

**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD DE LA VIROSIS  
DEL ÑAME (*Dioscorea* sp) EN CINCO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO  
DE SUCRE.**

**IRIS ROCÍO PAYARES DÍAZ**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**SINCELEJO  
2002**

**EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD VIROSIS DEL  
ÑAME (*Dioscorea* sp) EN CINCO MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO DE  
SUCRE.**

**IRIS ROCÍO PAYARES DÍAZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Biólogo con énfasis en Biotecnología**

**Director**

**JAVIER DARÍO BELTRÁN, Ph. D**

**Codirector**

**ANTONIO MARÍA PÉREZ, Msc**

**UNIVERSIDAD DE SUCRE  
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**

**SINCELEJO**

**2002**

## DEDICATORIA

A mi madre Etelvina,  
A mi padre José,  
A mi hermano José Luis,  
A Juan Camilo,  
A mi familia.

Por fin he terminado.

## AGRADECIMIENTOS

### EL APRENDIZ

El hombre fue y al Ser, comenzó a existir.  
Existió y empezó a ver, vio y quiso conocer.  
Conoció y supo, y sabiendo, se empeñó en creer.  
Creyó y aprendió a amar, amó y nació de nuevo.

**Camila Yves D' Alvédre**

Agradezco a Dios, por dirigir mis pasos y haberme permitido culminar este proceso siendo mi faro y mi luz.

A la Universidad de Sucre en cuyo seno se forjó mi pensamiento.

A mi Madre, Etelvina y a mi Padre José de quienes herede la sensibilidad para percibir la naturaleza que me rodea, y la capacidad de sombro. A mi Hermano, José Luis y a mi tía Carmencita, que siempre me han brindado su apoyo incondicional.

A los Señores Cesar Reyes, Jesús Pérez, José Ortega, Manuel Tamara, Leonidas Martínez, entre otros productores de ñame por su amable colaboración.

A Robinson Salazar, por brindarme su mano en las visitas al campo y darme fortaleza, a Saidy y Juan Manuel Díaz por todas esas horas de trabajo.

A William, Alejandro, Carlos, Giovanni, Samira, Libia María, María José, Mario, gracias por su apoyo.

A Rubén Darío Patiño, por mostrarme una gama de posibilidades. A Hernando Gómez por encaminar mis ideas y compartir las suya. A mi Director, Javier Darío Beltrán, por tenderme la mano cuando amenazaba tempestad, a mi Codirector, Antonio María Pérez, por sus valiosas observaciones. A Carolina Navarro, Mirna Luz, Maira, Arturo Doncel, Don Gustavo, Don Rufino y Don Pablo por su apoyo y colaboración.

Y a todas aquellas personas que con su apoyo desinteresado y altruista contribuyeron con mi formación académica, humanística y espiritual.

## CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	17
2. JUSTIFICACIÓN .....	20
3. OBJETIVOS.....	22
3.1 GENERAL.....	22
3.2 ESPECÍFICOS.....	22
4. MARCO REFERENCIAL.....	23
4.1 GENERALIDADES.....	23
4.1.1 Descripción taxonómica del género <i>Dioscorea</i> .....	23
4.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.....	24
4.3 ESPECIES CULTIVADAS EN LA COSTACARIBE COLOMBIANA .....	25
4.3.1 <i>Dioscorea alata</i> , L .....	25
4.3.2 <i>Dioscorea rotundata</i> , Poir .....	26
4.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y QUÍMICA DEL ÑAME.....	27
4.5 EL CULTIVO DEL ÑAME EN COLOMBIA .....	27
4.6 PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL ÑAME .....	30
4.7 ENFERMEDADES VIRALES EN PLANTAS.....	31
4.7.1 Síntomas de las enfermedades virales en plantas .....	32
4.7.2 Descripción de los principales agentes virales en ñame .....	34
4.8 DETECCIÓN DE LOS VIRUS .....	38
4.8.1 Observaciones visuales .....	39
4.8.2 Pruebas de transmisión mecánica .....	39
4.8.3 Prueba inmunoenzimática ELISA .....	39

