

**EFFECTO DEL PESO DE LA SEMILLA Y LA DISTANCIA DE
SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE
TIQUISQUE BLANCO (*Xanthosoma sagittifolium*)**

VÍCTOR JULIO ZÚÑIGA ARIAS

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar al grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2007

**EFFECTO DEL PESO DE LA SEMILLA Y LA DISTANCIA DE
SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE
TIQUISQUE BLANCO (*Xanthosoma sagittifolium*)**

VÍCTOR JULIO ZÚÑIGA ARIAS

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como Requisito parcial para obtener el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
SEDE REGIONAL SAN CARLOS**

2007

**EFFECTO DEL PESO DE LA SEMILLA Y LA DISTANCIA DE
SIEMBRA SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE
TIQUISQUE BLANCO (*Xanthosoma sagittifolium*)**

VÍCTOR JULIO ZÚÑIGA ARIAS

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Agr. Sergio Torres Portuguez, M.Sc.

Asesor

Ing. Agr. Parménides Furcal Berigüete, M.Sc.

Jurado

Ing. Agr. Joaquín Durán Mora, M.Sc.

Jurado

Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, M.A.E.

Coordinador
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Agr. Arnoldo Gadea Rivas, M.Sc.

Director
Escuela de Agronomía.

2007

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la posibilidad de llegar hasta donde he llegado, y de esta manera lograr una meta profesional.

A mis padres Francisco Zúñiga Jiménez y Griselda Arias Herrera, por su apoyo incondicional todos los días de mi vida tanto económico como moral y emocional, además por todo el Amor que me tienen. Y muchas cosas más que en conjunto logran la culminación de mis estudios universitarios. Gracias por todos y cada uno de los beneficios que me han permitido alcanzar mis sueños. Y a mis hermanas Adriana y Mariela, por su apoyo y comprensión.

A mi novia, por ser parte importante de mi vida y por haber estado conmigo en los momentos difíciles y en los momentos de felicidad.

A mis abuelos por ser excelentes consejeros en gran parte de mi vida, además del apoyo brindado en todo el tiempo de estudios en la universidad.

Finalmente dedico esta tesis a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo final de graduación, que hicieron posible que yo me pueda graduar.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Sergio Torres Portugal M.Sc, por la asesoría brindada incondicionalmente en la realización del presente trabajo de graduación, por sus consejos y la paciencia que me brindó, además también por la confianza puesta en mi persona.

Al los Ing. Parmenides Furcal Beriguete y Joaquín Durán Mora, por aceptar ser parte de los miembros del jurado, por el apoyo manifestado y por las sugerencias en el trabajo realizado para la finalización exitosa de dicha tesis.

Al Ing. Agr. Fernando Gómez Sánchez, MAE, por su gran comprensión en el desarrollo de dicha investigación.

Al Doctor Jorge Camacho, por su ayuda en este trabajo.

A todos mis amigos se conocen por los sobrenombres de: Barrabas, Chanina, Vaca, Guayabón, Pupa, Hernia, Burro, Heredia, Chino y muchos más por sacrificar parte de su tiempo con el propósito de colaborar en este proyecto.

Al Instituto Tecnológico de Costa Rica, por haberme aceptado en esta institución para realizar mis estudios, a todos los profesores que me brindaron lo mejor de cada uno para llegar a ser un buen profesional.

A la empresa productora de raíces y tubérculos Corporación Agrícola Cerro Verde por darme la oportunidad de realizar la investigación en su finca, y apoyo incondicional de mano de obra.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron a que este trabajo fuera posible.

Gracias.

RESUMEN

El tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) es una aráceas comestible y pertenece al grupo de las raíces y tubérculos tropicales. Históricamente estos cultivos han sido fuente de alimentación de nuestros campesinos e indígenas, además de ser productos que se han incentivado como cultivos alternativos no tradicionales para la exportación. Este cultivo se propaga vegetativamente, por medio de cormos o cormelos. El objetivo del trabajo es valorar el efecto del peso del material de siembra, la distancia de siembra entre planta y la interacción de estas dos variables en el crecimiento y la producción. No se observó efecto bien significativo del peso del material de siembra, ni de la distancia de siembra sobre el crecimiento. Pero si hubo efecto significativo del peso del material de siembra y de la distancia de siembra sobre la producción. El tratamiento que presentó los mayores resultados de producción fue el tratamiento 7 (150 g vs 0,4m), con un rendimiento de 7.384.55 kg/ha. El tratamiento que presentó los menores resultados de producción fue el tratamiento 2 (50 g vs 0,6m), con un rendimiento de 1.547 kg/ha. Los resultados obtenidos en esta investigación estuvieron afectados por la escasa precipitación en la parcela.

Palabras claves: *Xanthosoma*, distancia de siembra, peso de la semilla, crecimiento y producción.

ABSTRACT

The cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) is an aracea edible and belongs to a group of tropical roots and tubers. Historically, these crops have been a food source for our farmers and indigenous people and also they have been encouraged as alternative non-traditional crops for export. This crop is vegetatively propagated through corms or cormels. The objective of this work was to evaluate the effect of the planting weight materials, planting distance between plants and the interaction of these two variables on growth and production. There was no significant effect of the planting material weight, or planting distance on growth. But there was a significant effect of the planting material weight and planting distance on production. The treatment with the highest yield was number 7 (150 g vs. 0.4 m), while the treatment with the lowest yield was number 2 (50 g vs. 0.6 m), with a yield of 1.547 kg/ha. This work was influenced by water stress.

Keywords: Xanthosoma, planting distance, weight of the seed, growth and production.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT	vii
TABLA DE CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE ANEXOS	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo General.....	2
1.2. Objetivos Específicos	2
2. REVISIÓN LITERATURA.....	3
2.1. Descripción Taxonómica.....	3
2.2. Factores edafoclimáticos	3
2.3. Análisis Proximal	4
2.4. Usos en Alimentación y Nutrición.....	4
2.5. Distribución Geográfica.....	5
2.6. Descripción de la Planta	5
2.7. Propagación.....	6
2.8. Siembra	7
2.9. Control de Malezas	9
2.10. Fertilización	9
2.11. Plagas y Enfermedades.....	9
2.12. Cosecha	11
2.13. Clasificación y Designación.....	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. Ubicación del Experimento	14
3.1.1. Datos Edáficos	14
3.1.2. Datos climáticos.....	15
3.2. Periodo de Experimentación	15
3.3. Diseño y Tratamientos Experimentales	15
3.3.1. Unidad experimental (área experimental, parcela útil, unidad experimental)	17
3.4. Variables evaluadas y recolección de Datos	17
3.4.1. Variables de crecimiento	17
3.4.2. Variables de producción	18
3.4.3. Variables de plagas y enfermedades	19

3.5. Labores culturales en el área experimental	19
3.5.1. Muestreos.....	19
3.5.2. Labores de Campo	19
3.6. Análisis de la Información.....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1. Crecimiento y Desarrollo	21
4.1.1. Curva de crecimiento.....	23
4.1.2. Efecto peso del material de siembra sobre el crecimiento	26
4.1.3. Efecto de la distancia entre planta sobre el crecimiento	28
4.1.3. Efecto de la distancia entre planta sobre el crecimiento	28
4.2. Producción.....	30
4.2.1. Efecto peso de la semilla sobre la producción de cormos y cormelos ..	32
4.2.2. Efecto de la distancia entre planta sobre la producción de cormos y cormelos	34
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
5.1. Conclusiones	35
5.2. Recomendaciones.....	36
6. LITERATURA CITADA	37
7. ANEXOS	40

LISTA DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Planta de tiquisque (Adaptado de Montaldo, 1977).	6
2	Adulto de <i>Hoplocopturus leptopus</i> "picudo del tiquisque". Parcela experimental. Pocosal, San Carlos (Fuente: Zúñiga V. 2006).....	10
3	Daño causado por el Adulto <i>Hoplocopturus leptopus</i> "picudo del tiquisque". Parcela experimental. Pocosal, San Carlos (Fuente Zúñiga V. 2006).....	10
4	Material de siembra de tiquisque blanco. Parcela Experimental. Pocosal, San Carlos (Fuente: Zúñiga V. 2006).	16
5	Brotación de tiquisque a los 30 dds. Parcela Experimental. Pocosal, San Carlos (Fuente Zúñiga V. 2006).....	21
6	Brotación a los 60 dds según los diferentes tratamientos experimentales. Parcela Experimental. Pocosal, San Carlos. 2006-2007.....	22
7	Análisis comparativo del crecimiento de plantas de tiquisque provenientes de 12 tratamientos. Altura de la planta (A), Formación de hojas (B) y Área foliar (C). Pocosal de San Carlos. 2006-2007.....	24
8	Efecto del peso del material de siembra semilla sobre la producción de hojas de tiquisque en Pocosal de San Carlos. 2006-2007.....	26
9	Efecto del peso de la semilla sobre el área foliar de plantas de tiquisque en Pocosal de San Carlos. 2006-2007.	27
10	Efecto de la distancia entre planta sobre la producción de hojas de tiquisque en Pocosal de San Carlos. 2006-2007. ..	28
11	Efecto de la distancia entre planta (m) sobre el área foliar de plantas de tiquisque. Pocosal, San Carlos. 2006-2007.	29
12	Diámetro, largo y peso del corno de plantas de tiquisque provenientes de diferentes tratamientos de peso de semilla y distancia de siembra. Pocosal, San Carlos. 2006-2007.	30
13	Efecto peso de la semilla sobre la producción de cormos y cormelos. Pocosal, San Carlos. 2006-2007.	33
14	Efecto de la densidad de siembra sobre la producción en 12 tratamientos en Pocosal, San Carlos. 2006-2007.	34

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Análisis proximal de los principales cultivos alimenticios (como porcentaje de la materia seca) Fuente Devendra, 1979.....	4
2	Variación de la densidad de acuerdo a la distancia entre surcos y entre plantas de tiquisque blanco (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>). (Adaptado de Matthey 1991). ...	8
3	Especificación de los daños en tiquisque (<i>Xanthosoma sagittifolium</i> .)	13
4	Análisis químico del suelo a una profundidad de 0-30cm, donde se estableció el ensayo. Corazón de Jesús, Pocosol, San Carlos. Agosto 2006. Fuente CAFESA. ...	14
5	Historial de precipitación (mm), entre Agosto y Mayo desde el año 2000 hasta el 2007. Estación Meteorológica, Ingenio Quebrada Azul. ...	15
6	Tratamientos utilizados en el diseño, para la evaluación de crecimiento y producción de acuerdo a densidades de siembra y pesos de semilla en tiquisque blanco (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>). ...	16
7	Distribución aleatoria de los tratamientos para la evaluación de crecimiento y producción de acuerdo a densidades de siembra y pesos de semilla en (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>) ...	17
8	Producción total y clasificación de los cormelos por planta de tiquisque. ...	31

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Análisis del efecto del peso del material de siembra sobre la altura, número de hojas, número de hijos y área foliar, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.....	40
2	Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre la altura, número de hojas y área foliar, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.....	41
3	Análisis del efecto del peso de material de siembra sobre peso y largo de cabeza, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.....	42
4	Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre peso y largo de la cabeza y número de cormelos, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.....	43
5	Gráfica representativa de la significancia entre tratamientos...	44
6	Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre la producción total de cormelos, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.....	44
7	Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre la producción total de cormelos, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.....	45

1. INTRODUCCIÓN

El tiquisque es una aráceo comestible y pertenece al grupo de las raíces y tubérculos tropicales. Históricamente estos cultivos tropicales han sido fuente de alimentación de nuestros campesinos e indígenas, además de ser productos que se han incentivado como cultivos alternativos no tradicionales para la exportación. Las exportaciones de estos cultivos se encuentran alrededor de los US \$63 millones, de los cuales US \$8.3 millones corresponden a la producción del tiquisque (PROCOMER 2006).

