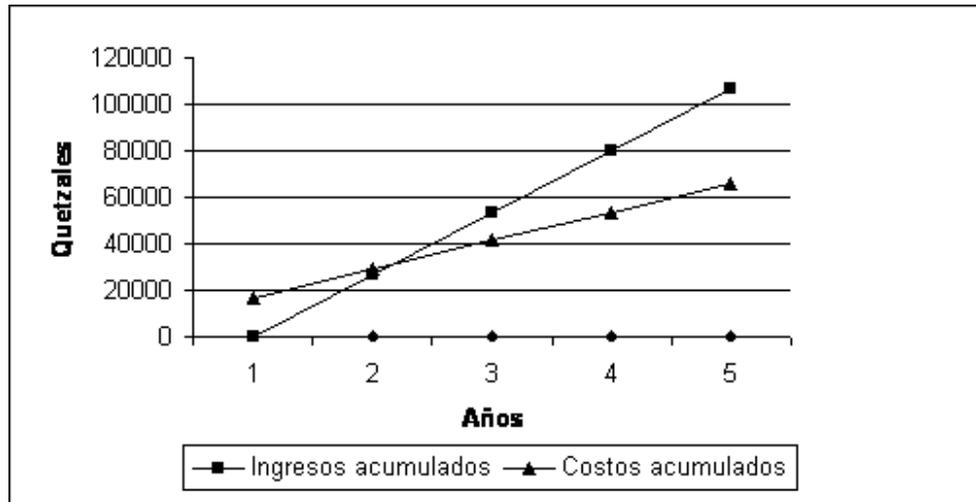
Grafico 10  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO A-1 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 39  
 TRATAMIENTO A-2 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	16312.52	0	0	Q16,312.52
1	26,709.00	12,478.68	1	Q26,709.00	Q28,791.20
2	26,709.00	12,478.68	2	Q53,418.00	Q41,269.88
3	26,709.00	12,478.68	3	Q80,127.00	Q53,748.56
4	26,709.00	12,478.68	4	Q106,836.00	Q66,227.24

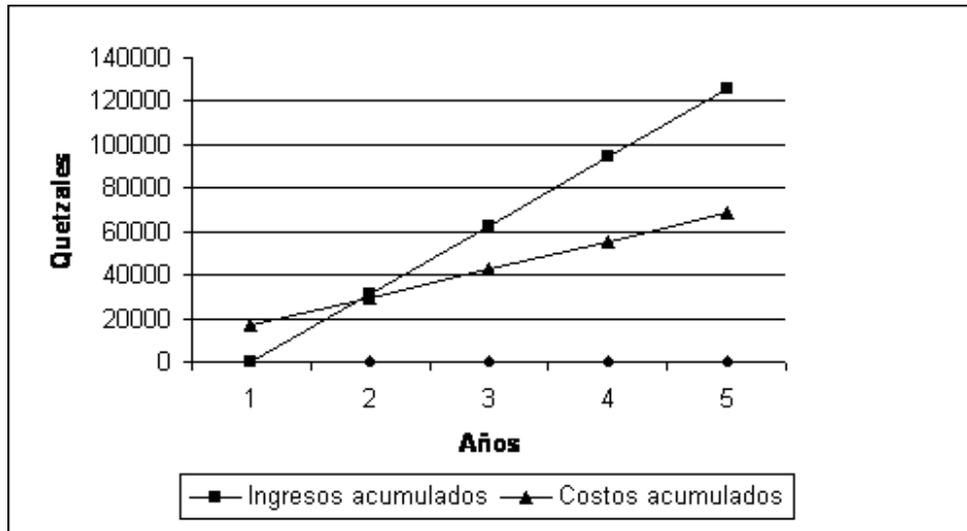
Grafico 11  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO A-2 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 40  
 TRATAMIENTO A-3 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	16797.52	0	0	Q16,797.52
1	31,419.00	12,886.58	1	Q31,419.00	Q29,684.10
2	31,419.00	12,886.58	2	Q62,838.00	Q42,570.68
3	31,419.00	12,886.58	3	Q94,257.00	Q55,457.26
4	31,419.00	12,886.58	4	Q125,676.00	Q68,343.84

