

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**



TRABAJO DE TESIS

**COMPORTAMIENTO AGRONOMICO EN VITROPLANTAS SANAS E
INFESTADAS CON EL VIRUS DEL DASHEEN (DMV) EN TRES
CULTIVARES DE QUEQUISQUE (*Xanthosomas spp.*)
EN EL CNIA-INTA, MANAGUA**

AUTORES:

Br. IGNACIO ANTONIO BENAVIDES LAZO
Br. AUGUSTO GABRIEL GODINEZ GARCIA

ASESOR:

Ing. M.Sc. GUILLERMO REYES CASTRO

**MANAGUA, NICARAGUA
MAYO, 2005**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES



TRABAJO DE TESIS

COMPORTAMIENTO AGRONOMICO EN VITROPLANTAS SANAS E
INFESTADAS CON EL VIRUS DEL DASHEEN (DMV) EN TRES
CULTIVARES DE QUEQUISQUE (*Xanthosomas spp.*)
EN EL CNIA-INTA, MANAGUA

Presentado a la consideración del *Honorable Tribunal Examinador*
como requisito parcial para optar al grado de *Ingeniero*
en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal

MANAGUA, NICARAGUA
MAYO, 2005

DEDICATORIA

La culminación de este estudio es un honor dedicárselo al Ser más apreciado de esta tierra.

A mi madre. María Josefina Lazo Alaníz por haberme dado el Ser de la vida que es lo más valioso de este mundo, por brindarme su cariño, amistad, apoyo económico y espiritual en mi formación como ser humano.

A mi hijo Engel José Benavides López por ser el motivo fundamental de mi inspiración en la realización de este estudio.

Ignacio Antonio Benavides Lazo

DEDICATORIA

Con la culminación de este Trabajo de Tesis pretendo realizar el sueño que un día se hizo la mujer que siempre ha estado a mi lado, desde que yo era un niño, enseñándome desde entonces, días tras días valores éticos y morales. A ella, pues he sido momentos de sus tristezas y alegrías. Dedico este Trabajo de Tesis a mi madre: Leonor García Mora.

También a mi padre por ser la mano que corrigió mis errores y logró guiarme siempre por el camino del bien: Augusto Godínez Salgado.

A mis hermanos Ervin Alberto, Lesther Augusto y Juana Lucía.

A la memoria de mis abuelos, Gabriel García y Natalia Mora.

A mi sobrinito, Hydel Augusto, símbolo de la nueva generación familiar.

A mis futuros hijos. Les dedico este Trabajo de Tesis porque gozarán de la riqueza heredada por mis padres, los que estén junto a mí en el momento, y los que no en paz descansen en el reino del cielo.

Y también lo dedico a todos aquellos nicaragüenses que soñaron y anhelaron lograr una carrera profesional, y que por las circunstancias económicas-políticas de nuestro país, tuvieron que derramar su sangre para dejar una Nicaragua para todos trabajando juntos como hermano.

Augusto Gabriel Godínez García

AGRADECIMIENTO

A *Dios* por darme fuerza, valentía y sabiduría para salir adelante en los momentos más difíciles que he pasado.

A mi familia:

A mi madre María Josefina Lazo Alaníz

A mis hermanos Pedro Omar, Jaime José, Carlos Arturo, María Melba Aníbal José, Iván del Jesús, María Ivania y Yasmina Liseth Benavides Lazo.

A mi esposa Martha Lilliam López Moreno.

A mi hijo Engel José Benavides Lazo.

A mis cuñados Cándida Rosa Ruiz Moreno, Luis Emilio Benavides Araica.

Al *Ing. M.Sc.* Guillermo Reyes Castro por ser el guía fundamental en la realización de este estudio y por ser un buen amigo y compañero.

Ing. M.Sc. Álvaro Benavides González por el apoyo técnico en la elaboración de este trabajo.

A los *Ing.* Marbell Aguilar Maradiaga, Oscar Gómez, Carlos Loáisiga y Ena Rivers.

A mi compañero de tesis: Augusto Gabriel Godínez García.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra manera ayudaron a formar el profesional que ahora soy.

Al programa de doctorado (PhD-UNA) por el soporte financiero de las actividades de tesis. y al REGEN (Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses).

Ignacio Benavides Lazo

AGRADECIMIENTO

A *Dios* el creador, sobre todas las cosas por haber fortalecido mi sabiduría.

A mi madre por el apoyo económico, moral, espiritual, pilar fundamental en la realización y culminación de mis estudios por lo cual le estaré siempre agradecido.

A mi profesor y amigo *Ing. M.Sc.* Guillermo Reyes Castro, por su amistad y por los conocimientos transmitidos en este Trabajo de Tesis.

Al *Ing. M.Sc.* Álvaro Benavides por el apoyo técnico en la elaboración de este trabajo.

A los ingenieros Oscar Gómez, Carlos Loaísiga, Marbell Aguilar y Ena Rivers por el apoyo técnico he influencia motivadora para la culminación de mi tesis.

A mi compañero de tesis: Ignacio Antonio Benavides Lazo por su amistad y apoyo incondicional.

Gracias a todos los profesores que de una u otra manera ayudaron a formar el profesional que ahora soy.

Al programa de doctorado (PhD-UNA) por el soporte financiero de las actividades de tesis y al REGEN (Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses).

Augusto Gabriel Godínez García

CONTENIDO

	Página
INDICE GENERAL	<i>i</i>
INDICE DE CUADROS	<i>ii</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>iii</i>
ANEXO DE CUADROS	<i>vi</i>
RESUMEN	<i>v</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. MATERIALES Y MÉTODOS	5
3.1 Descripción de la zona	5
3.2 Factores en estudios	6
3.3 Diseño de experimento	7
3.4 Manejo agronómico	7
3.5 Variables evaluadas	8
3.5.1 Variables de crecimiento y desarrollo morfológico	8
3.5.2 Componentes de rendimiento	9
3.6 Análisis estadístico	9
3.7 Porcentaje de reinfección con el <i>DMV</i>	10
3.8 Insectos asociados con el cultivo	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
4.1 Variables de crecimiento y desarrollo morfológico.	11
4.1.1 Altura de la planta	11
4.1.2 Área foliar de la planta	13
4.1.3 Diámetro del pseudotallo	14
4.1.4 Número de hojas	15
4.2 Variables de rendimiento	17
4.3 Porcentaje de reinfección con <i>DMV</i>	19
4.4 Colecta de insectos	20
V. CONCLUSIONES	23
VI. RECOMENDACIONES	24
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
VIII. ANEXOS	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Dimensiones del área experimental	7
Cuadro 2.	Altura promedio de planta (cm) registrada por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.	12
Cuadro 3.	Área foliar promedio de planta (cm ²) registrada por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.	13
Cuadro 4.	Diámetro promedio de pseudotallo de planta (cm) registrado por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.	15
Cuadro 5.	Número promedio de hojas por planta registrado por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.	16
Cuadro 6.	Valores promedio de número, peso (g), diámetro y longitud de cormelos (cm) y rendimiento (kg.ha ⁻¹) estimado por cultivar y por condición fitosanitaria.	17
Cuadro 7.	Identificación de insectos encontrados en el ensayo.	21

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Temperaturas (°C) precipitación (mm) y humedad relativa (%) promedio reportadas en la zona, en los meses que duró el ensayo.	4
Figura 2. Porcentaje de plantas no infestada (NI) de los tres cultivares de quequisque reinfestadas con el <i>DMV</i> en las diferentes fechas de evaluación.	19

ANEXO DE CUADROS

		Página
Cuadro 1A.	Significancia estadística ($Pr > F$) y parámetros estadísticos en los factores y variables estudiadas	30
Cuadro 2A.	Valores medios de la interacción en la variable altura de planta	31
Cuadro 3A.	Valores medios de la interacción en la variable área foliar	31
Cuadro 4A.	Valores medios de la interacción en la variable diámetro del corno	31
Cuadro 5A.	Valores medios de la interacción en la variable número de hoja	32
Cuadro 6A.	Valores medios de la interacción en las variables número de corno (NCOR), longitud (LCOR), diámetro (DCOR) y peso del corno (PESO), y rendimiento (REND) en kg ha^{-1}	32