Las cifras anteriores muestran que las raíces y tubérculos ocupan un lugar de gran importancia en las exportaciones de productos no tradicionales y se han convertido en una alternativa rentable para los agricultores del trópico húmedo, además de ser productos que representan una importante fuente energética en la alimentación diaria de nuestra población. Tal incremento responde a las políticas de diversificación agrícola, al estímulo que recibe la agricultura de cultivos no tradicionales y a la creciente demanda de los consumidores de los países desarrollados, principalmente Estados Unidos y Europa.

En los últimos años, la siembra de tiquisque ha presentado una tendencia hacia el descenso, a pesar de existir una constante demanda internacional por este producto. Algunos factores que pueden ayudar a explicar este descenso en el área sembrada son: la presencia de plagas y enfermedades, problemas con la calidad de la semilla y así como prácticas agronómicas inadecuadas, como lo es las densidades de siembra y los pesos de semilla utilizados en las plantaciones comerciales.

Por lo tanto, esta investigación busca determinar los efectos de uso de diferentes densidades y pesos de la semilla, sobre el desarrollo y la producción de tiquisque.

1.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto del peso de la semilla y la distancia de siembra entre plantas sobre el crecimiento y la producción de cormelos de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*).

1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del peso de la semilla sobre el crecimiento del tiquisque: altura, número de hojas, área foliar.
- Determinar el efecto del peso de la semilla sobre la producción total (número y peso) de cormelos y sobre su categorización de acuerdo a las normas de calidad establecidas para este cultivo.
- Determinar el efecto de la distancia de siembra entre plantas por hectárea sobre el crecimiento del tiquisque: altura, número de hojas, área foliar y producción de hijos.
- Determinar el efecto de la distancia de siembra entre plantas por hectárea sobre la producción total (número y peso) de cormelos y sobre su clasificación por calidad.
- Determinar el tratamiento (peso de semilla y distancia de siembra) que presente el mejor rendimiento de cormelos exportables.

2. REVISIÓN LITERATURA

2.1. Descripción Taxonómica

Nombre Botánico: *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott.

Familia: Aráceas.

Nombres Comunes:

 **Castellano:** Yautía

Malanga	Antillas
Macal	México, Yucatán
Quiscamote	Honduras
Tiquisque	Costa Rica
Otóe	Panamá
Okumo	Venezuela
Uncucha	Perú
Gualuza	Bolivia
Malangay	Colombia

 **Português:** Taioba,

Mangareto, mangarito, mangarás

Brasil

 **Francés:** chou

Caribe Antillas

 **Inglés:** cocoyam

 **Otros idiomas:**

Queiquexque

México

Tannia, taniera

Antillas

2.2. Factores edafoclimáticos

El tiquisque se adapta desde cero hasta 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), con temperatura entre 25 y 30 °C, con precipitaciones bien distribuidas durante todo el año entre 1.500 y 2.000 mm anuales, con suelos bien drenados, preferiblemente con textura franca, ricos en materia orgánica, planos para facilitar

la mecanización (INFOAGRO 2007). De acuerdo a estudios realizados por Chandler, *et al* 1982 considera que el pH de 5,2 fue el que obtuvo los mayores rendimientos en el estudio realizado. Además Montaldo (1991) anota que el pH óptimo se encuentra entre los 5,5 y los 6,5. Además de que el cultivo del tiquisque soporta cierto grado de salinidad en los suelos y que requiere de un buen drenaje.

2.3. Análisis Proximal

El Cuadro 1 muestra el análisis proximal de distintos tubérculos como la papa, yuca, camote, ñame y taro en comparación con el tiquisque blanco, en el cual se observa las cantidades de materia seca en porcentaje (MS%), proteína cruda (PC%), fibra cruda (FC%), extracto etéreo (EE%), cenizas (C%), extracto libre de nitrógeno (ELN%) y la energía bruta (EB%) (Montaldo 1991).

Cuadro 1. Análisis proximal de los principales cultivos alimenticios (como porcentaje de la materia seca).

Cultivo	M.S%	P.C%	F.C%	E.E%	Cenizas%	E.L.N%	Energía bruta%
Papa	22	9,90	2,50	0,50	1,20	85,90	2,36
Yuca	38,50	2,90	9,20	0,90	1,30	83,80	4,17
Camote	26,80	6,50	3	1	5	84,50	4,33
Ñames	24	14,20	3,80	0,40	5,80	75,80	3,67
Taro	36,60	3,80	1,90	0,30	3,30	90,70	3,53
Tiquisque	32	6,60	2,20	0,60	3,40	87,20	3,40

Fuente: Devendra, 1979.

2.4. Usos en Alimentación y Nutrición

Según la FAO (2006), el tiquisque blanco es una fuente de calorías provenientes principalmente de los carbohidratos. Se consume cocido en agua como se hace con otros tubérculos, también pueden ser consumido horneados o fritas en aceite. Se puede obtener un 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 y una de ellas, el belembé, se cultiva exclusivamente por sus hojas (León 1987).

2.5. Distribución Geográfica

Según León (1987), el cultivo de este género es muy antiguo. *Xanthosoma sagittifolium* es originaria de América tropical, fue dispersándose posteriormente al sureste de Asia, las islas del Pacífico y África donde fue introducido en el siglo XIX.

Las plantas crecen bien en altitudes bajas o medianas (950 msnm) de relativa alta humedad. Los suelos húmedos son adecuados para estos cultivos y crecen mejor con una precipitación pluvial de 140 a 200 mm. Las plantas están bastante bien distribuidas en América tropical y en los trópicos húmedos (Montaldo 1977).

2.6. Descripción de la Planta

El género *Xanthosoma* es un miembro de la familia de las Aráceas a la que pertenecen varias plantas cultivadas y utilizadas para la alimentación en regiones tropicales.

Existen entre 30 a 40 especies de (*Xanthosoma* spp.) que crecen dispersas en el trópico, de las cuales cinco a seis 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. Las flores masculinas están separadas de las femeninas por órganos neutros y tienen anteras entrelazadas que se abren en la cúspide. Los ovarios tienen estilos cortos, coronados, con muchos óvulos (Montaldo 1977).

La raíz es un rizoma tuberoso o cormo, rodeado de tubérculos o cormelos de menor tamaño, los cuales constituyen la parte comestible. La capacidad de producción es de 30 a 60 toneladas por hectárea. Los tubérculos son duros, con corteza oscura y pulpa blanca (Montaldo 1977) (Figura 1).

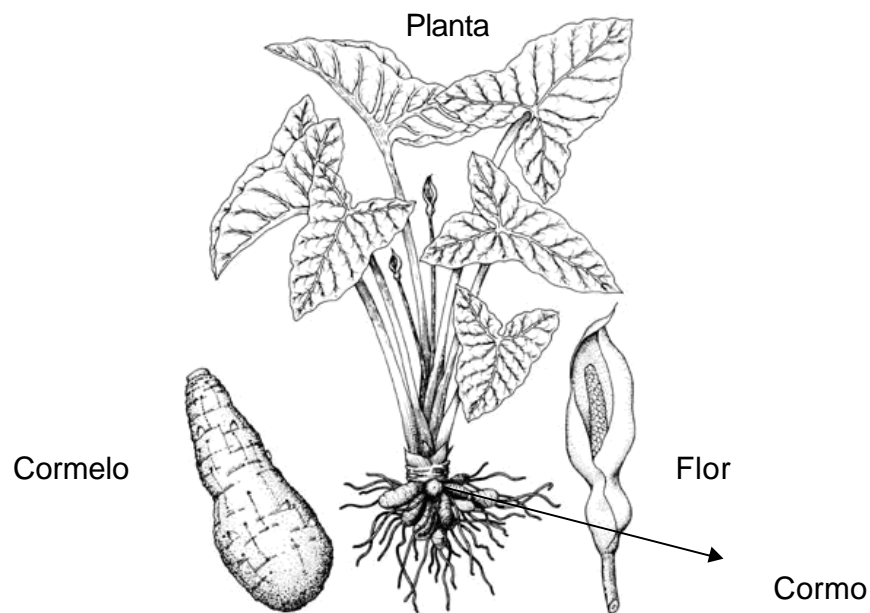


Figura 1. Planta de tiquisque (Adaptado de Montaldo 1977).

2.7. Propagación

El tiquisque se propaga vegetativamente. Algunos de los materiales de siembra o semilla son: secciones del cormo o cabeza, cormo entero y cormelos, los cuales pueden ser pequeños (<50 g), medianos (50 a 100 g) o grandes (>100 g) (Alvarado 1993, Montaldo 1991, Torres 1993). El material de siembra más usado es secciones del cormo central, de 100-150 g, con tres o cuatro yemas. Sin embargo, los rendimientos son mayores en secciones de cormo que con cormelos (Alvarado 1993, Montaldo 1991). Esto se debe a una brotación más rápida y a un crecimiento más acelerado de la planta (Onwuene, 1978). A pesar de lo anterior, estudios realizados por el Laboratorio de Biotecnología de Plantas del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica (CIA-UCR) en 1992, encontró que los mayores rendimientos se obtenían con la utilización de

cormelos, como material de siembra, y no se observó diferencias en las variables de crecimiento, excepto en la brotación, la cual fue más lenta entre las plantas provenientes del cormelos en comparación con las provenientes de cormo (UCR 1992).

El peso del material de siembra o semilla es otra variable importante en el manejo de este cultivo. La literatura reporta que el peso de la semilla afecta directamente el rendimiento, entre más peso tenga la semilla mayor rendimiento. (Biamonte *et al.*, 1984, O'Hair y Asokan, 1986, Onwuene, 1978 y Soto y Arce, 1986). Sin embargo, en investigaciones realizadas por el Laboratorio de Biotecnología de Plantas del CIA-UCR encontró que los mayores rendimientos se observaban cuando se trabajaba con cormelos menores de 30 g (UCR 1992).

En Costa Rica se ha desarrollado un sistema para suministrar a los agricultores "semilla" originada de cultivos de ápices o cultivo *in vitro*, libres de plagas y enfermedades. Con este material no sólo se cuadruplica el rendimiento, sino que la porción exportable de la cosecha se incrementa de 40 a 80%, lo que compensa ampliamente el costo de la siembra. La eliminación del virus de la malanga es hasta ahora la operación más remunerativa en el cultivo de *Xanthosoma sagittifolium*. De estas plantas se obtiene la "semilla" tradicional: secciones de cormos o cormelos enteros, que se venden a los agricultores como material de siembra libre de virus (Gómez y Valverde 1991).

2.8. Siembra

Antes de realizar la siembra, se debe preparar el terreno. Lo que se recomienda es arar, rastrear y posteriormente construir los camellones o lomillos. La siembra se hace en camellones cuando la cosecha es semimecanizada. Las porciones del cormo se colocan de 6-7 cm. de profundidad, pues más cerca de la superficie producen numerosos brotes laterales, que disminuyen el rendimiento (Mattey 1991).