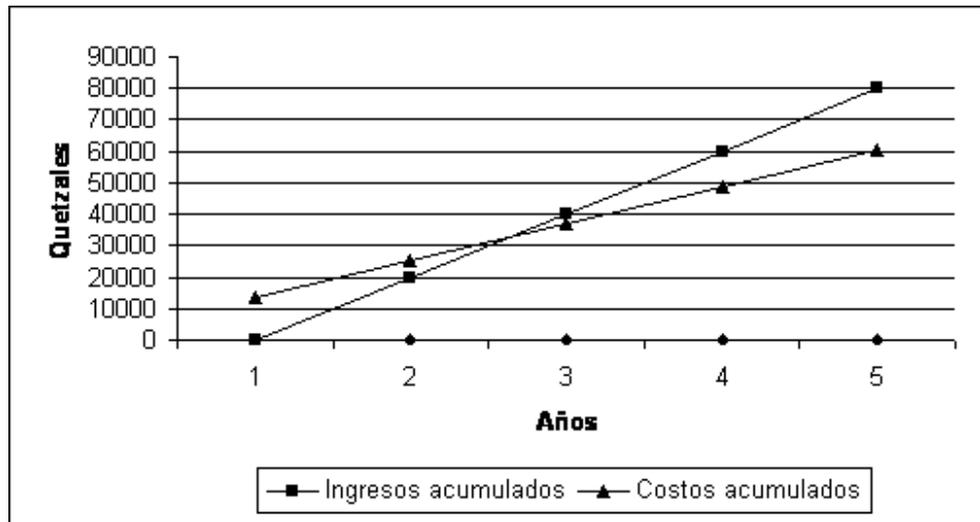
Grafico 12  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO A-3 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 41  
 TRATAMIENTO B-1 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	13762.11	0	0	Q13,762.11
1	19,977	11,662.34	1	Q19,977.00	Q25,424.45
2	19,977	11,622.34	2	Q39,954.00	Q37,046.79
3	19,977.00	11,622.34	3	Q59,931.00	Q48,669.13
4	19,977.00	11,622.34	4	Q79,908.00	Q60,291.47

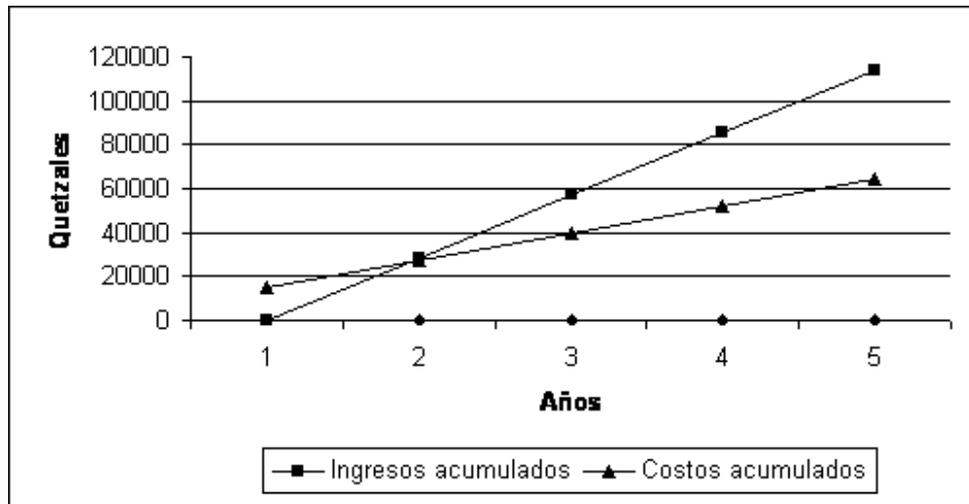
Grafico 13  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO B-1 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 42  
 TRATAMIENTO B-2 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	14664.22	0	0	Q14,664.22
1	28,554	12,478.68	1	Q28,554.00	Q27,142.90
2	28,554	12,478.68	2	Q57,108.00	Q39,621.58
3	28,554.00	12,478.68	3	Q85,662.00	Q52,100.26
4	28,554.00	12,478.68	4	Q114,216.00	Q64,578.94