<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>41</b>
5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....	41
5.2 LOCALIZACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ESTUDIO .....	41
5.2.1 Corozal .....	41
5.2.2 Los Palmitos .....	41
5.2.3 Sampués.....	41
5.2.4 San Juan de Betulia .....	42
5.2.5 Sincelejo .....	42
5.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA DE LAS SEMILLAS....	42
5.3.1 Corozal .....	42
5.3.2 Los Palmitos .....	43
5.3.3 Sampués.....	43
5.3.4 San Juan de Betulia .....	43
5.3.5 Sincelejo .....	44
5.4 OBSERVACIONES DE CAMPO .....	44
5.5 RECOLECCIÓN DE LOS TUBÉRCULOS DE PLANTAS SINTOMÁTICAS Y ASINTOMÁTICAS .....	45
5.6 SIEMBRA DE LOS TUBÉRCULOS RECOLECTADOS EN CAMPO .....	46
5.7 DESINFECCIÓN DE LOS TUBÉRCULOS .....	46
5.8 DIAGNOSTICO DEL MATERIAL RECOLECTADO EN CAMPO .....	47
5.8.1 PRUEBA DE ELISA .....	47
5.8.2 TRANSMISIÓN MECÁNICA .....	48
5.9 DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	49
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>51</b>
6.1 ASPECTOS GENERALES DE LOS CULTIVOS EN LOS MUNICIPIOS DE ESTUDIO.....	51
6.1.1 Corozal .....	51
6.1.2 Los Palmitos .....	51

6.1.3	Sampués.....	52
6.1.4	San Juan de Betulia .....	52
6.1.5	Sincelejo .....	52
6.2	SINTOMATOLOGÍA OBSERVADA EN CAMPO .....	53
6.3	INCIDENCIA DE LA VIROSIS DEL ÑAME EN LOS CINCO MUNICIPIOS .....	71
6.4	PRODUCTIVIDAD DE TUBÉRCULOS DE PLANTAS SINTOMÁTICAS Y ASINTOMÁTICAS .....	72
6.5	RESULTADOS DE LAS OBSERVACIONES DE LOS TUBÉRCULOS SINTOMÁTICOS RECOLECTADOS EN CAMPO Y SEMBRADOS EN CASA MALLA .....	85
6.6	RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO DE VIRUS DEL MATERIAL RECOLECTADO EN CAMPO EN LOS CINCO MUNICIPIOS .....	88
6.6.1	PRUEBA DE ELISA .....	88
6.6.2	TRANSMISIÓN MECÁNICA .....	89
7.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>95</b>
8.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>97</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>99</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>113</b>

## LISTA DE CUADROS

		<b>Pag.</b>
Cuadro 1.	Municipios productores de ñame del departamento de Sucre – Año 1999 .....	30
Cuadro 2.	Cultivares asociados al ñame .....	53
Cuadro 3.	Porcentaje de Sintomatología para cada municipio .....	64
Cuadro 4.	Numero de plantas muestreadas y porcentaje de plantas sintomáticas por especie .....	65
Cuadro 5.	Incidencia de Virosis a partir de la sintomatología .....	72
Cuadro 6.	Influencia de la virosis en <i>D. alata</i> cv. “oso” sobre la producción de ñame (gr./planta) en diferentes municipios del departamento de Sucre .....	75
Cuadro 7.	Influencia de la virosis en <i>Dioscorea alata</i> cv. “Diamante 22” sobre la producción de ñame (gr./planta) en diferentes municipios del departamento de Sucre .....	78
Cuadro 8.	Influencia de la virosis en <i>D. rotundata</i> cv “espino” sobre la producción de ñame (gr./planta) en diferentes municipios del departamento de Sucre .....	80
Cuadro 9.	Incidencia de la virosis sobre <i>Dioscorea</i> spp en el del departamento de Sucre y sus efectos sobre la producción de ñame .....	81