Rodríguez (1988), citado por Alvarado (1993) menciona que el mejor espaciamiento para la siembra del tiquisque depende de la variedad y del tipo del suelo; además recomienda distancias de siembra para Costa Rica, específicamente en la zona Atlántica de 1,0 * 0,5 m y 1,0 * 1,5 m. Algunas recomendaciones de distancia de siembra se observan en el Cuadro 2 (Mattey 1991).

Cuadro 2. Variación de la densidad de acuerdo a la distancia entre surcos y entre plantas de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*). (Adaptado de Mattey 1991).

DISTANCIAS (m.)		DENSIDAD
SURCO	PLANTAS	Nº. de plantas/ha
1.75	0.6	9.760
1.75	0.50	11.764
1.40	0.60	11.800
1.40	0.50	14.280
1.20	0.60	13.778
1.20	0.50	16.666

Sivan (1973), citado por García *et al.* (1991), citado por Alvarado (1993), plantea que en Fidji se recomienda una distancia de siembra de 0,60 * 0,60 m., mientras que García y Rodríguez (1988), citado por Alvarado (1993), menciona que los mayores rendimientos los obtuvieron con una distancia de siembra de 0.9*0.40 m

Alvarado (1993), cita a García *et al.* (1991), en la cual mencionan que para determinar la mejor distancia de siembra se debe considerar, la cantidad de material de siembra a emplear, el número de prácticas culturales a realizar y la fuerza de trabajo disponible.

El empleo de alta densidad se adapta en áreas donde hay exceso de mano de obra y escasez de terreno. Las densidades medias y bajas se adaptan a áreas grandes donde se utiliza tractor para aporcar. Se hace necesario el estudio del efecto de la distancia sobre el rendimiento y la calidad de los cormos y cormelos (Mattey 1991).

2.9. Control de Malezas

El periodo crítico para el control de las malezas en el tiquisque es de tres meses. La preparación del terreno para la siembra (arada y rastrillado), ayudan considerablemente al control de las malas hierbas, que se refuerza con la aplicación de herbicidas de preemergencia. Como las plantas necesitan varios aporques, éstos contribuyen a mantener el terreno limpio (Mattey 1991).

2.10. Fertilización

Mattey (1991), citado por Alvarado (1993) plantea que el uso de abonos químicos y orgánicos está generalizado tanto en las siembras pequeñas como en las comerciales. En estas últimas se hacen varias aplicaciones de fertilizantes; por ejemplo, las recomendaciones en Costa Rica son de 100 kg./ha de 10-30-10, en el momento de sembrar y 150 kg./ha de 10-30-10, doce semanas después de la siembra.

2.11. Plagas y Enfermedades

El problema más serio en el cultivo del tiquisque es el “mal seco”, el cual es un complejo producido por hongos (*Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. y *Fusarium* spp.) y bacterias (*Erwinia carotovora* y *Pseudomonas* spp.) que ataca a las plantas jóvenes. Esta enfermedad se caracteriza por presentar la siguiente sintomatología: una marchitez del follaje y la destrucción casi completa de las raíces, lo que ocasiona la muerte de la planta en la mayoría de los casos; pero en otros, la planta permanece enana y periódicamente brotan una o dos hojas que no alcanzan un desarrollo normal. El control de la enfermedad es difícil y se requiere una investigación completa del problema. Por el momento se recomienda realizar prácticas preventivas, como por ejemplo (Gómez 1993):

- ✚ Drenar el terreno,
- ✚ Plantar en camellones,
- ✚ Practicar la rotación de cultivos y
- ✚ Utilizar semilla sana.

Según King y Saunders 1984 el cultivo del tiquisque también se ve afectado por el *Hoplocopturus leptopus* “picudo del tiquisque”. Este presenta el siguiente ciclo:

- **Larva:** Blancuzca, ápoda; que mina los pecíolos y las partes que no se han expandido de las hojas, dejando galerías café.
- **Pupa:** Blanca cremosa, en un capullo café al final de la galería de alimentación.
- **Adulto:** 4 mm. de largo, romboidal, con patas largas, el cuerpo cubierto de pelos cortos café o verdeolivo, el rostro largo; vuela fácilmente. (Figura 2)



Figura 2. Adulto de *Hoplocopturus leptopus* “picudo del tiquisque”. Parcela experimental. Pocosol, San Carlos (Fuente: Zúñiga V. 2006).

Daño:

Las larvas minan los pecíolos y las yemas, causan malformación de las hojas nuevas, marchitez, senescencia prematura y pudrición del bulbo en ataque severo. Situación de la plaga: de menor importancia a menos que las plantas estén bajo estrés o haya ataque severo (Figura 3).



Figura 3. Daño causado por el Adulto de *Hoplocopturus leptopus* “picudo del tiquisque”. Parcela experimental. Pocosol, San Carlos (Fuente: Zúñiga V. 2006).

Control:

En el caso de que hubiera una irrupción o si la plaga esta presente cuando las plantas están recién establecidas o bajo condiciones de estrés por sequía, se pueden aplicar productos de los grupos D ó C (acción translaminar y penetrante), los cuales son productos con ingredientes activos como Acefato, Carbaril, Paration y Pirimifos-metil (King y Saunders 1984).

2.12. Cosecha

La cosecha se hace 10-12 meses después de la siembra, cuando el follaje se torna amarillo y se comienza a secar. La recolección se hace a mano o en forma semimecanizada; en este último caso se añade al tractor una plancha de hierro de la anchura de éste, con un pico central que se entierra en la hilera de las plantas, las remueve y deja sueltos el corno central y los cormelos, que se recogen a mano. Por último, el producto comercial se lava, se seca, se desinfecta cuidadosamente, y se coloca en cajas en cámaras refrigeradas, esto según Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA 1989).

2.13. Clasificación y Designación

Según el Consejo Nacional de la Producción (CNP 2006), los tiquisques se clasifican en tres categorías de calidad, según se definen a continuación:

1. Extra

Los tiquisques de esta categoría deberán ser de calidad superior y característicos del tipo. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y a su presentación en el envase.

2. Primera y Segunda** Primera**

En esta categoría los tiquisques deberán ser de buena calidad y característicos del tipo.

Podrán permitirse sin embargo, los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y su presentación en el envase:

- ✚ Defectos leves de forma
- ✚ Cicatrización: siempre que no supere el 25% de la superficie del producto.
- ✚ Áreas raspadas: siempre que no supere el 20% de la superficie del producto.

Los defectos no deberán afectar en ningún caso la pulpa del tiquisque.

✚ Segunda

Esta categoría comprende los tiquisques que no pueden clasificarse en las categorías superiores. Podrán permitirse los siguientes defectos, siempre y cuando el producto mantenga sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y su presentación en el envase:

- ✚ Defectos de forma
- ✚ Cicatrización: siempre que no supere el 25% de la superficie del producto.
- ✚ Áreas raspadas: siempre que no supere el 30% de la superficie del producto.

Los defectos no deberán afectar en ningún caso la pulpa del producto.

3. Desecho

Esta categoría comprende todos aquellos cormelos que sus daños excedan los parámetros establecido en las anteriores categorías, o en el caso que se vea afectada la pulpa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Especificación de los daños en tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*).

Daños severos	Severidad máxima permisible por unidad
a) Pudrición	Nada
b) Hongo/Moho	Nada
c) Daño reciente insecto/roedor	
En la cáscara	No más 10% del área.
En la pulpa	Nada.
d) Daños mecánicos	Heridas o golpes menores de 2 cm de diámetro y 2 mm profundidad
e) Cortado	Que no afecte la apariencia y forma puede ser quebrado pero sano
Defectos leves	
a) Suciedad	Trazas, que no distraiga la apariencia del producto.
b) Presencia de insectos vivos	Nada
c) Brotado	Que no afecte la apariencia
d) Bifurcado	Nada

Fuente: CNP 2006.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del Experimento

El establecimiento de las parcelas se realizó en una finca ubicada en la comunidad de Corazón de Jesús, que pertenece al distrito de Pocosal en el Cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela, bajo condiciones promedio de temperatura de 25,2°C, precipitación anual de 3.300 mm, con humedad relativa entre 84,5% y 95,6% y una altura de 200 msnm.

3.1.1. Datos Edáficos

El Cuadro 4 muestra los resultados del análisis químico del suelo del sitio de estudio.

Cuadro 4. Análisis químico del suelo, donde se estableció el ensayo. Corazón de Jesús, Pocosal, San Carlos. Agosto 2006.

Profundidad (0-30 cm)			
	Variable	Valor	Clasificación
	pH H ₂ O	4,6	Muy ácido
	Ca	2,91	Deficiente
	Mg	1,3	Medio-Bajo
Cmol(+)/L	K	0,24	Bajo
	Acidez	0,58	Media
	CICE	5,03	Bajo
	P	5	Deficiente
	Fe	89	Medio
mg/L	Cu	4	Medio
	Zn	1,4	Deficiente
	Mn	100	Alto

METODOLOGÍA: KCL 1N: Ca, Mg, Acidez Extraíble. Olsen Modificado: K, P, Fe, Cu, Zn, Mn.

Fuente: Laboratorio de Suelos y Foliare. CAFESA.

3.1.2. Datos climáticos

El cuadro 5 muestra el comportamiento de la precipitación en la zona de estudio.

Cuadro 5. Historial de precipitación (mm), entre Agosto y Mayo desde el año 2000 hasta el 2007. Estación Meteorológica, Ingenio Quebrada Azul.

Meses	2000	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007
Agosto	238,90	356,91	676,20	295,40	385,08	268,30	277,90
Septiembre	211,70	267,80	308,20	404,55	318,40	307,00	275,15
Octubre	427,70	462,90	401,20	452,60	356,20	224,20	127,20
Noviembre	301,80	563,27	511,90	419,45	365,45	377,20	226,10
Diciembre	176,55	549,70	70,70	496,80	440,70	152,60	238,10
Enero	307,20	297,96	327,10	123,10	381,23	281,70	55,80
Febrero	60,00	94,56	30,10	116,30	113,60	192,90	154,00
Marzo	24,10	39,00	14,00	160,60	49,40	70,80	96,80
Abril	75,10	18,10	130,40	198,40	59,30	39,90	175,70
Mayo	137,60	285,70	367,20	654,00	184,60	218,50	255,60
Acumulado	1960,65	2935,90	2837,00	3321,20	2653,96	2133,10	1882,35

3.2. Periodo de Experimentación

El periodo de experimentación fue de 9 meses, los cuales constaron desde el 23 de Agosto del 2006 hasta el 20 de Mayo del 2007.

3.3. Diseño y Tratamientos Experimentales

Para evaluar las variables de desarrollo y producción se utilizaron 12 tratamientos, que resultaron de la combinación del peso de la semilla (Figura 4) y la distancia de siembra (Cuadro 6). Distribuido en un diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones (Cuadro 7). Con un arreglo factorial 4*3.



Figura 4. Material de siembra de tiquisque blanco. Parcela Experimental. Pocosol, San Carlos (Fuente: Zúñiga V. 2006).

Cuadro 6. Tratamientos utilizados en el diseño, para la evaluación de crecimiento y producción de acuerdo a distancias de siembra y pesos de semilla en tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*).Pocosol San Carlos, 2006.