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de vitroplantas de tres cultivares de quequisque (*Xanthosoma* spp.) libres del virus DMV producidas a través del cultivo de meristemos, se estableció el ensayo en el CNIA-INTA (Centro Nacional de Investigación Agropecuaria–Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) en el departamento de Managua, entre los meses abril-diciembre del año 2004. Se evaluaron variables morfológicas: altura de la planta (cm), área foliar (cm²), diámetro del pseudotallo (cm) y número de hojas; de rendimiento: número de cormelos por planta, peso de cormelo (g), rendimiento (kg ha), diámetro de cormelo (cm) y largo de cormelo (cm) y la presencia del virus e insectos asociados al cultivo en los cultivares Masaya (MY), Nueva Guinea (NG) y Blanco (Bco). Se utilizó un diseño de arreglos en Parcelas Divididas conformado por tres bloques, en la parcela grande se ubicaron los cultivares y en las pequeñas la condición sanitaria (sana e infectada). Se realizó ANDEVA y la separación de medias de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$). Los cultivares y la condición sanitaria presentaron diferencias estadísticas entre ellas en las variables morfológicas, habiendo obtenido el cultivar NG los mayores promedios: altura de la planta con (64.23 cm), área foliar con (1129 cm²), diámetro del pseudotallo con (4.68 cm) y número de hojas con (3.90 cm). El rendimiento presentó efecto significativo en las condiciones fitosanitarias, pero no en los cultivares e interacción. Se encontró tendencia al incremento del porcentaje de reinfección de plantas con presencia del *DMV* a través del tiempo, el cultivar Bco a los 192 dds reportó un máximo valor del (90 %), seguido de los cultivares MY (65 %) y NG (60 %). Las principales plagas asociadas a los cultivares de quequisque fueron del orden Diptera, Homoptera, Coleoptero, Heminoptero y Lepidoptero, considerándose al áfido *Aphis gossypii* del orden Homoptera como el posible vector del virus *DMV*.

I. INTRODUCCIÓN

El quequisque (*Xanthosoma* spp. (L) Schott) es uno de los primeros cultivos utilizados por el hombre, su historia está asociada a cultura neolítica primitiva, en las que ya era consumido como alimento. Originario de América tropical y subtropical, fue cultivado por los indios de Las Antillas y el resto del continente antes del descubrimiento (INTA, 2000; López *et al.*, 1995; MAG, 1995).

El quequisque pertenece a la familia de las aráceas, en la que junto con la malanga (*Colocasia* sp.) son las especies comestibles más importantes (López *et al.*, 1995). El género *Xanthosoma* está constituido por alrededor de 57 especies muy difíciles de diferenciar; de ellos se cultivan principalmente las especies *Xanthosoma sagittifolium*, *Xanthosoma violaceum*, *Xanthosoma atrovirens* y *Xanthosoma lindenii*.

Según Laguna *et al.*; (1983) el cultivo de quequisque es importante principalmente en las regiones tropicales del mundo que corresponden al trópico húmedo bajo. El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG 1995) menciona que el potencial de rendimiento, el alto poder de conservación en condiciones naturales, los valores nutricionales, su fácil cocción y las propiedades digestivas son las principales características que han contribuido a la dispersión del quequisque y han logrado convertirlo en cultivo de importancia económica con demanda en el mercado nacional e internacional.

En Nicaragua el quequisque es un cultivo de subsistencia y generador de recursos para pequeños productores y campesinos, y es el tercer cultivo farináceo más importante después de la papa y la yuca. Es cultivado de manera artesanal principalmente en áreas pequeñas de entre 0.5 y 2.0 mz (0.35-1.4 ha) y rendimientos de 300 a 350 qq^{-mz} (19-22 t.ha⁻¹) (INTA, 2000; MAGFOR, 2000). Las principales regiones productoras de quequisque son el trópico húmedo (Río San Juan, Nueva Guinea y Rama) cuya producción está destinada a la exportación; y la zona del pacífico en los departamentos Carazo, Granada, Rivas y Masaya cuya producción está dirigida a abastecer el mercado nacional.

Recientemente se ha incrementado la demanda internacional de quequisque, principalmente en los mercados étnicos de Los Estados Unidos y Europa. Las áreas de producción en Nicaragua disminuyeron drásticamente de 30,000 ha en el año 2001 (MAGFOR, 2003) a 6450 has en el año 2004 (CEI 2005). Atribuyéndose principalmente al ataque de enfermedades fungosas, bacterianas y virales.

El quequisque rara vez florece por lo que debe propagarse vegetativamente a través de los cormos, que tradicionalmente son seccionados en trozos conteniendo varias yemas axilares que dan origen a las nuevas plantas. Esta forma de reproducción ha contribuido a la diseminación de las principales plagas y enfermedades virosas, fungosas y bacterianas.

El mosaico del dasheen, causado por el virus conocido como Dasheen Mosaic Virus (*DMV* siglas en inglés) es una enfermedad muy común en los campos de quequisque y malanga (*Colocasia spp*). Los principales síntomas son: clorosis severa de las hojas que toman una apariencia como plumas blanca, mosaico: grandes áreas levemente clorótica, clorosis generalizada en áreas intervenales, deformación foliar.

Uno de los principales efectos de la presencia del *DMV* es retardar el crecimiento y desarrollo de las plantas (Zettler y Hartman., 1987). En Costa Rica Saborío *et al.*, (2004) reportan que afectaciones severas con el virus han reducido hasta el 50 % de la cosecha afectando de esta manera la economía de los productores. El *DMV* es transmitido casi exclusivamente por áfidos de manera no persistente. Brunt *et al.*, (1996). Pernezny *et al.*, (2004), plantean que la diseminación del virus en plantaciones establecidas en el campo pueda ser muy rápida y el período de infección tienen lugar en un corto tiempo (posiblemente menos de una hora) y este es transferido por el áfido vector a otra planta hospedera. Tres especies de áfidos han sido reportados ser transmisores del *DMV*: *Mysus persicae*, *Aphis craccivora* (Morales & Zettler, 1977) y *Aphis gossypii* (Gollifer *et al.*, 1997).

En evaluaciones fitosanitarias realizadas en plantaciones de quequisque de Nueva Guinea y Río San Juan, Monterroso (1996) y Góngora (1997) no reportaron la presencia del *DMV*. Sin embargo estudios posteriores de Grío (2001); Castillo (2000); Loza y Cruz (2000), Acuña (2000) y García y Acuña (2000) utilizando la prueba ELISA (Ezime-Linked Immunosorbent Assay siglas en inglés) para diagnosticar la presencia del *DMV* en ensayos de cultivares en cuatro zonas del país, registraron que entre 68 y 100% de plantas estaban infectadas con el virus, independiente de los clones y las zonas evaluadas.

Actualmente en el laboratorio de cultivos de tejidos vegetales de la Universidad Nacional Agraria (UNA) se ha estado trabajando exitosamente en la obtención y micropropagación de plantas de quequisque libres del *DMV* a través del cultivo *in vitro* de meristemos y detección de virus con la técnica ELISA. Las plantas de quequisque libres del virus registran aumentos significativos en el rendimiento en relación a plantas infectadas (Dottin, 1997; Valverde *et al.*, 1997; Saborío *et al.*, 1998 y Saborío, 2004); sin embargo; en Nicaragua no existen antecedentes de estudios dirigidos a cuantificar las pérdidas en el rendimiento ocasionadas por el virus, lo mismo que la tasa de reinfección y la identificación del insecto vector en los clones de quequisque existentes en el país.

Con la ejecución del presente estudio se pretende cumplir con los siguientes objetivos:

- Evaluar el comportamiento agronómico y sanitario (sano e infestado) en vitroplantas de tres cultivares de quequisque.
- Determinar el porcentaje de reinfección con el DMV y estimar el efecto que este tiene sobre el rendimiento en vitroplantas de tres cultivares de quequisque.
- Identificar los insectos asociados con el cultivo, con énfasis en posibles vectores del DMV.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de la zona

El presente estudio se realizó entre los meses abril-diciembre del año 2004, en áreas del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA), perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), localizado en el km 14½ carretera norte, municipio de Managua. El CNIA está ubicado a 56 msnm 12° 08'36" latitud norte y 86° 09' 49" longitud oeste con temperatura promedio de 28 (°C) y precipitación anual de 819.2 mm (INETER, 2004). Los suelos pertenecen al orden Andosol, serie Sábana Grande, con un horizonte superficial de carbonato de calcio (CaCO₃), topografía plana, textura franco arenoso (MAG, 1971).