Cuadro 10.	Comparación de la precipitación media anual del año 2000 y la precipitación media histórica en los municipios del estudio .....	84
Cuadro 11.	Rendimiento del ñame (Kg./ha) en diferentes municipios del departamento de Sucre años 1998 y 1999 .....	85
Cuadro 12.	Procedencia y sintomatología de las plantas positivas del ELISA – DAS para <i>Poivyvirus</i> .....	89

## LISTA DE FIGURAS

		<b>Pag</b>
Figura 1.	Ilustración del recorrido en los cultivos .....	45
Figura 2.	Síntoma de bandeado transversal. <i>Dioscorea alata</i> cv. "oso". Finca La Montañita (Betulia) .....	54
Figura 3.	Sintomatología de bandeado transversal. <i>D. rotundata</i> . Parcela El Limón (Hatillo – Los Palmitos).....	55
Figura 4a.	Sintomatología de moteado. <i>D. alata</i> cv. "oso" en Don Alonso. Corozal. (positiva para transmisión mecánica) .....	56
Figura 4b.	Sintomatología de moteado. <i>D. alata</i> cv. "Diamante 22" en El laberinto – Betulia. (positiva para transmisión mecánica).....	56
Figura 5a.	Sintomatología Mosaico clorótico ó Manchas cloróticas. <i>D. alata</i> cv. "oso" en Palmito – Los Palmitos .....	57
Figura 5b.	Sintomatología Mosaico clorótico ó manchas cloróticas <i>D. rotundata</i> en El Limón (Hatillo). Los Palmitos.....	57
Figura 6.	Sintomatología de Mosaico clorótico ó Manchas cloróticas <i>D. rotundata</i> . Mateo Pérez. Sampués Positiva por PCR para YMV (cepa africana).....	58
Figura 7a.	Sintomatología de mosaico. <i>D. alata</i> cv. "Diamante 22" Los Pérez – Sampués.....	59
Figura 7b.	Sintomatología de mosaico. <i>D. rotundata</i> . Castañeda. Sincelejo.....	59
Figura 8.	Sintomatología de Mosaico. <i>D. rotundata</i> en Los Pérez. Sampués.....	59
Figura 9.	Sintomatología de clorosis en <i>D. rotundata</i> en La Montañita San Juan de Betulia .....	60

Figura 10.	Sintomatología de moteado verde en <i>D. rotundata</i> en Las Palmas (Distrito de riego) – Sincelejo.....	60
Figura 11.	Síntoma de Enanismo y deformación de Hojas en <i>D. rotundata</i> . Castañeda. Sincelejo.....	61
Figura 12.	Mosaico en <i>M. esculenta</i> . Finca la Palma. Sampués.....	66
Figura 13.	Bandeo intervenla en <i>Capsicum</i> spp. El Tilingrado (Don Alonso) – Corozal.....	66
Figura 14.	Manchas cloróticas en <i>I. batatas</i> . Castañeda. Sincelejo .....	67
Figura 15.	Especie de ampollas verdes en <i>Phaseolus</i> spp. Palmito. Los Palmitos .....	67
Figura 16a.	Mosaico en <i>I. purpurea</i> y <i>T. Volubilis</i> . Cubriendo por completo una mata de ñame “espino”. El Limón (Hatillo).....	69
Figura 16b.	Mosaico marcado en <i>Sida</i> spp. Mateo Pérez. Sampués.....	69
Figura 17.	Síntoma de Mosaico en <i>M. sivestris</i> . El Laberinto. Betulia ....	69
Figura 18.	Manchas cloróticas en Meloncillo ( <i>C. melo</i> ). Mateo Pérez Sampués.....	69
Figura 19.	Manchas cloróticas en Ñipi-ñipi. <i>S. biglanduicossu</i> m.....	70
Figura 20.	Mosaico en Vara de humo. <i>Cordia</i> spp. Finca La Palma – Sampués .....	70
Figura 21	Tubérculos de <i>D. aiata</i> . cv. “oso” Don Alonso. Corozal.....	73
Figura 22	Tubérculos de <i>D. aiata</i> . cv. “oso”. El Laberinto. San Juan de Betulia .....	73
Figura 23	Peso promedio de tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas de <i>D. aiata</i> cv. “oso” en diferentes municipios del departamento de Sucre .....	74
Figura 24	Tubérculos de <i>D. aiata</i> cv. “Diamante 22”. Finca La Montañita. San Juan de Betulia .....	77