Tratamientos	Peso de Semilla(gramos)		Distancia de Siembra(metros)
1	50 (cormelo)		1,4 * 0,40
2	50 (cormelo)		1,4 * 0,60
3	50 (cormelo)		1,4 * 0,75
4	100 (cormelo)		1,4 * 0,40
5	100 (cormelo)		1,4 * 0,60
6	100 (cormelo)	vs	1,4 * 0,75
7	150 (cormelo)		1,4 * 0,40
8	150 (cormelo)		1,4 * 0,60
9	150 (cormelo)		1,4 * 0,75
10	150 (cabeza)		1,4 * 0,40
11	150 (cabeza)		1,4 * 0,60
12	150 (cabeza)		1,4 * 0,75

Cuadro 7. Distribución aleatoria de los tratamientos para la evaluación de crecimiento y producción de acuerdo a densidades de siembra y pesos de semilla en (*Xanthosoma sagittifolium*) Pocosol San Carlos, 2006.

Bloques	Distribución de Tratamientos											
B 1	1	2	9	3	8	7	5	10	4	12	6	11
B 2	3	4	10	5	6	1	2	11	8	12	9	7
B 3	5	6	11	7	4	3	9	12	2	8	10	1
B 4	7	8	12	9	2	1	10	4	11	3	6	5

3.3.1. Unidad experimental (área experimental, parcela útil, unidad experimental)

La parcela experimental o unidad experimental estaba formada por 25 plantas cada una y la parcela útil por las nueve plantas centrales. La unidad experimental fueron las plantas y sus cormelos producidos. El área de experimentación fue aproximadamente 980 metros cuadrados (m²). La semilla fue obtenida directamente de un área de producción comercial en la Zona Norte, Florencia, Platanar; de seguido se le realizó un curado a la semilla con Vitavax 40 WP (Carboxim, captan), con una dosis de 2 mg/l de agua.

3.4. Variables evaluadas y recolección de Datos

3.4.1. Variables de crecimiento

3.4.1.1. Altura de la planta

Para evaluar la altura de la planta, se midió desde la base de la planta hasta la inserción del pseudotallo con la lámina foliar de la segunda hoja formada. Esta evaluación se realizó mensualmente.

3.4.1.2. Número de hojas

La determinación del número de hojas se realizó con un conteo de las hojas, mensualmente.

3.4.1.3. Área foliar

La determinación del área foliar, se obtuvo mediante la medición de la longitud de la nervadura central y el lóbulo derecho, de la segunda hoja. Estos datos se aplicaron a la fórmula propuesta por Soto y Moreno (1983):

$$A = 204,74 * X * 0,65844$$

A = área foliar

$$X = LNC * (LL)^2 / 1000$$

LNC = longitud de la nervadura central

LL = longitud del lóbulo derecho

3.4.1.4. Número de hijos

Esta evaluación se realizó mensualmente, mediante el conteo en cada una de las plantas del área útil.

3.4.2. Variables de producción

3.4.2.1. Rendimiento total

Se obtuvo por medio del peso de los cormelos por planta del área útil, expresado en kg/ha.

3.4.2.2. Rendimiento de primera

Se obtuvo por medio del peso de los cormelos, por planta del área útil mayores a 200g, expresado en kg. Sin daños físicos ni enfermedades.

3.4.2.3. Rendimiento de segunda

Se obtuvo por medio del peso de los cormelos, por planta del área útil mayores a 100g y menores a 200g, expresado en kg.

3.4.2.4. Rendimiento de tercera

Se obtuvo por medio del peso de los cormelos, por planta del área útil menores a 100g, expresado en kg.

3.4.2.5. Peso de la cabeza

Se obtuvo por medio del peso de los cormos por planta del área útil, expresado en kg/ha.

Las variables de producción se evaluaron con base en los criterios establecidos por el Consejo Nacional Producción (2006) (Ver página 13).

3.4.3. Variables de plagas y enfermedades

3.4.3.1. Mal seco

3.4.3.2. Barrenador

La observación de las variables en cuanto a plagas y enfermedades se determinaron de acuerdo a los síntomas observados en las visitas mensuales.

3.5. Labores culturales en el área experimental

3.5.1. Muestreos

Durante los diez meses se realizaron muestreos con intervalos de tiempo mensuales, tomando como muestra nueve plantas, las cuales estuvieron en competencia perfecta, estaban rodeadas de 16 plantas equidistantes. Sobre estas nueve plantas se tomaron datos de las variables a evaluar.

3.5.2. Labores de Campo

La preparación del terreno consistió de arada, rastreada y alomillada. Se dio un curado a la semilla con Vitavax, con una dosis de 2 mg/l de agua adecuadamente. Se espequeó y se sembró, colocando la semilla con la parte cubierta por peridermis en contacto con la superficie del suelo, con lo que se busco mejorar su brotación. Luego la semilla se cubrió con tierra. La fertilización se realizó de acuerdo al lo recomendado por la literatura .

3.6. Análisis de la Información

La información fue analizada usando el paquete estadístico SAS y se utilizó método de Tukey-Kramer para la separación de medias.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Crecimiento y Desarrollo

La brotación es uno de los primeros indicios visuales de crecimiento y desarrollo de una planta. Esta se inicia una vez que el material de siembra tiene las condiciones de humedad, para iniciar el crecimiento de las yemas.

Los diferentes tratamientos presentaron problemas de brotación a los 30 días después de la siembra (dds). Esta fue muy desuniforme y las plantas presentaron un lento crecimiento (Figura 5). A los 60 dds se realizó la evaluación de la brotación. El porcentaje de brotación estuvo entre el 80,74% y el 97,04%, siendo el tratamiento 8 (cormelos de 150 g y 0.6 m entre planta), el que presentó el mayor porcentaje, mientras que el tratamiento 11 (secciones de 150g de corno y 0,6m entre planta), fue el que presentó el menor valor.



Figura 5. Brotación de tiquisque a los 30 dds. Parcela Experimental. Pocosol, San Carlos. (Fuente: Zúñiga V. 2006).

Estos resultados pudieron haber sido afectados por varios factores, entre ellos la calidad de la semilla, almacenamiento, enfermedades y profundidad de siembra. La semilla presentó problemas de pudrición, principalmente en los cormelos. Esto se debió a que los cormelos fueron almacenados en sacos, lo cual facilitó la acumulación de calor y humedad, por lo que se favoreció el desarrollo de hongos y bacterias. Otro factor que pudo intervenir en este proceso fue la profundidad de siembra, la cual fue variable debido a que varias personas realizaron esta labor. Esto pudo provocar que la profundidad de siembra no fuera homogénea. Díaz (1998) menciona que la siembra debe efectuarse colocando el material de propagación (pedazos de cormo, hijuelos, cormelos o palmillo) aproximadamente de 10 a 15 cm de profundidad. En el caso de secciones o pedazos de cormo, estos deben colocarse con el corte hacia arriba. El palmillo, hijuelos o cormelos no seccionados, se colocan acostados. La profundidad y la posición de la semilla en el hueco podrían explicar, el bajo porcentaje de brotación de la sección de cormo y por último la humedad del suelo pudo también afectar la brotación de estas estructuras. En el periodo de siembra se observó que el suelo estaba demasiado seco, lo que pudo inhibir este proceso.

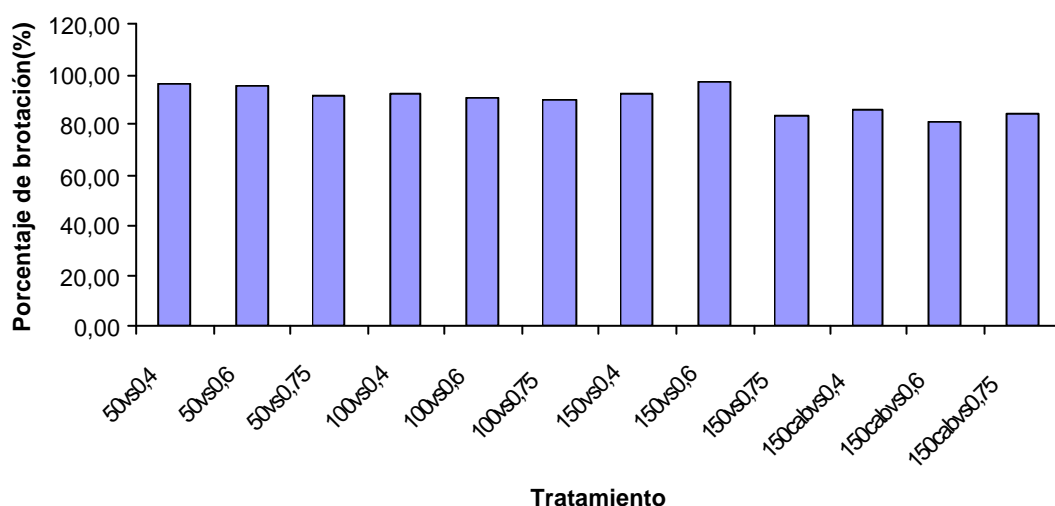


Figura 6 Brotación a los 60 dds según los diferentes tratamientos experimentales. Parcela Experimental. Pocosal, San Carlos. 2006-2007.

4.1.1. Curva de crecimiento

Los análisis de crecimiento son técnicas utilizadas para cuantificar el crecimiento de las plantas. Estas técnicas permiten caracterizar el patrón propio de crecimiento de un cultivo a través de su ciclo de vida, evaluar el efecto de los factores edafoclimáticos sobre el comportamiento de los cultivos y detectar diferencias entre materiales diferentes en condiciones ambientales similares (Bertsch 1980).

De acuerdo a los datos obtenidos en este experimento, las plantas muestran una altura, producción de hojas y área foliar similar para todos los tratamientos (Figura 7). De acuerdo a esta curva, las plantas tienden a incrementar su altura y área foliar de 60 a 90 días después de la siembra (dds), siendo este último punto donde alcanza su máximo valor y posteriormente tienden a descender. El tratamiento que presenta la mayor altura y área foliar a los 90 dds es el 7 (cormelos 150 con 0.4 m entre planta) con 55 cm y 161.12 cm², mientras que el tratamiento que presenta la menor altura (33.36 cm) es el 11 (secciones de cabeza con 0.6 m entre planta) y la menor área foliar (71.04 cm²), la presentaron plantas provenientes del tratamiento 10 (secciones de cabeza con 0.4 cm)

En el caso de la producción de las hojas, su máxima producción se da a los 120 dds, para luego descender. A este periodo, el tratamiento que presenta la mayor producción de hojas por planta fue el tratamiento 7, con 4.22 hojas, mientras que el tratamiento que presenta la menor producción (3.15 hojas/planta) es el tratamiento 10. La curva de crecimiento que muestran estas plantas puede dividirse en tres etapas (Figura 7). La primera va de 0 a 60 dds. En esta etapa no se evaluó las variables de crecimiento debido a la escasa brotación y al lento crecimiento de las plantas, por lo que se decidió realizar la primera evaluación a los 60 dds. La brotación desuniforme y el lento crecimiento de las plantas son característicos de esta etapa. Sin embargo, la literatura reporta que el tiquisque tiende a brotar 15 dds. La segunda etapa va de 60 a 120 dds y se caracteriza por un constante crecimiento vegetativo y termina cuando las plantas alcanzan su máximo desarrollo (120 dds). La tercera etapa se inicia después de los 120 dds y termina a la cosecha. Esta fase se caracteriza por un descenso en las variables de crecimiento y probablemente por una expansión y llenado de cormelos y corno. Este comportamiento de las plantas

de tiquisque fue muy similar al reportado por Torres *et al.* (2000), en el estudio sobre el comportamiento en el campo de siete genotipos de tiquisque.