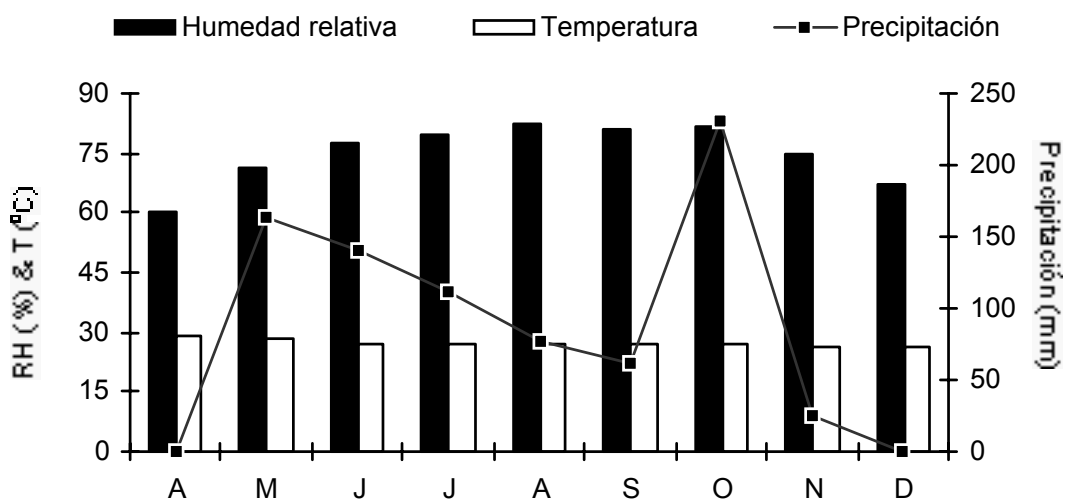


Figura 1. Temperaturas (°C) precipitación (mm) y humedad relativa (%) promedio reportadas en la zona, en los meses que duró el ensayo.

El CNIA-Managua está ubicado en una zona no tradicional para quequisque, con centro de investigación de referencia nacional donde de manera permanente se siembra maíz, frijoles, sorgo, otras leguminosas y recientemente camote.

3.2 Factores en estudio

Dos factores fueron evaluados:

Cultivares

- Masaya (My)
- Nueva Guinea (NG)
- Blanco (Bco)

Condición fitosanitaria

- Vitroplantas no infectadas con el *DMV* (NI)
- Vitroplantas infectadas con el *DMV* (I).

El cultivar Nueva Guinea fue colectado en la comunidad Yolaina, 10 km al sur del municipio Nueva Guinea. Este material fue introducido en el trópico húmedo nicaragüense desde Costa Rica en los años 80. El cultivar Masaya fue colectado en la finca de un productor en la comunidad Pacayita departamento de Masaya. El cultivar Blanco fue también colectado en la zona del municipio Nueva Guinea.

Para la obtención de las plantas *in vitro* infectadas con el virus, se seleccionaron en el campo plantas de los tres cultivares que mostraron en su follaje los síntomas del *DMV*. De estas plantas se extrajeron los ápices caulinares y cormelos para luego ser cultivados *in vitro*. A través del cultivo *in vitro* de ápices caulinares, existen pocas posibilidades de obtener plantas libres del virus. Obtenidas las plantas *in vitro*, estas fueron luego aclimatizadas durante 2 meses en el sombreadero en bolsas plásticas conteniendo humus de lombrices como sustrato. El estado de plantas infectadas con el *DMV* fue corroborado con una prueba ELISA realizada a muestras de hojas de 90 plantas seleccionadas al azar. La prueba demostró que el 100% de la muestras contenían partículas del virus.

El procedimiento de obtención de vitroplantas libres del *DMV* inició con la selección en el campo de plantas de los tres cultivares que no presentasen síntomas del virus. De los cormos y cormelos de estas plantas se extrajeron, con ayuda de estereoscopios, los meristemas (0.2-0.5 mm) que dieron origen al cabo de 2 meses, a vitroplantas

potencialmente libres del virus. Muestras de hojas de estas plantas fueron colectadas y evaluadas con una prueba ELISA. Con las plantas que resultaron no infectadas con el virus se continuó el proceso de micropropagación hasta garantizar el número de plantas sanas a utilizar en el ensayo. Todas las plantas obtenidas a través de este procedimiento fueron climatizadas en el sombreadero bajo una estructura aislante cubierta de tela antiáfidos para garantizar su estado fitosanitario hasta el momento de establecimiento del ensayo.

3.3 Diseño del experimento

Los tratamientos se arreglaron en un diseño de parcela dividida, con tres bloques. La parcela experimental (subparcela) estuvo conformada por 5 surcos, cada surco constaba de 15 plantas, para un total de 75 plantas. El surco central conformó la parcela útil en la cual se evaluaron 10 plantas a partir de la tercera planta. La distancia de siembra utilizada fue de 1 m entre surcos y 0.60 m entre plantas, para una densidad de 17 mil plantas ha⁻¹. Las dimensiones del ensayo se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Dimensiones del área experimental

Estructura	Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Total	35.0	20.0	700.0
Bloque	16.0	9.0	144.0
Parcela	9.0	4.0	36.0
Parcela útil	5.4	2.0	10.8

3.4 Manejo agronómico

Las actividades de presembrado se realizaron de forma convencional.

Preparación del terreno. Se eliminaron los rastrojos a través de una chapodadora para facilitar las siguientes labores.

Arado. Se realizó dos pases de arado ambos de manera perpendicular con el fin de mullir los terrones del suelo.

Nivelado. Se realizó arrastrando una barra a lo largo del área y asegurando de esta manera la uniformidad del suelo.

Hoyado. Se realizó en concordancia con la distancia de siembra establecida.

Fertilización. Se efectuaron tres aplicaciones a lo largo del ciclo del cultivo, una de fondo al momento de la siembra, con la fórmula NPK (10-30-10), a los 60 días después de la siembra (dds) y la tercera a los 120 dds a una razón de 129 kg ha⁻¹ según lo recomendado por INTA (2000).

Aporque: Se realizaron cuatro aporques con azadones acumulando en la base del pseudotallo una porción de tierra.

Control de malezas: Estas actividades se realizaron manualmente con azadón y machete.

Cosecha: Se realizó de forma convencional con palas a los 9 meses después de la siembra.

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Variables de crecimiento y desarrollo morfológico

Las variables morfológicas fueron evaluadas a los 93, 124, 151, 189, 217 y 236 dds.

Altura de la planta (cm). Se evaluó a partir de la base del pseudotallo hasta la inserción del pecíolo en la lámina de la hoja de mayor altura en la planta principal.

Número de hojas. Conteo del número de hojas totales presente en la planta principal.

Área foliar (cm²). Se obtuvo multiplicando el largo × ancho × factor de corrección en la hoja de mayor altura de la planta principal. El largo de la hoja se midió desde la unión con el pecíolo hasta su ápice. El ancho se midió evaluando los lóbulos de la hoja. El factor de corrección sugerido utilizado fue el sugerido por Morales (1987).

Diámetro del pseudotallo (cm). Se evaluó con calibre de grosor midiendo el diámetro de intersección de la vaina de la hoja en la base de la planta.

3.5.2 Componentes de rendimiento

Número de cormelos/planta. El conteo de todos los cormelos presentes en las plantas, sin considerar el tamaño.

Peso total de cormelos/planta (g). Se registró el peso de todos los cormelos colectados por planta.

Peso promedio de cormelos (g). Con el peso total de cormelos y el número de cormelos por planta se calculó este parámetro por cada planta.

Largo de los cormelos (cm). Evaluada a partir de la sección apical hasta base de los cormelos.

Diámetro de los cormelos (cm). Registrado en la base de la parte apical del cormelo.

Rendimiento (kg ha⁻¹). Se determinó a través de la siguiente ecuación:

$$R = \frac{NC * \text{Peso} * 17000}{1000}$$

Donde,

R es el rendimiento en kg ha⁻¹.