Figura 25.	Tubérculos de <i>D. alata</i> cv. "Diamante 22". Finca La Palma, Sampedo	77
Figura 26.	Peso promedio de tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas de <i>D. alata</i> cv. "Diamante 22" en diferentes municipios del departamento de Sucre	78
Figura 27a.	Tubérculos de <i>D. rotundata</i> . Plantas asintomáticas. Castañeda – Sincelejo	79
Figura 27b.	Tubérculos de <i>D. rotundata</i> . Plantas sintomáticas. Castañeda – Sincelejo	79
Figura 28.	Peso promedio de tubérculos de plantas Sintomáticas y asintomáticas de <i>D. rotundata</i> cv. "espino" en diferentes municipios del departamento de Sucre	79
Figura 29.	<i>D. rotundata</i> . Tubérculos deformes (Chiboludos) de plantas que presentaron sintomatología de manchas cloróticas. Castañeda. Sincelejo	82
Figura 30.	Moteado. <i>D. alata</i> cv. D-22. Viene de La Montañita (Betulia). Casa de malla Universidad de Sucre. Positiva para ELISA.	86
Figura 31.	Bandeo transversal. <i>D. alata</i> cv. Oso. Viene de La Montañita (Betulia). Casa de malla Unisucre. Positiva para ELISA	86
Figura 32.	Mosaico y aclaramiento de nervaduras. <i>D. alata</i> cv. D-22. Viene de los Pérez (Sampedo). Casa de malla Universidad de Sucre. Positiva para ELISA	87
Figura 33.	Hojas deformes. <i>D. rotundata</i> . Viene de El Limón (Los Palmitos). Casa de malla Universidad de Sucre. Positiva para ELISA	87
Figura 34.	Clorosis. <i>D. alata</i> cv "oso". Viene de Don alonso (Corozal). Casa de malla universidad de Sucre. Sospechosa para ELISA	87
Figura 35.	Moteado verde. <i>D. rotundata</i> . Viene de las Palmas (Distrito de riego)- Sincelejo. Casa de malla Universidad de Sucre. Sospechosa para ELISA	87

Figura 36.	Plantas sanas de <i>D. alata</i> cv Pico de botella. Antes de del ensayo .....	90
Figura 37.	Moteado. <i>D. alata</i> "Pico de botella". Casa de malla. Unisucre ...	92
Figura 38.	Bandeo transversal. <i>D. alata</i> . "Pico de botella". Casa de malla. Unisucre .....	92
Figura 39a.	<i>Ch. amaranticolor</i> . a) Bandeo y enroscamiento de hojas apicales.....	93
Figura 39b.	<i>Ch. amaranticolor</i> . Testigo .....	93
Figura 40a.	<i>N. rustica</i> . Aclaramiento de nervaduras y bandeo intervenal....	93
Figura 40b.	<i>N. rustica</i> . Testigo .....	93
Figura 41a.	<i>N. Tabacum samsun</i> . Mosaico suave .....	94
Figura 41b.	<i>N. Tabacum samsun</i> . Testigo .....	94

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
ANEXO A. Departamento de Sucre.	114
ANEXO B. Área de ñame sembrado en los cinco municipios y porcentaje correspondiente al área muestreada.....	115

## RESUMEN

El ñame pertenece a la familia *Dioscoraceae*, se compone de diez géneros y alrededor de 650 especies. Estos tubérculos son consumido por una gran parte de las poblaciones de África occidental, el suroeste de Asia, Oceanía, América tropical y el Caribe.