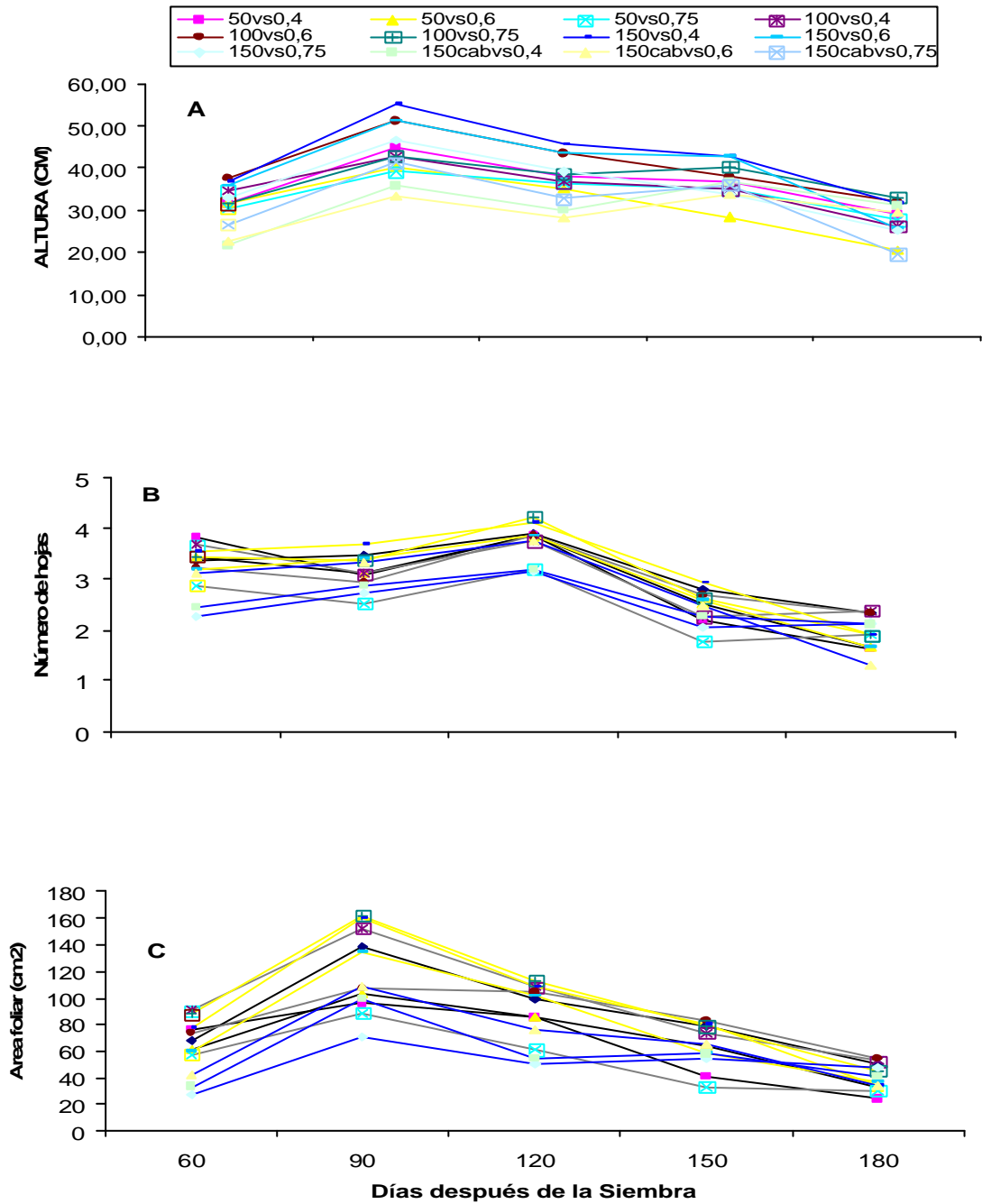


Figura 7. Análisis comparativo del crecimiento de plantas de tiquisque provenientes de 12 tratamientos. Altura de la planta (A), Formación de hojas (B) y Área foliar (C). Pocosal de San Carlos. 2006-2007.

Los datos obtenidos en este experimento son bajos, probablemente están influenciados por la precipitación y por ende la falta de humedad disponible para el desarrollo y crecimiento de la planta. De acuerdo a los datos recolectados en la estación meteorológica más cercana al experimento (15 km), durante esta investigación hubo una precipitación acumulada de 1882.35 mm (Cuadro 5). Al comparar este dato con información de los últimos tres años (2004-2006), se dio un descenso en la precipitación acumulada de 43.3%, 29.1% y 11.8% respectivamente.

El tiquisque es una planta que requiere entre 1.500 a 2.000 mm de precipitación por ciclo; sin embargo, lo importante no es la cantidad, sino la distribución de la precipitación durante el ciclo del cultivo (Biamonte *et al.*, 1984). Durante los primeros seis meses, las necesidades de agua son mayores debido a que la planta requiere crecer sus diferentes órganos (hojas, tallo, corno y raíces), dándose un constante proceso de división y elongación celular. Al presentarse una inadecuada disponibilidad de agua, la planta reduce su expansión celular (Salisbury y Ross, 1994, Taiz y Zeiger, 2002). Esto provoca la reducción del crecimiento de la planta, la cual se observa en una menor altura o producción de hojas y área foliar.

4.1.2. Efecto peso del material de siembra sobre el crecimiento

La Figura 8 muestra el efecto que tiene el peso del material de siembra sobre el número de hojas. La curva muestra una tendencia muy similar en los diferentes tratamientos utilizados en el experimento. El número de hojas se incrementó de los 60 a los 120 dds, donde alcanza su máximo valor, para luego descender. A los 120 dds, el tratamiento que presentó los mejores resultados fue el que contiene cormelos de 150 g, con 3,82 hojas en promedio y muy similar el tratamiento de cormelos de 100 g con un valor de 3,72 hojas promedio, mientras que el tratamiento con el menor valor fue cabeza de 150 g con 3,52 hojas promedio. De acuerdo al análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre los diferentes pesos del material de siembra.

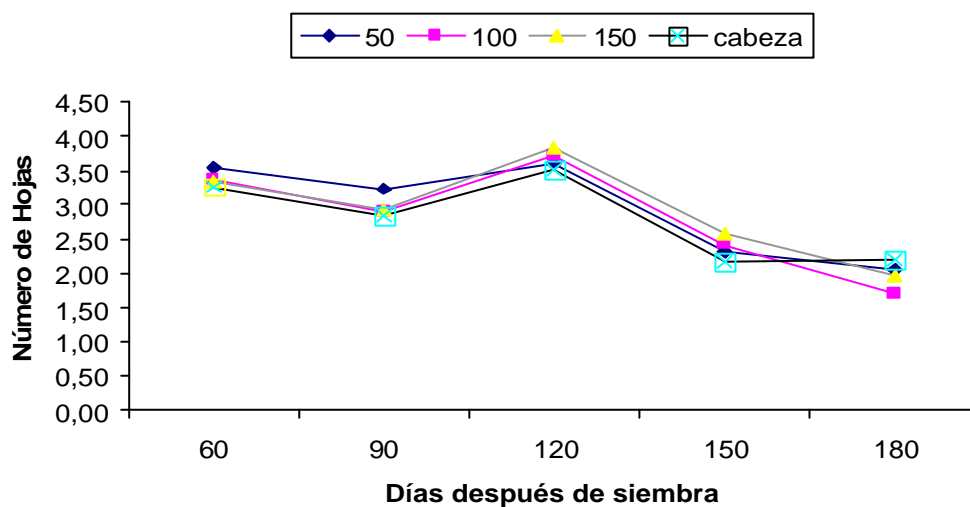


Figura 8 Efecto del peso del material de siembra semilla sobre la producción de hojas de tiquisque en Pocosol de San Carlos. 2006-2007.

En la Figura 9 se muestra el efecto del peso del material de siembra sobre el área foliar. La curva muestra una tendencia muy similar en los diferentes tratamientos utilizados en el experimento. El área foliar se incrementó de los 60 a los 90 dds, donde alcanzó su máximo valor, para luego descender. A los 90 dds, el tratamiento que presentó los mejores resultados fue cabeza con un área foliar 115,86 cm² y muy similares los tratamientos con cormelos de 50 g y 150 g, con valores de 112,62 cm² y 114,69 cm² respectivamente, mientras que el tratamiento que presentó el menor valor (95,88 cm²) fue el tratamiento sembrado con cormelos de 100 g. De acuerdo al análisis estadístico no hubo diferencia significativa entre los diferentes pesos de semilla y la variable área foliar.

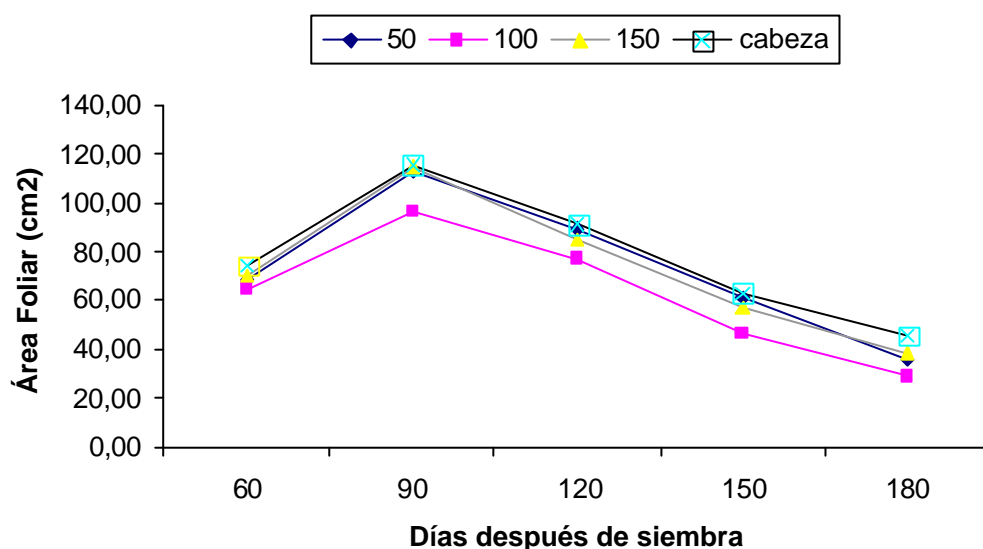


Figura 9. Efecto del peso de la semilla sobre el área foliar de plantas de tiquisque en Pocosol de San Carlos. 2006-2007.

De acuerdo a los datos obtenidos en este trabajo, el peso del material de siembra no influyó significativamente las variables de crecimiento evaluadas. Sin embargo, en condiciones normales de humedad, estos resultados podrían variar y ser similares a los reportados por la literatura (Bourke y Perry (1976) citados por la UCR, 1992). Estos investigadores reportan que si hay un efecto del peso de la semilla sobre el crecimiento, a mayor peso del material de siembra mayor crecimiento.