NC es el número de cormelos

Peso es el peso promedio de los cormelos

17000 es el número de plantas por ha

3.6 Análisis estadístico

A los datos provenientes de las evaluaciones periódicas a las variables morfológicas y de rendimiento se les practicó un análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de separación de medias de Tukey en aquellas variables donde se encontraron diferencias significativas

entre los cultivares y entre las condiciones fitosanitarias. El ANDEVA se realizó utilizando el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + G_j + M_{ij} + C_k + GD_{ik} + e_{ijk} + W_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = Valores medios observados para un carácter dado de un individuo m de k^{th} cultivar y l^{th} condición sanitaria;

μ = media poblacional;

β_i = efecto del i -ésimo bloque;

G_j = efecto del j -ésimo cultivar;

M_{ij} = error de la parcela grande (calculada como $\beta \times G$);

C_l = efecto de la l -ésima condición fitosanitaria;

GC_{kl} = efecto de la interacción entre el k -ésimo cultivar y l -ésima condición fitosanitaria;

e_{ijk} = efecto de la subparcela (calculada como $\beta \times G \times C$);

W_{ijklm} = error entre plantas individuales

3.7 Porcentaje de reinfección con el DMV

Se utilizó la prueba ELISA para evaluar el porcentaje de plantas NI que fueron re infectadas con el DMV. Se hicieron colectas de muestras de hojas a 10 plantas NI ubicadas en la parcela útil, para un total de 30 plantas por cultivar y 90 plantas por fecha de muestreo. Las colectas se realizaron a los 63, 94, 120, 159 y 192 dds.

3.8 Insectos asociados con el cultivo

Se realizaron muestreos de insectos presentes en el ensayo a los 60, 80 y 100 dds. Los insectos fueron colectados utilizando como trampas recipientes plásticos que contenían una disolución con agua y detergente, las trampas se distribuyeron en todo el ensayo. Mediante el muestreo dirigido se colectaron áfidos en el envés de la hoja logrando el desprendimiento de los mismos, con pinceles embebidos con alcohol al 70%. Las muestras se depositaron en frasco conteniendo alcohol al 70% para conservarlos en buen estado. Posteriormente los áfidos fueron identificados en el laboratorio de entomología de la UNA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento y desarrollo morfológico

4.1.1 Altura de la planta

Las plantas obtenidas y desarrolladas en el presente estudio registraron promedios de altura bajos en comparación a valores reportados para plantas de los cultivares MY y NG en estudios realizados por Loza y Cruz (2000), Acuña (2000), Picado y Velásquez (2001) y Argüello (2001) quienes establecieron estos ensayos en condiciones de zonas tradicionales de producción del quequisque. La escasa pluviosidad de la zona donde se estableció el ensayo fue determinante para evitar que las plantas desarrollaran su potencial de crecimiento.

Lo señalado anteriormente, explica de igual manera el comportamiento de las restantes variables morfológicas evaluadas y analizadas posteriormente, sin descartar el ambiente de las regiones productoras este fenómeno tuvo un efecto general en el desarrollo general del cultivo.

El crecimiento de los cultivares fue continuo y ascendente hasta los 217 dds para luego disminuir en la última fecha de evaluación en todos los cultivares de manera indistinta (Cuadro 2). Comportamiento similar ha sido reportado por Wilson (1984) quien afirma que la altura máxima en la planta del género *Xanthosoma* se logra a los 7 meses después de la siembra. El momento de inicio de la declinación del crecimiento vegetativo de las plantas de quequisque coincide con el inicio de la fase de engrosamiento de las estructuras subterráneas, proceso que concluye aproximadamente de acuerdo a las condiciones ambientales a los 9-10 meses. Este proceso inicia con la traslocación de los fotoasimilata hacia el cormo y cormelos, estructuras de reserva, que engrosarán y permanecerán en dormancia temporal hasta que hallan condiciones adecuadas para la brotación de la nueva generación de plantas.

Cuadro 2 Altura promedio de planta (cm) registrada por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.

Factores	Días después de la siembra					
	93	124	151	189	217	236
Cultivar						
Nueva Guinea	17.28 a	24.92 a	29.52 a	34.75 a	64.23 a	46.32 a
Blanco	16.83 a	26.63 a	26.82 a	32.93 a	53.02 a	41.50 a
Masaya	17.11 a	23.42 a	30.88 a	31.95 a	61.37 a	50.53 a
DMS	1.096	15.964	15.790	16.289	28.793	24.300
Condición						
Infectado	18.88 a	28.75 a	32.41 a	31.50 a	58.90 a	43.22 a
Sano	15.28 b	21.22 b	25.73 b	34.92 a	60.18 a	49.01 a
DMS	2.785	6.065	5.106	8.842	13.878	13.572

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = Diferencia mínima significativa

El análisis de varianza y la separación de medias practicado a los datos (Cuadro 2, Anexo Cuadro 1A) indica que entre los cultivares no se encontraron diferencias significativa, pero si las hubo entre las condiciones fitosanitarias.

El quequisque, independientemente de su lugar de procedencia, demandan para su desarrollo de importante suministro de agua fundamentalmente en los primeros 6 meses. Esto fue notorio en los resultados obtenidos en el presente ensayo, todos los cultivares fueron afectados de manera similar por la escasez de agua fundamentalmente en los primeros meses.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas en las plantas infestada (PI) tuvieron al inicio un mejor desarrollo en comparación con las plantas NI. Esto se debe a que las plantas NI pasaron 120 días en la estructura antiáfidos, la cual posee dos capas de tela; una para sombra y otra para mantener excluidos los áfidos. Esa circunstancia produjo cierto nivel de ahilamiento de los tejidos lo que es visible su elongación. Una vez restablecidas las plantas,

desarrollaron de manera superior a las plantas infestadas en las últimas tres evaluaciones, aunque no estadísticamente superiores.

En el Anexo (Cuadro 2A) se presentan los valores medios de la interacción en la variable altura de la planta.

4.1.2 Área foliar de la planta

Los cultivares tendieron a aumentar el área foliar de una manera sostenida y estadísticamente similares hasta los 217 dds, para luego disminuir a los 236 dds (Cuadro 3).

De igual manera, el área foliar registrada es ligeramente inferior a la registrada en zonas productoras del cultivo en ensayos de prueba de cultivares realizados por Loza y Cruz (2000), Acuña (2000), Picado y Velásquez (2001) y Arguello (2001). En el (Cuadro 3, Anexo Cuadro 1A) se presentan los resultados del análisis de varianza y la separación de medias realizado a los tres cultivares y la condición sanitaria.

Cuadro 3 Área foliar promedio de planta (cm²) registrada por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.

Factores	Días después de la siembra					
	93	124	151	189	217	236
Cultivar						
Nueva Guinea	163.00 a	266.92 a	346.00 a	531.90 a	1129.30 a	707.50 a
Blanco	201.03 a	402.80 a	378.20 a	597.10 a	913.40 a	658.70 a
Masaya	164.58 a	238.78 a	398.10 a	501.70 a	1029.00 a	740.80 a
DMS	200.550	354.810	488.510	502.290	1027.000	608.750
Condición						
Infectado	203.84 a	391.58 a	461.26 a	504.30 a	103.60 a	612.10 a
Sano	148.57 b	214.09 b	286.91 a	582.84 a	1044.10 a	792.60 a
DMS	53.220	143.400	179.830	156.240	492.190	301.880

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = Diferencia mínima significativa

A los 93 y 124 dds las plantas infestada obtuvieron áreas foliares estadísticamente diferentes a las plantas NI. Sin embargo, a partir de los 189 días después de la siembra las

plantas NI registraron valores numéricamente superiores al obtenido en las plantas infestadas (Cuadro 3).

Los resultados obtenidos en dicho estudio son muy similares con lo reportado por Wilson (1984), López *et al.*, (1995); Loza y Cruz (2000), Acuña (2000) y Castillo (2000) para quienes el máximo valor es alcanzado aproximadamente entre los 7 meses después de la siembra.

Según López *et al.*, (1995) el desarrollo del follaje de la planta madre y su contenido de materia seca se incrementa considerablemente, cuando las plantas se riegan en un segundo periodo (3 a 7 meses) que es cuando ocurre un rápido crecimiento en el follaje, iniciando con la formación de los cormos secundarios y finalizando cuando se obtiene el máximo desarrollo foliar.

En el Anexo (Cuadro 3A) se presentan los valores medios de la interacción en la variable área foliar.