En Colombia se cultiva en la Costa Caribe, los genotipos cultivados pertenecen a las especies *Dioscorea alata* y *Dioscorea rotundata*. La producción se da en arreglos de cultivo con maíz y yuca o en monocultivo principalmente.

Uno de los factores que más limita la producción del ñame en Colombia son las enfermedades, ocasionadas por hongos y virus. Pero son los virus los más importantes agentes causantes de enfermedades, ocasionando la disminución en la producción de los tubérculos y pérdidas económicas significativas.

En este estudio preliminar sobre: "Evaluación de la incidencia de la enfermedad de la virosis del ñame en cinco municipios del departamento de Sucre", se detectó la presencia de *Poivyvirus* afectando los cultivos. Para el diagnóstico de los virus se utilizaron las pruebas de ELISA – DAS indirecta y transmisión mecánica. La incidencia calculada a partir de la sintomatología arrojó valores entre 38% y 82.5%. Además, al comparar la producción relativa de tubérculos de plantas sintomáticas con asintomáticas de *D. alata* cv. "oso", *D. alata* cv. "Diamante 22" y *D. rotundata*, recolectadas al azar, se observaron disminuciones en el peso de los tubérculos entre 87.7 a 96.3 %, 92.5 a 95.5 % y 84.3 a 96.27 % respectivamente. Por lo cual es necesario extremar sistemas de monitoreo y control que garanticen la sostenibilidad económica del cultivo para el pequeño agricultor.

## SUMMARY

Yam belongs to the Dioscoraceae family, it is made up of ten sorts and around 650 species. These tubercles are consumed by many people from western Africa, the southwest of Asia, the Australian Continent, tropical America and the Caribbean. In Colombia it is cultivated in the Caribbean Coast, the cultivated genotypes belong to the species *Dioscorea alata* and *Dioscorea rotundata*. The production mainly occurs in association with maize and cassava or in monoculture. One of the factors limiting in the production of yam in Colombia are the diseases caused by fungi and virus. But the most important agents are the viruses by caused of diseases. Those cause the diminution in the production of the crop. In this preliminary study : "Evaluation of the incidence of the disease virosis of yam in five municipalities of the department of Sucre", the presence al virus such as Potyvirus was detected affecting the cultures. To diagnose the virus the ELISA tests (Indirect DAS) and mechanical transmission were used. The incidence calculated from the symptomatology shoo values between 38% and 82.5%. Additionally, when the harvest of symptomatic and asymptomatic plants of *D. alata* cv. "oso", *D. alata* cv "Diamante 22" y *D. rotundata*, colleted at random, was detected a diminution in the tubercle weigh of 87,7 to 96,3 %, 92,5 to 95,5 % and 84,3 to 96,27 % respectively This situation claim for monitored and control systems that guarantee the economic sustainability a the crop the small formers.



## INTRODUCCIÓN

El ñame pertenece al género *Dioscorea*, con más de 650 especies ( Ayensu, 1972; Thurston, 1998). Son tubérculos comestibles que se cultivan en regiones tropicales y subtropicales donde representa un 12% de la alimentación, esto lo convierte en un cultivo de gran importancia económica (Coursey, 1967; Forsyth & Van Staden, 1984; Malaurie *et al*, 1998). Este tubérculo es consumido por una gran parte de las poblaciones de África occidental, el suroeste de Asia, Oceanía, América tropical y el Caribe (Twyfrod & Mantell, 1996).

Las especies más cultivadas son *Dioscorea alata* L. , *D. cayenensis* Lamk, *D. esculenta* (Lour) Burk, *D. rotundata* Poir (Ayensu y Coursey, 1972; Wydra et Yaninek, 1993), *D. trifida* (Correa y Bernal, 1992), *D. bulbífera* (Acosta, 1980.), *D. japónica* Thumb (Tanaka,1977), *D. transversa* Br. , *D. dumetorum* (Kunth), *D. hispida* Dennst, *D. opposita* Thunb (Tanaka,1977; Malaurie *et al*, 1998), *D. transversa* Br. (Malaurie *et al*; 1998), *D. nummularia* Lamk, *D. pentaphylla* L. (Wilson, 1988; Malaurie *et al*; 1998).