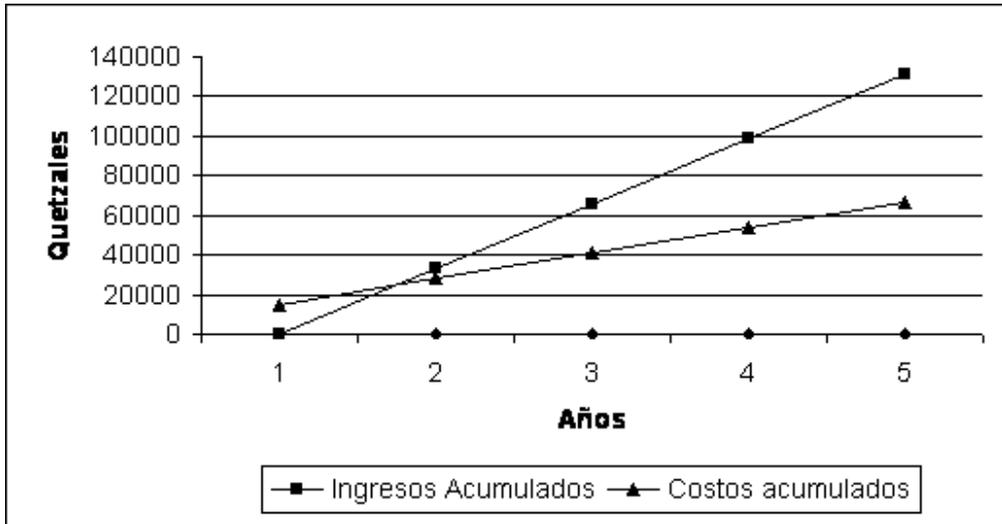
Grafico 14  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO B-2 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 43  
 TRATAMIENTO B-3 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	15115.56	0	0	Q15,115.56
1	32,898	12,886.58	1	Q32,898.00	Q28,002.14
2	32,898	12,886.58	2	Q65,796.00	Q40,888.72
3	32,898	12,886.58	3	Q98,694.00	Q53,775.30
4	32,898	12,886.58	4	Q131,592.00	Q66,661.88

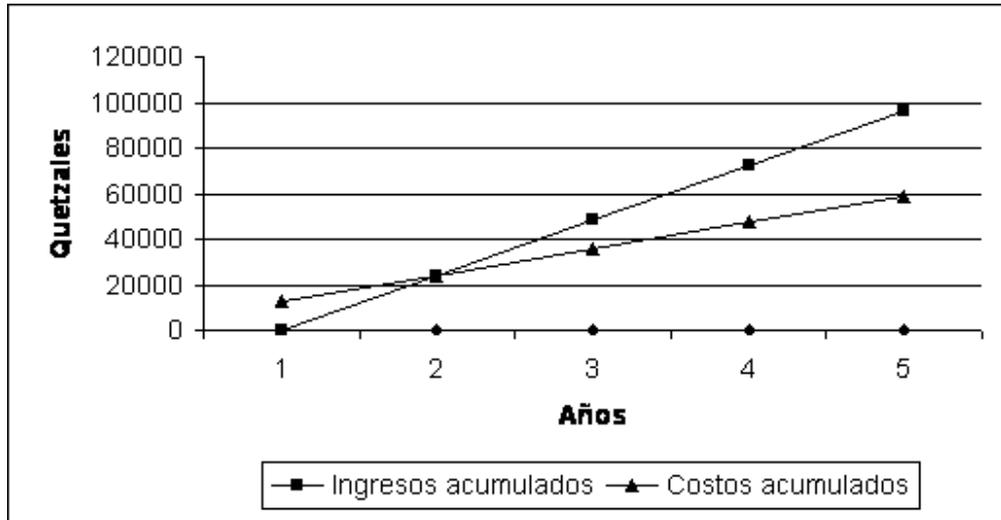
Grafico 15  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO B-3 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 44  
 TRATAMIENTO C-1 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	12414.37	0	0	Q12,414.37
1	24,078	11,662.34	1	Q24,078.00	Q24,076.71
2	24,078	11,662.34	2	Q48,156.00	Q35,739.05
3	24,078	11,662.34	3	Q72,234.00	Q47,401.39
4	24,078	11,662.34	4	Q96,312.00	Q59,063.73