4.1.3 Diámetro del pseudotallo

Los cultivares aumentaron de una manera sostenida el diámetro del pseudotallo hasta la quinta fecha, para luego decrecer a los 236 dds (Cuadro 4) Según López *et al* (1984) la materia seca en el pseudotallo de la planta madre aumenta considerablemente entre los 5 y 7 meses en los pseudotallos e hijos.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son ligeramente inferiores a los reportados por Loza y Cruz (2000), Acuña (2000), Picado y Velásquez (2001) y Argüello (2001) quienes trabajaron con dos de los cultivares reportadas en el presente, pero establecidos en áreas tradicionales de producción de quequisque.

La condición fitosanitaria de las plantas registró diferencia estadísticas significativas únicamente en las primeras dos evaluaciones (Cuadro 4, Anexo Cuadro 1A).

Cuadro 4 Diámetro promedio de pseudotallo de planta (cm) registrado por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.

Factores	Días después de la siembra					
	93	124	151	189	217	236
Cultivar						
Nueva Guinea	1.18 a	1.72 a	1.92 a	3.20 a	4.68 a	4.02 a
Blanco	1.15 a	2.43 a	2.07 a	2.78 a	4.23 a	3.28 a
Masaya	1.28 a	1.77 a	2.05 a	2.65 a	3.55 a	4.37 a
DMS	0.684	1.386	1.732	1.945	3.226	2.368
Condición						
Infectado	1.37 a	2.20 a	2.30 a	2.71 a	4.01 a	3.49 a
Sano	1.40 b	1.74 b	1.72 a	3.04 a	4.30 a	4.29 a
DMS	0.311	0.443	0.631	0.773	1.344	1.475

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = Diferencia mínima significativa

Según Castillo (2000) el número de hojas tiene una estrecha relación con la variable diámetro del cormo principal, por lo que la cantidad de hojas emitidas durante el desarrollo de las plantas influyen en la formación de entre nudos de tallos verdaderos que es el cormo primario lo que garantiza mayor biomasa y área para la formación de yemas.

En el Anexo (Cuadro 4A) se presentan los valores medios de la interacción en la variable diámetro del cormo.

4.1.4 Números de hojas

Las plantas evaluadas desarrollaron un número de hojas estadísticamente similar desde el momento de la siembra hasta la cosecha (Cuadro.5)

En el estudio no se encontraron diferencias estadísticas que favorecieron a algún cultivar o condición sanitaria en particular (Cuadro 5, Anexo Cuadro 1A).

El número de hojas presentes en una planta está en dependencia a las condiciones a que ha sido sometida más que a su condición genética. Lo que indica que la presencia del virus no afecta en cuánto al número de hojas en las plantas.

El presente estudio coincide con estudio reportado por Wilson (1984), citado por Marín *et al* (1994) señala que el número de hojas varía entre el tercer y séptimo mes y que este comportamiento va estar en dependencia del cultivar y el manejo del mismo.

Cuadro 5 Número promedio de hojas por planta registrado por cultivar y condición fitosanitaria, en las diferentes fechas de evaluación.

Factores	Días después de la siembra					
	93	124	151	189	217	236
Cultivar						
Nueva Guinea	3.40 a	3.18 a	2.92 a	3.12 a	3.90 a	3.60 a
Blanco	2.85 a	2.83 a	2.68 a	3.27 a	3.35 a	3.00 a
Masaya	3.13 a	3.02 a	2.98 a	2.95 a	3.50 a	3.42 a
DMS	1.096	0.774	0.540	1.741	0.631	1.147
Condición						
Infectado	3.27 a	3.07 a	3.09 a	2.87 b	3.53 a	3.19 a
Sano	3.99 a	2.94 a	2.63 a	3.35 a	3.53 a	3.49 a
DMS	0.416	0.333	0.498	0.413	0.495	0.564

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = Diferencia mínima significativa

En el Anexo (Cuadro 5A) se presentan los valores medios de la interacción en la variable número de hoja.

4.2 Variables de rendimiento

Los cultivares difirieron estadísticamente en las variables número y diámetro de cormelos (Cuadro 6, anexo Cuadro 1A). Los cultivares NG y MY registraron promedios de número de cormelos por plantas estadísticamente superior al cultivar Bco. e igual para diámetro del pseudotallo.

El rendimiento no presentó efecto significativo en los cultivares evaluados, pero si en las condiciones fitosanitarias (Cuadro 6). Estos rendimientos están muy cerca al rango reportado por el INTA (2000) y MAGFOR (2000) que está entre 19 y 22 t ha⁻¹ (300-350 qq mz⁻¹). Los bajos rendimientos en el presente estudio fue principalmente a las condiciones en que se desarrolló el cultivo.

Cuadro 6 Valores promedio de número, peso (g), diámetro y longitud de cormelos (cm) y rendimiento (kg.ha⁻¹) estimado por cultivar y por condición fitosanitaria.

Factores	Componentes de rendimiento					
	No. de cormelo	Longitud de cormelo (cm)	Diámetro de cormelo (cm)	Peso de Cormelo (g)	Rendimiento kg ha ⁻¹	qq mz ⁻¹
Cultivar						
Nueva Guinea	3.40a	3.18 a	2.92 a	3.12 a	14794.4 a	228.9
Blanco	2.85 b	2.83 a	2.68 b	3.27 a	17058.8 a	263.9
Masaya	3.15 a	3.02 a	2.98 a	2.95 a	16159.2 a	249.9
DMS	0.275	0.774	0.14	1.741	3302.6	51.09
Condición						
Infectado	3.27 b	3.07 a	3.09 a	2.87 b	13839.3 b	214.1
Sano	3.99 a	2.94 a	2.63 a	3.35 a	18168.9 a	281.1
DMS	0.416	0.333	0.498.	0.413	1654.00	25.588

Promedios con igual letra no difieren estadísticamente (Tukey $\alpha = 0.05$)

DMS = Diferencia mínima significativa

Estos resultados son ligeramente inferiores a estudios reportados por Loza y Cruz (2000), Acuña (2000) y Arguello (2001), quienes trabajaron con dos de los cultivares reportadas en el presente estudio, pero establecidos en áreas tradicionales de producción de quequisque. El mayor número de cormelos/planta obtenido por los cultivares Bco y NG puede ser explicado por la condición genética.

En vitroplantas del cultivar MY el número promedio de cormelos por planta obtenidos en el ensayo coinciden con los valores reportados por Acuña y García (2000) con el mismo, quienes reportan estadísticamente los mejores resultados con un promedio (10.8), seguido de las plantas obtenidas a partir de las técnicas TRAS y convencional. Que de igual manera los valores aquí reportados son ligeramente superiores a los obtenidos por Zok *et. al.*, (1997) quienes registran entre 6.3-12.44 cormelos por vitroplantas.

El cultivar Bco obtuvo de manera consistente valores destacados en los componentes del rendimiento evaluados, lo que redundó en un mayor rendimiento estimado en comparación con los otros cultivares evaluados (Cuadro 6).

A pesar de que las plantas del cultivar MY produjeron los promedios inferiores en número de cormelos por planta, los rendimientos estimados obtenidos por ellos superó al registrado por el cultivar NG. Esto puede explicarse por el mayor peso y diámetro de los cormelos.

Las plantas con distinta condición fitosanitaria difirieron estadísticamente en el número de cormelos únicamente. Las plantas NI produjeron promedio superior de 1.5 cormos en relación a las plantas infestadas. Además, el rendimiento estimado de las plantas NI fue superior a las plantas infectadas en 31.3%, como resultado de haber presentado mayores valores de peso, diámetro y longitud de cormelos.

En el Anexo (Cuadro 6A) se presentan los valores medios de la interacción en la variable número de corno (NCOR), largo (LCOR), diámetro (DCOR) y peso del corno (PESO) y de rendimiento (REND).

4.3 Porcentaje de reinfección con el *DMV*

En la figura 2 se presentan los datos obtenidos al realizar periódicamente la prueba ELISA a muestras de hojas de plantas NI de los tres cultivares de quequisque en diferentes momentos del ciclo del cultivo.