4.1.3. Efecto de la distancia entre planta sobre el crecimiento

En la Figura 10 se observa el efecto de la distancia de siembra entre planta sobre el número de hojas. La curva muestra una tendencia muy similar en los diferentes tratamientos utilizados en el experimento. El número de hojas se incrementó de los 60 a los 120 dds, donde alcanza su máximo valor, para luego descender. A los 120 dds, el tratamiento que presenta los mejores resultados es la distancia entre planta de 0,75 m, con un número de hojas promedio de 3,82, el cual fue muy similar el tratamiento de 0,6 m entre planta con un valor de 3,72 hojas promedio, mientras que el tratamiento con el menor valor fue la distancia entre planta de 0,4 m, con una producción de 3,61 hojas promedio. De acuerdo al análisis estadístico, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

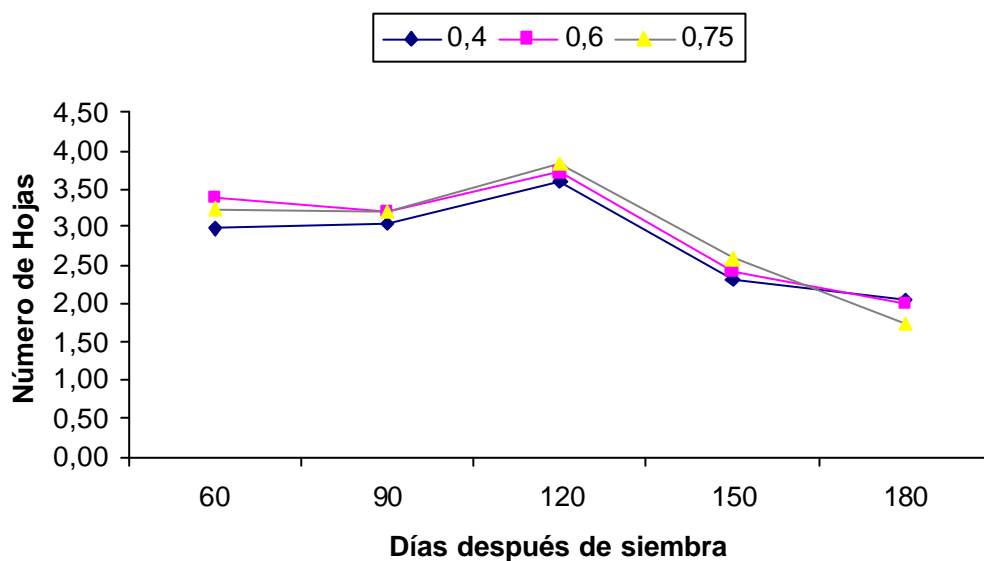


Figura 10. Efecto de la distancia entre planta sobre la producción de hojas de tiquisque en Pocosol de San Carlos. 2006-2007.

Se observa en la Figura 11, el efecto de la densidad de siembra sobre el área foliar. La curva muestra una tendencia muy similar en los diferentes tratamientos utilizados en el experimento. El área foliar se incrementa de los 60 a los 90 dds, donde alcanza su máximo valor, para luego descender. El tratamiento que presenta los mejores resultados es la densidad de 0,6 m, con un área foliar 126,67 cm² a los 90 dds, y muy similar el tratamientos de 0,4 m con un valor de 114,82 cm², mientras que el tratamiento con el menor valor fue el de la densidad de 0,75 m (113,53 cm²). De acuerdo al análisis estadístico, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados para esta variable.

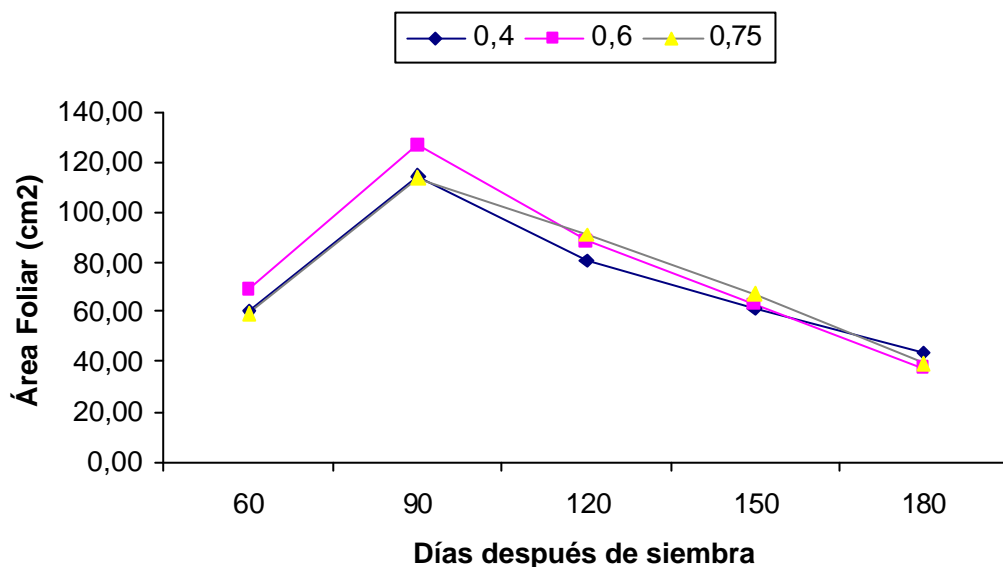


Figura. 11. Efecto de la distancia entre planta (m) sobre el área foliar de plantas de tiquisque. Pocosol, San Carlos. 2006-2007.

4.2. Producción

Las variables evaluadas de producción fueron: diámetro, largo y peso del cormo, peso de cormelos y la calidad de éstos en función al peso. Los cormos se caracterizaron por ser pequeños, redondeados, de color blanco y con yemas distribuidas en toda la estructura. De acuerdo a la Figura 12, el tratamiento que presentó los cormos más grandes, largos y pesados fue el número 7 (cormelos de 150 y con 0.4 m entre planta). Los cormos de este tratamiento tuvieron un diámetro de 4.47 cm, con un largo de 9.04 cm y un peso de 0.22 kg, mientras que el tratamiento 2 (cormelos de 50 g con 0.6 entre planta) presentó los menores valores para diámetro, largo y peso del cormo (1.43 cm, 3.19 cm y 0.05 kg respectivamente).

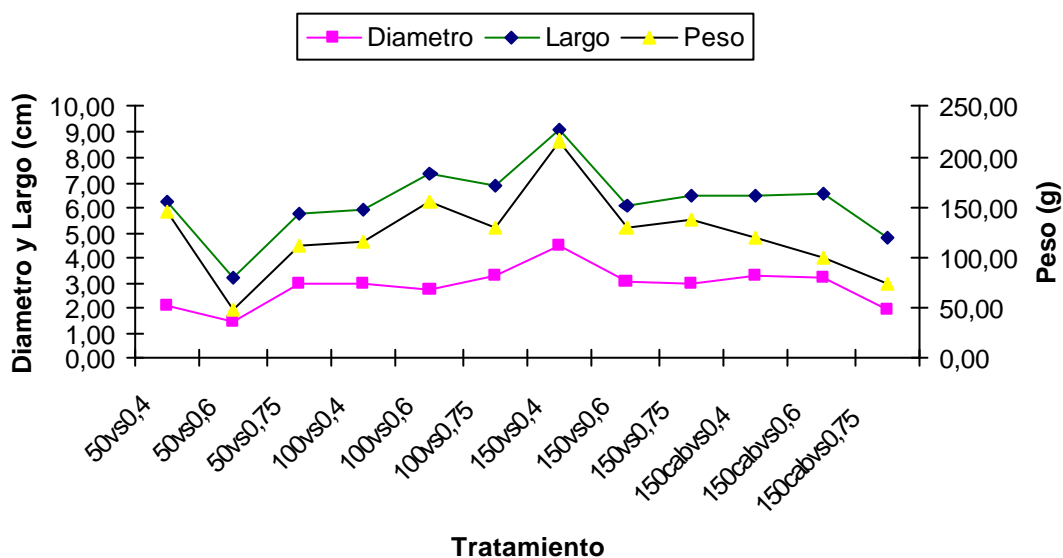


Figura 12. Diámetro, largo y peso del cormo de plantas de tiquisque provenientes de diferentes tratamientos de peso de semilla y distancia de siembra. Pocosal, San Carlos. 2006-2007.

El Cuadro 8 muestra el rendimiento por planta (total y categorizado) y el rendimiento por hectárea. La mayor producción de cormelos por planta se obtuvo en el tratamiento 5 (cormelos de 100 g y 0.6 m entre planta), con una producción de 0.46 kg, seguido del tratamiento 7 (cormelos de 150 g y 0.4 m entre planta) con una producción de 0.41 kg, mientras que el peor rendimiento se obtuvo en el tratamiento 2 (cormelos de 50 g y 0.6 m entre planta), con una producción de 0.13 kg por planta. Al comparar la producción de cormelos por planta entre los tratamientos 6 y 7, en el resto de los tratamientos, la diferencia fue significativa al 5% excepto en los tratamientos 2 y 10. Al evaluarse la calidad de los cormelos, se dividió la producción en cormelos menores de 100 g, entre 100 y 200 g, los cuales se pueden exportar como producto de segunda y los de más de 200 g, los cuales son los cormelos exportables como de primera. Los datos obtenidos en este trabajo indican que los tratamientos 5, 6, 7, 9 y 12 produjeron cormelos exportables; sin embargo el tratamiento 7 fue el que presentó la mayor producción, con un 9.75% de la producción total, mientras que el tratamiento 6 (cormelos de 100 g con 0.75 m entre planta) le siguió en segundo lugar con un 8.68% y el tratamiento 5 con un 2%. Por último el tratamiento 7 fue el que presentó la mayor producción por hectárea (7.384.55 kg), mientras que el tratamiento 2 presentó la menor producción (1.547 kg/ha).

Cuadro 8. Producción total y clasificación de los cormelos por planta de tiquisque. Pocosol, San Carlos, 2006-2007.

Tratamiento	Peso total (kg)	CORMELOS			Densidad plantas/ha	Producción Total (kg)	
		<100 g. Peso(kg)	>100g y <200g Peso(kg)	>200g. Peso(kg)			
1	50vs0,4	0.33	0.287	0.050	0,000	17850,00	4015,45
2	50vs0,6	0.13	0.13	0,000	0,000	11900,00	1547,00
3	50vs0,75	0.23	0.215	0.016	0,000	9520,00	2199,12
4	100vs0,4	0.23	0.224	0.009	0,000	17850,00	4159,05
5	100vs0,6	0.46	0.374	0.075	0.009	11900,00	5450,20
6	100vs0,75	0.38	0.275	0.073	0.033	9520,00	3627,12
7	150vs0,4	0.41	0.305	0.068	0.040	17850,00	7384,55
8	150vs0,6	0.31	0.298	0.016	0,000	11900,00	3736,60
9	150vs0,75	0.28	0.238	0.033	0.007	9520,00	2646,56
10	150cabvs0,4	0.19	0.171	0.016	0,000	17850,00	3337,95
11	150cabvs0,6	0.23	0.214	0.014	0,000	11900,00	2713,20
12	150cabvs0,75	0.17	0.162	0,000	0.007	9520,00	1608,88

4.2.1. Efecto peso de la semilla sobre la producción de cormos y cormelos

El efecto del peso del material de siembra sobre el peso de la cabeza o cormo, la producción de cormelos totales y de cormelos exportables se observa en la Figura 13. Las plantas provenientes de cormelos de 150 g fueron las que produjeron las cabezas más pesada (0.16 kg/planta), mientras que las cabezas provenientes de plantas sembradas a partir de cabeza tuvieron el menor peso (0.09 kg). La diferencia entre estos tratamientos es significativa al 5%. Al comparar los datos de los cuatro tratamientos de peso semilla vegetativa, se encontró que no hubo diferencia significativa entre la semilla proveniente de los cormelos, pero si entre los tratamientos de cormelos de 100 y 150 g y el tratamiento que utilizó cabeza como material de siembra.