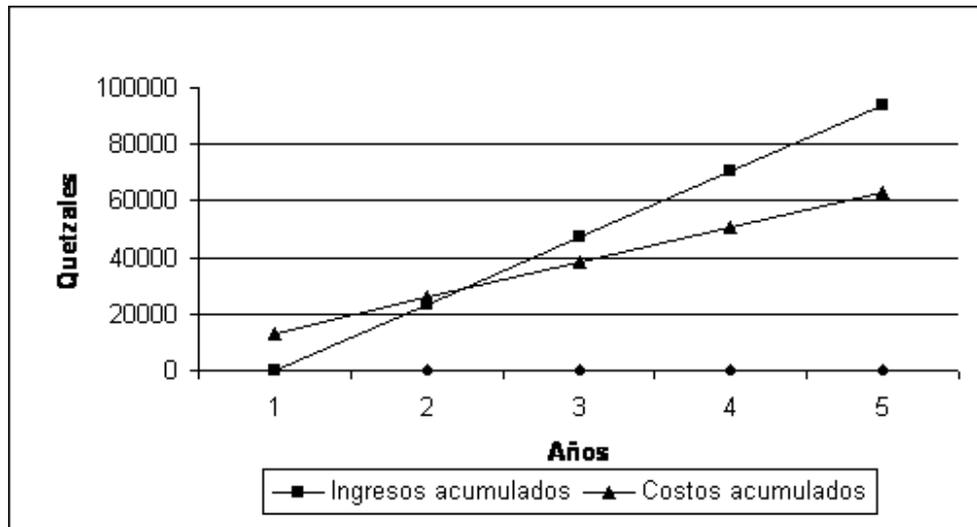
Grafico 16  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO C-1 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 45  
 TRATAMIENTO C-2 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	13225.1	0	0	Q13,225.10
1	23,517	12,478.68	1	Q23,517.00	Q25,703.78
2	23,517	12,478.68	2	Q47,034.00	Q38,182.46
3	23,517	12,478.68	3	Q70,551.00	Q50,661.14
4	23,517	12,478.68	4	Q94,068.00	Q63,139.82

Grafico 17  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO C-2 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN



Cuadro 46  
 TRATAMIENTO C-3 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN  
 DATOS PARA DETERMINACION GRAFICA DEL PUNTO DE EQUILIBRIO

AÑO	INGRESOS EN Q	COSTOS EN Q	AÑO	INGRESOS ACUMULADOS	COSTOS ACUMULADOS
0	0	13614.37	0	0	Q13,614.37
1	21,654	12,886.58	1	Q21,654.00	Q26,500.95
2	21,654	12,886.58	2	Q43,308.00	Q39,387.53
3	21,654	12,886.58	3	Q64,962.00	Q52,274.11
4	21,654	12,886.58	4	Q86,616.00	Q65,160.69

Grafico 18  
 Punto de equilibrio  
 TRATAMIENTO C-3 SANTA CRUZ, SAN FRANCISCO, PETEN