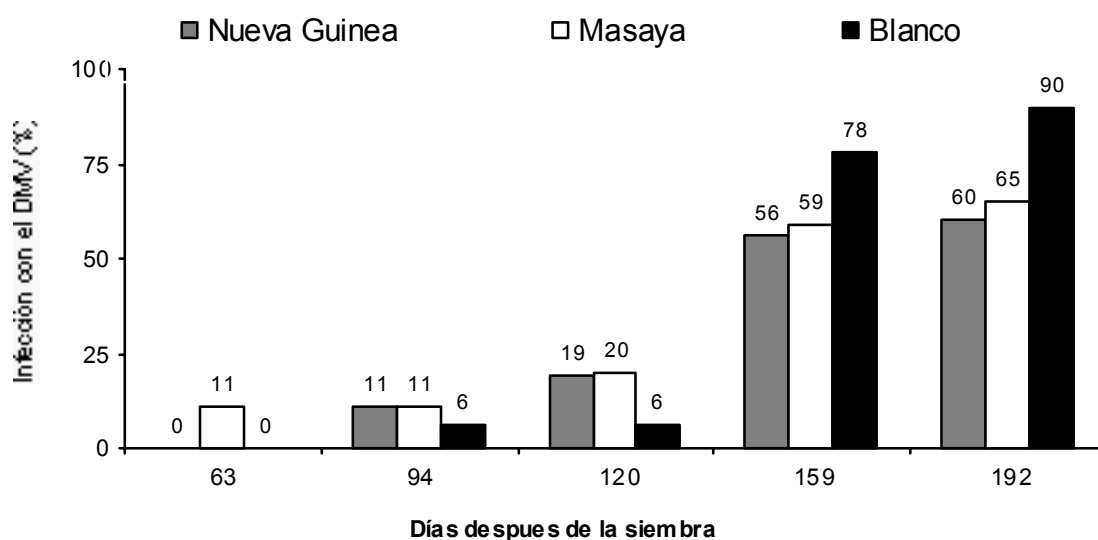


Figura 2. Porcentaje de plantas no infestada (NI) de los tres cultivares de quequisque reinfectadas con el *DMV* en las diferentes fechas de evaluación.

La tasa de reinfección de las plantas NI de los tres cultivares incrementó con el aumento del número de días transcurridos después de la siembra. El cultivar Bco registró valores superiores a los obtenidos en los dos otros cultivares. Los cultivares MY y NG registraron porcentajes de reinfección muy similares de manera sostenida en las últimas 4 evaluaciones (Figura 2). La reinfección con *DMV* en las plantas NI ocurrió en un período relativamente corto, prácticamente durante el primer ciclo de vida de las plantas sanas, coincidiendo con Pernezny *et al.*, (2004) para quienes la diseminación y el período de infección con el *DMV* en el campo puede ser muy rápida. En el presente estudio se reporta un aumento súbito en los porcentajes de plantas reinfectadas en los tres cultivares a los 159 dds (Figura 2). Este momento coincide con el período en que poblaciones de cultivos que rodeaban el ensayo (gandul, camote y fríjol mungo) fueron cosechados. Las poblaciones de insectos se encontraron entonces en las plantas del ensayo siendo un cultivo hospedero. Entre los

insectos movilizados al nuevo cultivo se encontraron especímenes de áfidos y el que estaba presente fue *Aphis gossypii*; según la literatura menciona que este insecto es transmisor del DMV.

Para Hartman y Kester (1985) la intensidad con que un virus afecta a un clon depende de las características del virus, de la tolerancia de un clon específico al mismo y a veces de las circunstancias concurrentes. En el presente estudio no se puede asegurar que hubo algún nivel de tolerancia de los cultivares a la afectación con el virus, sin embargo las diferencias en valores de reinfección entre ellos podría explicarse por la aparente predilección alimentaria del insecto vector, específicamente hacia el cultivar Bco. No obstante, la tendencia en los porcentajes de reinfección indicó que de haberse prolongado el período de convivencia planta-vector, la totalidad de las plantas NI, independiente del cultivo, hubieran sido definitivamente reinfectadas.

El *DMV* es transmitido de manera no persistente casi exclusivamente por áfidos o pulgones (Brunt *et al.*, 1996), ampliando que el *DMV* no puede ser transmitido por contacto entre las plantas, ni por semilla, ni a través del polen, pero si por inoculación mecánica. Se debe también plantear que la utilización de material de propagación de plantas infectadas, como ya se mencionó, es otra manera de diseminar esta enfermedad. En este estudio, una especie de áfido colectado en el ensayo y adecuadamente identificado, como se especificará posteriormente, fue el posible causante de la diseminación del *DMV* entre las plantas. Esta misma especie de insecto fue reportada por Rivers (2004), siendo este el posible agente vector del *DMV* en un estudio similar en malanga establecido en la misma zona donde se realizó el presente ensayo.

4.4 Colecta de insectos

En el Cuadro 7 se presentan las diferentes especies de insectos encontrados en los tres muestreos realizados a los 60, 80 y 100 dds.

Cuadro 7. Identificación de insectos encontrados en el ensayo.

Orden	Familia	Nombre científico
Díptera	<i>Syrphidae</i>	
	<i>Tachinidae</i>	
	<i>Muscidae</i>	
Homóptera	<i>Aphididae</i>	<i>Aphis gossypii</i>
	<i>Cicadellidae</i>	<i>Sibobia</i> sp.
	<i>Acanolidae</i>	
Coleóptero	<i>Scarabeidae</i>	
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Epitrix</i> sp.
	<i>Cicindelidae</i>	
Himenóptero	<i>Apidae</i>	<i>Apis mellifera</i>
	<i>Braconidae</i>	
	<i>Formicidae</i>	<i>Atta</i> sp.
	<i>Vespidae</i>	<i>Polybia</i> sp.
	<i>Sphecidae</i>	
Lepidóptero	<i>Piralidae</i>	
	<i>Hesperiidae</i>	
Hemíptera	<i>Lygaeidae</i>	<i>Geocoris</i> sp.
	<i>Miradae</i>	

Existen tres especies de áfidos reportados ser transmisores del DMV a nivel mundial, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* y *Aphis gossypii*, este último se identificó en el envés de las hojas de las plantas de los tres cultivares. Como ya se mencionó *Aphis gossypii* fue el posible transmisor del virus (DMV) desde las vitroplantas infestadas hacia las no infestadas. Las otras especies de áfidos vectores reportados en la literatura no fueron encontrados.

El quequisque no es un cultivo hospedero de muchos insectos (MAGFOR, 1995), sin embargo durante la colecta de insectos se encontró una regular cantidad de especies. Como ya se ha mencionado, la migración masiva de insectos hacia las plantas del ensayo fue

motivada por la cosecha de poblaciones de plantas de otros cultivos establecidos alrededor del ensayo.

La técnica de cultivo de tejidos vegetales ha sido empleada para la obtención y reproducción de plantas libres de virus en una amplia gama de aroides ornamentales y comestibles. Torres *et al.*, (1994); Valverde *et al.*, (1997); Zok *et al.*, (1997) y Dottin (2000) reportan aumentos importantes y significativos en el rendimiento de las plantas libres de virus en relación a las plantas propagadas por medios convencionales. Sin embargo el uso directo de vitroplantas por parte de los cultivadores de quequisque tiene dos principales desventajas: el costo de producción de una planta, que hace prohibitivo su uso (Pernezny *et al.*, 2004; Saborío 2004; Valverde 1997; Torres *et al.*, 1994); y la rápida reinfección de las plantas con el DMV una vez establecidas en el campo (Zettler & Hartman, 1987; Pernezny *et al.*, 2004).

El establecimiento de plantaciones de vitroplantas libres de virus en zonas donde no haya o haya poca presión de inóculo, contribuiría a solucionar la necesidad de material de siembra con calidad fitosanitaria. La existencia en zonas aisladas, por distancia, o por fenómenos orográficos o hidrográficos (diferencias de altura, islas, etc) del insecto vector no representa ningún problema al no existir la fuente de inóculo inicial. Las plantas desarrolladas en estas condiciones pueden ser multiplicadas 2 ó 3 ciclos y utilizadas exclusivamente para material de siembra, sin reducción significativa de la condición fitosanitaria.