Al comparar el efecto del material de siembra sobre la producción total de cormelos, se determinó que no había diferencia significativa entre los tratamientos, donde se utilizó cormelos de 100 g y 150 g, siendo las plantas sembradas a partir de cormelos de 100 g, las que presentaron las mayores producciones (0.36 kg/planta). Sin embargo, si hubo diferencia significativa al 5% entre estos tratamientos y los tratamientos donde se utilizó de cormelos de 50 g y secciones cabeza como material de siembra, siendo éste último, donde se dio la menor producción de cormelos por planta (0.19 kg). Por último, al evaluar el efecto del material de siembra sobre la producción de cormelos de 200 g, se dio una diferencia significativa al 5% entre el tratamiento donde se utilizó cormelos de 100 g como semilla y el resto de los tratamientos, los cuales fueron menores.

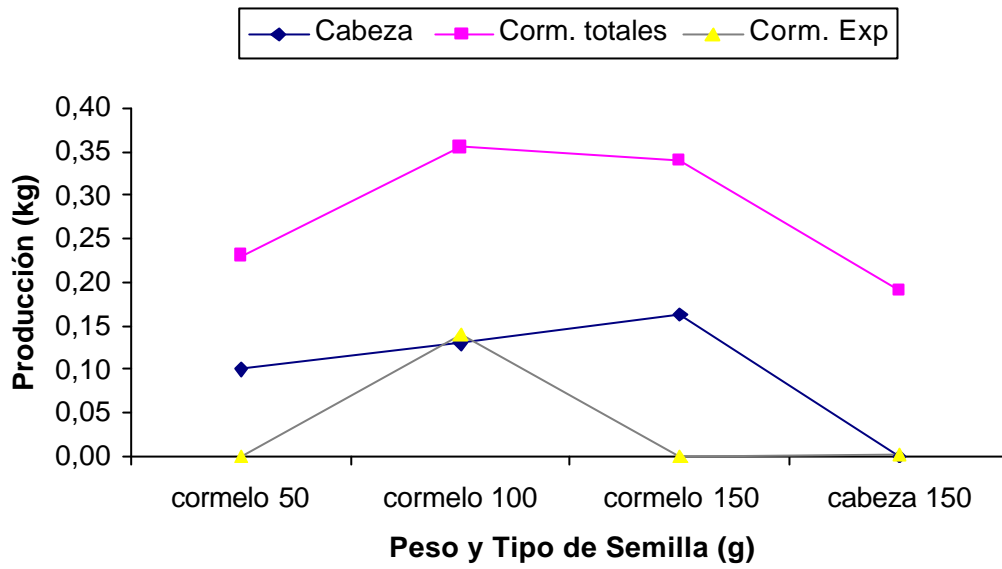


Figura 13. Efecto peso de la semilla sobre la producción de cormos y cormelos. Pocosol, San Carlos. 2006-2007.

4.2.2. Efecto de la distancia entre planta sobre la producción de cormos y cormelos

En la Figura 14 se observa el efecto de la distancia entre planta sobre el peso de la cabeza o cormo, la producción de cormelos totales y de cormelos exportables. Las plantas que presentaron el mayor peso del cormo fueron aquellas cuya distancia entre planta fue de 0.4 m, con un peso de 0.15 kg, mientras las que presentaron el menor valor, con un promedio de 0.11kg, fueron aquellas cuya distancia de siembra fue de 0.6 m y 0.75 m. La diferencia entre los tratamientos no fue significativa al 5%. De acuerdo a los datos obtenidos en esta investigación, la distancia de siembra entre planta no afectó la producción de cormelos, ni la calidad de éstos, la cual fue similar para todos los tratamientos.

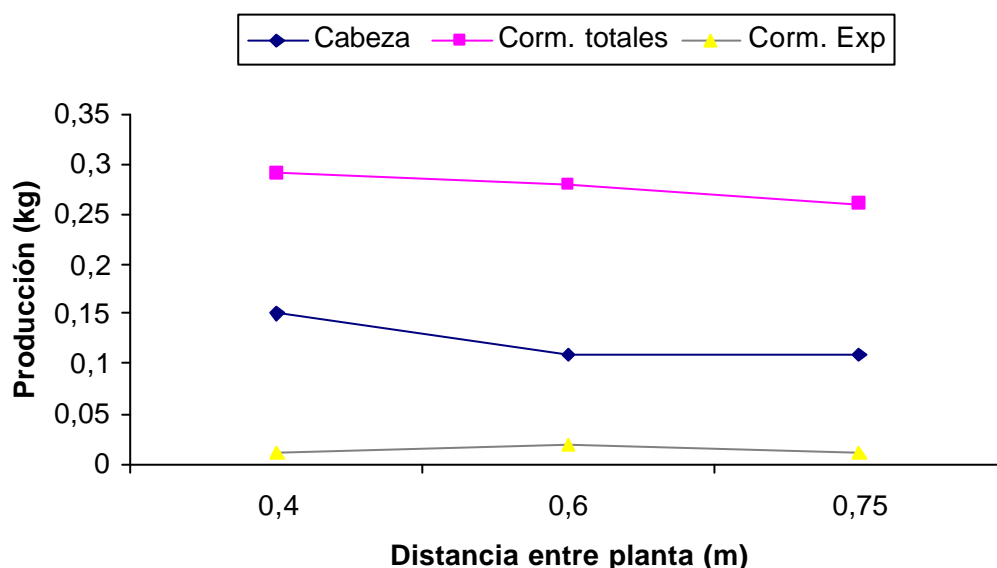


Figura 14. Efecto de la densidad de siembra sobre la producción, en Pocosol, San Carlos. 2006-2007.

Se observó la presencia de mal seco, barrenador del tiquisque y problemas virales durante el desarrollo de esta investigación.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento se llegaron a las conclusiones siguientes:

- No se observó un efecto significativo del peso de la semilla en el crecimiento del tiquisque.
- El peso del material de siembra afectó significativamente la producción de cormelos y cabeza.
- No se observó un efecto significativo de la distancia de siembra sobre el crecimiento del tiquisque.
- La distancia de siembra no afectó significativamente la producción de cormelos y cabeza.
- El tratamiento que presentó los mayores resultados de producción fue el tratamiento 7(150g vs 0,4m), con un rendimiento de 7.384.55 kg/ha.
- El tratamiento que presentó los menores resultados de producción fue el tratamiento 2 (50g vs 0,6m), con un rendimiento de 1.547 kg/ha.
- A pesar que las variables independientes no tuvieron efecto significativo en el crecimiento y desarrollo, sí hubo un efecto significativo en la producción.

5.2. Recomendaciones

- Volver a realizar esta investigación, debido a que la misma se vio afectada por las condiciones de lluvia en la localidad de ubicación del experimento.

6. LITERATURA CITADA

- Alvarado, L. 1993. **Establecimiento del cultivo de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*) producido *in vitro* en la zona de Guanacaste.** Tesis para optar por el grado de Licenciatura. Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, UCR. San José, Costa Rica. 74 p.
- Bertsch, F. 1980. **Análisis del Crecimiento y la Nutrición Vegetal.** Ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 23p.
- Biamonte, P.; Escoto, A.; Jiménez, R.; Sterling, F.; Subirós, F. 1984. **Olericultura.** UNED. San José, Costa Rica. 512 p.
- Chandler, J.V.; Abruña, F.; Feliciano, J.B.; Rodríguez, J.A. 1983. **The effect of soil acidity factor on crop yields.** J. Agr. Univ. of Puerto Rico. 57(4) 446-452.
- Díaz, M. 1998. **El Cultivo de la Yautía (*Xanthosoma spp.*) en Puerto Rico.** Servicio de Extensión Agrícola. Puerto Rico. 5p.
- Gómez, L.; Valverde, R. 1991. **Evaluación en el campo de plántulas de tiquisque blanco provenientes de cultivo de tejidos. In Día de Campo: Producción de semilla de tiquisque en zonas no tradicionales.** Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 17 p.
- Gómez, L. 1993. **El “Mal Seco” del tiquisque. In: Taller Aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejibaye.** Universidad de Costa Rica-Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. San José, Costa Rica. 23p.
- Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1989. **Compendio de Agronomía Tropical.** Ed. IICA y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. San José, Costa Rica. 623p.
- King, A. B. S.; Saunders, J. L. 1984. **Las Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central.** Ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 182p.
- León, J. 1987. **Botánica de los cultivos Tropicales.** Ed. IICA. San José, Costa Rica. 445 p.

- Mattey, J. 1991. **Avance de la validación tecnológica para la producción de semilla certificada de tiquisque.** *In* Día de Campo: **Producción de semilla de tiquisque en zonas no tradicionales.** Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 17 p.
- Montaldo, A. 1977. **Cultivo de raíces y tubérculos tropicales.** Ed. IICA. San José, Costa Rica. 284 p.
- Montaldo, A. 1991. **Cultivo de raíces y tubérculos tropicales.** Ed. IICA. San José, Costa Rica. 407 p.
- O'Hair, S.K.; Asokan, I.P. 1986. **Edible aroids: Horticulture.** Horticulture Review pp 43 – 100.
- Onwuene, I. C. 1978. **The tropical tuber crops: yams, sweet potato and cocoyam.** John Willey & Sons. New Cork, U.S.A. 234 p.
- Salisbury, F.B; Ross, C.W. 1994. **Fisiología Vegetal.** Interamericana Mc Graw-Hill, México. 673p.
- Soto, J.A; Moreno, R. 1983. **Comparación de métodos indirectos para estimar el área de aráceas comestibles.** CATIE. Turrialba, Costa Rica. 17p.
- Soto, J. A.; Arce, J. A. 1986. **Variabilidad en las poblaciones de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el material de propagación.** II. Peso, prebrotación y seccionamiento del propágulo. Turrialba, Costa Rica. 36(1):81-90.
- Taiz, L. Zeiger, E. 2002. **Plant Physiology.** 3era Ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA. USA. 690 p.
- Torres, S. 1993. **Introducción y evaluación de nuevos genotipos de tiquisque blanco (*Xanthosoma sagittifolium*).** *In* Taller de aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejibaye. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 3 p.
- Torres, S. 2000. **Comportamiento en el campo de siete genotipos de tiquisque (*Xanthosoma* spp.) Propagados *in Vitro*.** Revista Agronomía Costarricense. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 24(1): 7-17 p.
- Universidad de Costa Rica (UCR). 1992. **Proyecto: Cultivo de Tejidos de Aráceas y Pejibaye.** CIID-UCR. San José, Costa Rica. 151 p.