El presente estudio fue establecido en una zona no tradicional del cultivo de quequisque, donde las condiciones de humedad no son óptimas. Esas mismas condiciones indujeron a un comportamiento general discreto de las plantas. El mismo efecto detrimental sobre el rendimiento tendría si se estableciera una población totalmente libre del virus en las misma zona, pero el material de siembra, "la semilla" (cormelos) estaría libre del virus y del Mal seco, el otro gran problema de la producción quequisquera nacional.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la localidad en donde se estableció el presente experimento, se concluye lo siguiente:

- Las variables morfológicas evaluadas en los diferentes momentos, y en los tres cultivares, no tuvieron efecto significativo. Por otro lado, en las condiciones fitosanitarias (sana e infestada) sólo las variables altura de planta, área foliar y diámetro del pseudotallo mostraron diferencias significativas en las primeras tres evaluaciones (93, 124 y 151 dds). Los factores en la mayoría de los momentos evaluados presentaron independencia, ya que no se encontró significancia estadística en las variables.
- El número de cormelos resultó altamente significativo para los efectos principales, en cambio el rendimiento presentó efecto significativo en las condiciones fitosanitarias, pero no en los cultivares e interacción, lo que indica la independencia de los factores.
- El porcentaje de reinfección con el DMV en las plantas NI se mantuvo bajo y estable en los primeros 120 dds, para luego incrementarse a los 160 dds. El aumento repentino del porcentaje de reinfección coincidió con el momento de cosecha de los cultivos aledaños, obteniéndose los mayores rendimientos en la condición sana.
- En el experimento se encontraron especímenes de áfidos y el que estaba presente fue *Aphis gossypii*; Según la literatura menciona que este insecto es transmisor del DMV.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una recuperación o sistematización sobre manejo agronómico, evaluación de rendimiento y propiedades organolépticas de los cultivares estudiados.
- Poner en práctica metodologías o manejo de protección de plantas para el aislamiento completo de infección en las diferentes etapas fenológicas de los cultivares estudiados.
- Utilizar otras técnicas de análisis molecular para la detección de virus con el objetivo de tener mayor precisión en los resultados de evaluación de plantas sanas e infectadas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, S. L.** 2001. Comportamiento de dos cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott), obtenidas a través de dos técnicas de propagación, establecidas en condiciones de Yolaina, municipio de Nueva Guinea. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 43 p.
- Acuña, P. M.** 2000. Comportamiento de tres cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) en la comunidad de la Poma, Masaya. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 38 p.
- Arguello, W. A.** 2001. Comportamiento agronómico de dos cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott), en condiciones de Yolaina, Nueva Guinea, primera. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 37 p.
- Brunt, A. A. K., Crabtree, M. J., Dallwitz, A. J., Gibbs L., Watson & E.J Zurcher** 1996. Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. <http://biology.anu.edu.au/Groups/MES/vide/>.
- Castillo, L. J.** 2000. Comportamiento de dos genotipos clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) en condiciones de REGEN-UNA, Managua, postrera 99-00. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 34 p.
- Centro de Exportaciones e Inversiones (CEI 2005).** Situación de los productos agrícolas no tradicionales. 16 p.
- Dottin, M.** 1997. Tecnología para la micropropagación *in vitro* de clones de *Xanthosoma sagittifolium* (L). Tesis de Maestría. Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba. p 99.
- Doctin, M. P.** 2000. Propagación *in vitro* de (*Xanthosoma sagittifolium* (L) schott). Tesis de doctorado. Universidad Central de la Villas. UCLV-Cuba.
- García, A. A., M, E. Acuña** 2000. Comportamiento en condiciones de Masaya de plantas de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) Cultivadas en Masaya, obtenidas de tres técnicas de propagación. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 39 p.
- Gollifer, D. E., Jackson, G.V.H., Dabek, A.J.; Plumb, R.T. and May, Y.Y.** 1977. Pesticide Articles and News Summaries 23: 171.

- Góngora, J.** (1997). Evaluación fitosanitaria del cultivo de jengibre (*Zingiber officinale*) en Nueva Guinea y El Rama. Trabajo de tesis. Managua-Nicaragua. CATIE-INTA (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 23 p.
- Grío, J.,** (2001). Comportamiento de tres genotipos clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) en la comunidad de Santa Clara, Nueva Guinea, postrera 99-00. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 38p.
- Hartman, J. E. & D. E. Kester.** 1985. Propagación de plantas. Principios y practicas. 807 p.
- INTA,** 2000. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Cultivo de quequisque. Guía tecnológica 24. 21 p.
- Laguna, I. G., Salazar, L. G., López, J. F.** 1983. Enfermedades fungosas y bacterianas de las araceas *Xanthosoma* sp. y *Colocacia esculenta* (L) Schott en Costa Rica. Boletín técnico. No. 10:28.
- López, Z. M., Vázquez, B. E., López, F, R.** 1984. Raíces y tubérculos. Ed. A Valdivieso. Habana, Cuba. Cu. Pueblo y Educación. 304 p.
- López, Z. M. E., Vázquez B, R. López F.** 1995. Raíces y tubérculos. 312 p.
- Loza, S. J. A., C. Cardona, R.** 2000. Comportamiento de dos cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott), en condicones de Yolaina, Nueva Guinea, postrera 99-00. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 34 p.
- MAG.** (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 1995. El quequisque en el mercado internacional. Agricultura & Desarrollo. No. 10:1-12.
- MAG.** 1971. Catastro e Investigación de recursos en Nicaragua. Volumen 1. Parte 2 levantamiento de suelos de la región del pacífico de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 15 p.
- MAG-FOR.** 1995. Agricultura y Desarrollo. Dirección general de información y apoyo al productor. No. 10, junio.
- MAG-FOR.** 2000. Producción y comercialización de la malanga. Agricultura y desarrollo. No. 60, Pág. 1-11, septiembre del 2000.

- MAG-FOR.** 2003. Informe de producción agropecuaria de Nicaragua 2002-2003. Dirección de estadísticas del MAGFOR.
- Marin, F. V., J. D. Cisne C, & S. Castrillo V.** 1994. Estudio sobre el comportamiento de clones de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*), malanga (*Colocasia esculenta*) y jengibre (*Zingiber officinalis*). Proyecto de Desarrollo Integral de Rio San Juan. 47 p.
- Monterroso, S. D.** 1996. Jengibre y quequisque. Cultivos priorizados en el trópico húmedo. Situación actual, pronóstico fitosanitario y propuesta para la implementación de MIP con pequeños productores. CATIE-INTA. 37 pp.
- Morales, C. R.** 1987. Manual de laboratorio de fisiología vegetal. Editorial Nueva Nicaragua. UNAN-Managua Nicaragua. 189 p.
- Morales, F. J, and Zettler, F. W.** 1977. Fitopatol. Columb. 6: 134. Folleto.
- Morosita, M.** 1988. Taro (*Colocacia esculenta* Schoot) Biotechnology y Agriculture and Forestry, vol. 6. 14 p.
- Nome, S.** 1991. Prueba de detección de virus, viroides y organismos fitopatógenos sistémicos aplicados a cultivo de tejidos. En: Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y aplicaciones. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Ed. Mroginski LA, Roca MV. 634-636.
- Pernezny, K., Lamberts, M, & Ramos, L.** 2004. Tropical vegetable diseases: I. University of Florida, IFAS extensión (<http://edis.ifas.ufl.edu/BODY-VH053>).
- Picado, R. F. A., J. Velásquez G.** 2001. Comportamiento agronómico de tres cultivares clonales de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium* (L) Schott) en condiciones de Pacayita, Masaya. Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 37 p.
- Ramírez, P.** 1985. Aislamiento y Caracterización del Virus del Dasheen Mosaic Virus (DMV) en Costa Rica. Turrialba. Vol. 35. No. pp. 279-283.
- Reyes, C. G.** 1996. Diagnóstico, saneamiento y propagación *in vitro* de clones de quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*) utilizado en Rio San Juan y Nueva Guinea. 10 p.
- Rivers, C. E.** 2004. Incidencia del virus del mosaico del dasheen (DMV) y producción de plantas libres del virus en tres clones de malanga (*Colocacia* sp.). Trabajo de Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 23p.

- Rojas, C, R.** 1998. Reproducción de semillas limpia de Tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium* y *Xanthosoma violaceum*) blanco y morado a partir de plántulas *in Vitro*. Eds. A. Silva, M. Hernández. Serie Brunca. CR. p 39.
- Saborío, T., G. Umaña, W., Solano, G. Ureña, G., Muñoz, N. Hidalgo & A. Brenes,** 2004. Mejoramiento genético del tiquisque (*Xanthosoma sagittifolium*) contra el mal Seco. Memoria REDBIO 2004. Talleres. www.redbio.org/rdominicana/redbio2004rd/Memoria_2004/Talleres_PDEF/t14_PDF/t14-08.pdf
- Saborío, F., Torres, S, and Gómez, L.** 1998. Development of a clean-planting-material production system on tropical root and tuber crops, using *in vitro*. Propagated Plants. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica, San Pedro San José, Costa Rica Proc. Int. Symp. Biotechnology Tropical & Subtropical Species. ED. R. a. Drew. Acta Hort. 461, ISHS. pp 495-499.
- Torres, S., Gómez, L., Valverde, R., Arias, O, and Torpe, T.** 1994. Micropropagation and field performance of virus free white cocoyan (*Xanthosoma sagittifolium* L Schott) in Costa Rica. In: Proceedings of the 30th Annual Meeting. St. Thomas. P. 137-145.
- Valverde, R., Gómez, L., Saborío, F., Tórrez, S., Arias, O, and Torpe, T.** 1997. Field evaluation of dasheen mosaic virus-free cocoyam plants produced by *in vitro* techniques. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. Scientia Horticultura. 68pp. 37-47.
- Wilson, J. E.** 1984. *cocoyam*. In: The physiology of Tropical Field Crops. Ed. Goldsworthy R. P and Fisher N. M. pág. 589-605.
- Zettler, F., W. Hartman, R. D.** 1987. Dasheen mosaic virus as a pathogen of cultivated aroids and control of the virus by tissue culture, Plant Disease. 71 (11): 958-963.
- Zok, S., Ndzana and Nyochembeng, L.** 1997. J. Agric. P. R. Submitted to Editorial Board 4 November 1993. J ay P. Johnson Biotechnology Laboratory, Institute of Agronomic Research, PMB 25 Buea, Cameroon. 81 (3-4): p133-139.

Anexos

Cuadro 1A. Significancia estadística ($Pr > F$) y parámetros estadísticos en los factores y variables estudiadas

Variable	Variable y factores						
	Bloque	cultivar	Condición	Cul * Cond	R	CV(a)	CV(b)
Altura (cm)							
93 dds	0.0690	0.9836	0.0195	0.1474	0.91	25.33	14.13
124 dds	0.5975	0.7844	0.0228	0.5834	0.79	31.04	21.04
151 dds	0.3424	0.6739	0.0186	0.0467	0.88	26.40	15.22
189 dds	0.0938	0.8316	0.3803	0.7872	0.72	23.83	23.09
217 dds	0.2566	0.4327	0.8292	0.9327	0.69	23.50	20.21
236 dds	0.1061	0.4826	0.3368	0.9497	0.72	25.60	25.51
Area (cm ²)							
93 dds	0.0954	0.7612	0.0440	0.2845	0.92	55.31	26.18
124 dds	0.6163	0.7170	0.0231	0.4408	0.82	55.31	41.05
151 dds	0.5323	0.9303	0.0553	0.4092	0.77	56.94	41.67
189 dds	0.2450	0.7980	0.2647	0.1581	0.85	44.91	24.92
217 dds	0.3901	0.7688	0.8470	0.7683	0.63	63.56	41.67
236 dds	0.1247	0.8925	0.1937	0.5086	0.74	25.61	37.26
Diámetro (cm)							
93 dds	0.0748	0.7822	0.0445	0.2348	0.85	31.67	22.38
124 dds	0.9496	0.2361	0.0454	0.2922	0.85	34.05	19.45
151 dds	0.2932	0.9452	0.0664	0.2196	0.81	41.92	27.21
189 dds	0.2795	0.6139	0.3322	0.2432	0.78	32.75	23.29
217 dds	0.2487	0.5121	0.6179	0.8439	0.75	37.79	28.05
236 dds	0.0659	0.3492	0.2326	0.8758	0.74	29.53	32.87
Hoja							
93 dds	0.1653	0.3088	0.1533	0.0256	0.88	17.03	11.52
124 dds	0.2149	0.3672	0.3650	0.1898	0.80	12.43	9.59
151 dds	0.0324	0.2310	0.0663	0.6622	0.72	9.25	15.08
189 dds	0.4162	0.8187	0.0275	0.8770	0.88	27.09	11.51
217 dds	0.3941	0.0782	0.6389	0.8462	0.60	8.38	11.98
236 dds	0.1215	0.2732	0.2411	0.9147	0.78	16.72	14.65
No. cormelos	0.8634	0.0115	0.0007	0.1336	0.96	5.79	3.74
Long cor (cm)	0.5010	0.5504	0.4186	0.5671	0.56	28.23	36.30
Diám cor (cm)	0.1729	0.0120	0.1354	0.9800	0.64	5.84	16.03
Pes. corm (g)	0.6891	0.4359	0.1367	0.3970	0.73	30.33	27.85
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	0.8446	0.1582	0.0007	0.1033	0.9102	8.95	7.94

Cul*Cond. = cultivar*condición, R₂ = Coeficiente de determinación

CV(a) = Coeficiente de variación en la parcela grande, CV(b) = Coeficiente de variación en la parcela pequeña,

Si $Pr \leq 0.05$ es significativo ($\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo ($Pr > 0.05$)

Cuadro 2A. Valores medios de la interacción en la variable altura de planta

	Días después de la siembra											
	93		124		151		189		217		236	
	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana
Blanco	16.83	16.83	29.87	23.40	27.23	26.40	32.40	33.47	3.83	52.20	39.00	44.00
Masaya	19.40	14.83	25.87	20.97	32.37	29.40	28.47	35.43	60.33	62.40	46.40	54.67
Nva. Guinea	20.40	14.16	30.53	19.30	37.63	21.40	33.63	35.87	62.53	65.93	44.27	48.37
DSH	14.0637		25.2179		24.9420		25.7322		45.4847		38.3900	

DMS = Diferencia mínima significativa

Cuadro 3A. Valores medios de la interacción en la variable área foliar

	Días después de la siembra											
	93		124		151		189		217		236	
	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana
Blanco	212.03	190.03	502.43	303.17	409.53	346.80	651.73	542.37	980.90	845.90	564.07	753.23
Masaya	181.93	147.23	273.73	202.83	469.80	326.40	381.27	622.20	914.00	1143.97	602.27	879.37
Nva. Guinea	217.57	108.43	398.57	135.27	504.43	187.53	479.90	583.97	1115.93	1142.57	669.83	745.13
DSH	316.7985		560.4805		0.8538		793.4669		1622.4154		961.6383	

DMS = Diferencia mínima significativa

Cuadro 4A. Valores medios de la interacción en la variable diámetro del cormo

	Días después de la siembra											
	93		124		151		189		217		236	
	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana	Infecteda	Sana
Blanco	1.17	1.13	2.53	2.33	2.20	1.93	2.97	2.60	3.57	3.53	2.9	3.67
Masaya	1.43	1.13	1.90	1.63	2.13	1.97	2.10	3.20	3.87	4.60	3.77	4.97
Nva. Guinea	1.50	0.87	2.17	1.27	2.57	1.27	3.07	3.33	4.60	4.77	3.80	4.23
DSH	1.0809		2.1902		2.7369		3.0732		5.0961		3.7345	

DMS = Diferencia mínima significativa

Cuadro 5A. Valores medios de la interacción en la variable número de hoja

	Días después de la siembra											
	93		124		151		189		217		236	
	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana
Blanco	2.53	3.17	2.73	2.93	2.90	2.47	3.00	3.53	3.27	3.43	2.83	3.17
Masaya	3.50	2.77	3.07	2.97	3.10	2.87	2.67	3.23	3.53	3.47	3.33	3.50
Nva. Guinea	3.77	3.03	3.43	2.93	3.27	2.57	2.93	3.30	3.80	4.00	3.40	3.80
DSH	1.7322		1.2206		0.8532		2.7497		1.0092		1.8115	

DMS = Diferencia mínima significativa

Cuadro 6A. Valores medios de la interacción en las variables número de corno (NCOR), longitud (LCOR), diámetro (DCOR) y peso del corno (PESO), y rendimiento (REND) en kg ha⁻¹

	NCOR		LCOR		DCOR		PESO		REND	
	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana	Infectada	Sana
Blanco	10.56	12.67	14.53	13.60	3.23	3.73	75.77	122.47	13984.09	20133.57
Masaya	9.20	10.13	10.63	15.83	3.60	4.10	93.57	98.20	15185.56	17132.79
Nva. Guinea	10.40	12.00	10.15	12.17	2.80	3.33	67.60	82.30	12348.38	17240.35
DSH	2.0421		11.6103		0.6662		90.0202		8000.23	

DMS = Diferencia mínima significativa