Consejo Nacional de Producción. 2006. **Normas de calidad de tiquisque**. San José, Costa Rica. Consultado el 10 de Junio del 2006. En línea. Disponible en línea en: normas@cnp.go.cr.

FAO. 2006. Consultado 15 de Junio del 2006. En línea. Disponible en línea en: <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro11/cap3.htm>.

INFOAGRO. 2006. **El Cultivo del Tiquisque**. Consultado el 25 de Junio del 2006. En línea. Disponible en línea en: http://www.infoagro.go.cr/ProgrNacionales/RaicesyTuber/manual_tiquisque.pdf.

PROCOMER. 2006. **Estadísticas de exportación 2005**. San José, Costa Rica, Consultado el 30 de Junio del 2006. En línea. Disponible en línea en: www.procomer.com.

7. ANEXOS

Anexo 1.

Análisis del efecto del peso del material de siembra sobre la altura, número de hojas, número de hijos y área foliar, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.

The GLM Procedure				
Least Squares Means				
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer				
LSMEAN Number	pesosemilla			
1	100			
2	150			
3	50			
4	Cabeza			
Least Squares Means for Effect pesosemilla				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Altura				
i/j	1	2	3	4
1		- 0. 80213	- 1. 46763	- 0. 09725
2	0. 80213	0. 8534	0. 4581	0. 9997
3	1. 467629	0. 664922	- 0. 66492	0. 706379
4	0. 4581	0. 9102	0. 9102	0. 8945
	0. 09725	- 0. 70638	- 1. 37375	1. 373755
	0. 9997	0. 8945	0. 5166	0. 5166
Least Squares Means for Effect pesosemilla				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Num_hojas				
i/j	1	2	3	4
1		- 1. 10305	- 0. 23267	- 1. 86053
2	1. 103055	0. 6879	0. 9956	0. 2469
3	0. 6879	- 0. 8751	0. 875105	- 0. 75929
4	0. 23267	0. 8178	0. 8178	0. 8726
	0. 9956	0. 8178	1. 6371	- 1. 6371
	1. 860529	0. 759285	0. 3590	0. 3590
	0. 2469	0. 8726		
Least Squares Means for Effect pesosemilla				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: IAF				
i/j	1	2	3	4
1		- 0. 86735	- 0. 51382	0. 296567
2	0. 867354	0. 8217	0. 9558	0. 9909
3	0. 8217	- 0. 35652	0. 356519	1. 166443
4	0. 513819	0. 9845	0. 9845	0. 6484
	0. 9558	0. 9845	- 0. 81332	0. 81332
	- 0. 29657	- 1. 16644	- 0. 81332	0. 8482
	0. 9909	0. 6484	0. 8482	
Least Squares Means for Effect pesosemilla				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Num_hijos				
i/j	1	2	3	4
1		- 0. 38832	0. 965583	- 1. 52985
2	0. 388321	0. 9801	0. 7692	0. 4219
3	0. 9801	- 1. 25276	1. 252764	- 0. 95808
4	- 0. 96558	0. 5942	0. 5942	0. 7734
	0. 7692	- 1. 25276	- 2. 55717	- 2. 55717
	1. 529851	0. 5942	0. 0549	0. 0549
	0. 4219	0. 7734	0. 0549	

Anexo 2.

Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre la altura, número de hojas y área foliar, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.

The GLM Procedure			
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer			
	LSMEAN		
densidad	Number		
0.4	1		
0.6	2		
0.75	3		
Least Squares Means for Effect densidad			
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t			
Dependent Variable: IAF			
i/j	1	2	3
1		0.143365	0.616328
2	-0.14337	0.9887	0.8113
3	0.9887	-0.46946	0.469457
	-0.61633	0.8857	0.8857
	0.8113	0.8857	
Least Squares Means for Effect densidad			
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t			
Dependent Variable: Altura			
i/j	1	2	3
1		0.281379	0.946687
2	-0.28138	0.9573	0.6111
3	0.9573	-0.65991	0.659914
	-0.94669	0.7868	0.7868
	0.6111	0.7868	
Least Squares Means for Effect densidad			
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t			
Dependent Variable: Num_hojas			
i/j	1	2	3
1		-0.30713	0.755891
2	0.30713	0.9493	0.7302
3	0.9493	-1.05879	1.058793
	-0.75589	0.5403	0.5403
	0.7302	0.5403	
Least Squares Means for Effect densidad			
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t			
Dependent Variable: Num_cormelos			
i/j	1	2	3
1		-0.58596	0.031279
2	0.585958	0.8278	0.9995
3	0.8278	-0.61236	0.612358
	-0.03128	0.8135	0.8135
	0.9995	0.8135	

Anexo 3.

Análisis del efecto del peso de material de siembra sobre peso y largo de cabeza, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.

The GLM Procedure				
Least Squares Means				
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer				
	pesosemilla	LSMEAN Number		
	100	1		
	150	2		
	50	3		
	Cabeza	4		
Least Squares Means for Effect pesosemilla				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Largo_cab				
i/j	1	2	3	4
1		- 0.16261	0.931663	2.864283
		0.9985	0.7879	0.0239
2	0.162607		1.103894	3.083744
	0.9985		0.6876	0.0125
3	-0.93166	- 1.10389		1.728184
	0.7879	0.6876		0.3120
4	-2.86428	- 3.08374	- 1.72818	
	0.0239	0.0125	0.3120	
Least Squares Means for Effect pesosemilla				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Peso_cab				
i/j	1	2	3	4
1		- 1.13147	0.575814	2.694394
		0.6706	0.9392	0.0382
2	1.131473		1.644733	3.89039
	0.6706		0.3562	0.0008
3	-0.57581	- 1.64473		1.930279
	0.9392	0.3562		0.2190
4	-2.69439	- 3.89039	- 1.93028	
	0.0382	0.0008	0.2190	

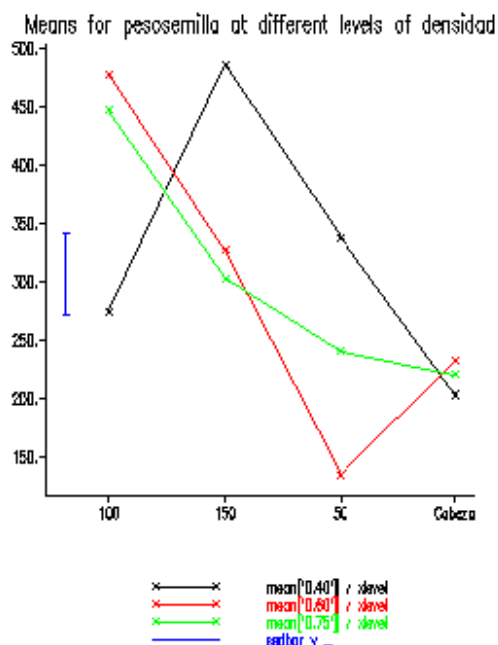
Anexo 4.

Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre peso y largo de la cabeza y número de cormelos, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.

The SAS System				
The GLM Procedure				
Least Squares Means				
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer				
densidad	LSMEAN Number			
0.4	1			
0.6	2			
0.75	3			
Least Squares Means for Effect densidad				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Largo_cab				
i/j	1	2	3	
1		1.24469 0.4285	1.877905 0.1480	
2	-1.24469 0.4285		0.574744 0.8338	
3	-1.8779 0.1480	-0.57474 0.8338		
Least Squares Means for Effect densidad				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Peso_cab				
i/j	1	2	3	
1		2.084089 0.0959	1.929923 0.1332	
2	-2.08409 0.0959		-0.20368 0.9774	
3	-1.92992 0.1332	0.203684 0.9774		
Least Squares Means for Effect densidad				
t for H0: LSMean(i)=LSMean(j) / Pr > t				
Dependent Variable: Num_cormelos				
i/j	1	2	3	
1		-0.58596 0.8278	0.031279 0.9995	
2	0.585958 0.8278		0.612358 0.8135	
3	-0.03128 0.9995	-0.61236 0.8135		

Anexo 5.

Gráfica representativa de la significancia entre tratamientos.



Anexo 6.

Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre la producción total de cormelos, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.

The SAS System
The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
Bloque	4	1 2 3 4
pesosemilla	4	100 150 50 Cabeza
densidad	3	0.4 0.6 0.75

Number of observations 432

NOTE: Due to missing values, only 297 observations can be used in this analysis.

Anexo 7.

Análisis del efecto de la distancia de siembra sobre la producción total de cormelos, de acuerdo al programa estadístico SAS, bajo la prueba Tukey-Kramer.

The SAS System
The GLM Procedure

Dependent Variable: Peso_Total

Source	DF	Squares	Sum of Mean Square	F Value	Pr > F
Model	13	3509636.66	269972.05	3.08	0.0003
Error	283	24774943.81	87543.97		
Corrected Total	296	28284580.47			

R-Square Coeff Var Root MSE Peso_Total Mean
0.124083 96.88628 295.8783 305.3872

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bl oque	2	26925.156	13462.578	0.15	0.8575
pesosemilla	3	1879239.822	626413.274	7.16	0.0001
densidad	2	70234.519	35117.260	0.40	0.6699
pesosemilla*densidad	6	1533237.162	255539.527	2.92	0.0089

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Bl oque	2	24223.732	12111.866	0.14	0.8709
pesosemilla	3	1862175.518	620725.173	7.09	0.0001
densidad	2	55502.447	27751.223	0.32	0.7286
pesosemilla*densidad	6	1533237.162	255539.527	2.92	0.0089

The SAS System
The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer

pesosemilla	Peso_Total LSMEAN	LSMEAN Number
100	399.568582	1
150	372.059735	2
50	237.541138	3
Cabeza	218.613706	4

Least Squares Means for Effect pesosemilla
t for H0: LSmean(i)=LSmean(j) / Pr > |t|

Dependent Variable: Peso_Total				
i/j	1	2	3	4
1		0.56054 0.9436	3.365671 0.0048	3.646718 0.0018
2	-0.56054 0.9436		2.816069 0.0266	3.112517 0.0109
3	-3.36567 0.0048	-2.81607 0.0266		0.391471 0.9796
4	-3.64672 0.0018	-3.11252 0.0109	-0.39147 0.9796	

The SAS System
The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer

densidad	Peso Total LSMEAN	LSMEAN Number
0.4	325.355094	1
0.6	292.816932	2
0.75	302.665345	3

Least Squares Means for Effect densidad
t for H0: LSmean(i)=LSmean(j) / Pr > |t|

Dependent Variable: Peso_Total

i/j	1	2	3
1		0.780062 0.7156	0.530686 0.8563
2	-0.78006 0.7156		-0.23394 0.9703
3	-0.53069 0.8563	0.233941 0.9703	

The SAS System
The GLM Procedure
Least Squares Means
Adjustment for Multiple Comparisons: Tukey-Kramer

pesosemilla	densidad	Peso Total LSMEAN	LSMEAN Number
100	0.4	274.452184	1
100	0.6	477.400009	2
100	0.75	446.853552	3
150	0.4	486.247533	4
150	0.6	326.939654	5
150	0.75	302.992018	6
50	0.4	337.407407	7
50	0.6	134.814815	8
50	0.75	240.401193	9
Cabeza	0.4	203.313250	10
Cabeza	0.6	232.113250	11
Cabeza	0.75	220.414617	12