La explotación es generalmente de subsistencia, pero en los últimos años ha comenzado a tomar fuerza la exportación por parte de los países del trópico africano y del caribe hacia los mercados de Europa y Estados Unidos que absorbe alrededor del 75% a 80% del mercado respectivamente (Ramírez *et al*, 1990; Sánchez y Hernández, 1997).

En Colombia, el ñame es fundamental dentro de las costumbres alimenticias de las gentes de la Costa Atlántica, siendo en los departamentos de Córdoba y Sucre donde se concentra la mayor producción nacional seguidos por Bolívar,

Magdalena y Atlántico (Plan Operativo Corpoica, 1998). El cultivo es realizado generalmente en asocio con yuca y maíz constituyendo un cultivo múltiple que es la base fundamental de subsistencia de los pequeños agricultores de la Costa Atlántica (Ramírez *et al*, 1990). En el departamento de Sucre las áreas sembradas van desde un cuarto de hectárea en adelante, estas se hayan asociadas con maíz que le sirve de tutor y yuca (Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria UMATAS, 2000.)

En la región Caribe colombiana el ñame “criollo” (*D. alata*) y el ñame “espino” (*D. rotundata*) son ampliamente cultivados (Osorio y Ramírez, 1989; Plan Operativo Corpoica, 1998). El área sembrada con ñame “criollo” en la región Caribe se redujo de 20.000 hectáreas en 1985 a aproximadamente 2000 hectáreas en 1992 debido a la incidencia de la antracnosis (Informe de Coyuntura Sector Agropecuario. URPA, 1994). El área sembrada con ñame “espino” ha aumentado pero este presenta alta susceptibilidad a un barrenador del tallo, el *Xyptus* spp. (Plan Operativo Corpoica, 1998).

Las enfermedades son las que más limitan la producción de ñame, éstas se presentan tanto en el campo como en el almacenamiento. Pero, es en el campo donde existen mayores riesgos y aunque muchas de las enfermedades son causadas por el ataque de hongos los cultivos también son afectados por una gran variedad de virus (Deighton, 1956; Cook, 1978; Thouvenel and Fauquet, 1979; Mohamed and Terry, 1979; Fauquet and Thouvenel, 1987; Hughes *et al*, 1998). Los virus que afectan al ñame pertenecen a diferentes grupos como se indica a continuación: *Potyvirus* que comprende alrededor de 200 posibles miembros (Thouvenel and Fauquet; 1979; Reckhaus and Nienhaus, 1981; Porth *et al*, 1987; Goudou-Urbino, 1995; Goudou-Urbino *et al*, 1996; Hughes *et al*, 1998; Odu *et al*, 1999; Bousalem *et al*, 2000; Hughes *et al*, 2000), los *Badnavirus* (Hughes *et al*, 1997; Briddon *et al*, 1999; Hughes *et al*, 2000), los *Carlavirus* (Fukumoto and Tochihara, 1978; Brunt *et al*, 1989; Hughes *et al*, 1998; Hughes *et*

*af*, 2000), los *Potexvirus* (Waterworth *et al*, 1974; Phillips y Brunt, 1988; Hughes *et al*, 1998; Hughes *et al*, 2000), los *Cucumovirus* (Fauquet and Thouvenel, 1987; Brunt *et al*, 1989; Odu *et al*, 1999), y recientemente se ha encontrado virus pertenecientes al género *Carmovirus* afectando *D. rotundata* en Nigeria (Hughes *et al*, 2000).

Todos estos virus son un peligro potencial para nuestros cultivos, pudiendo llegar a infectarlos en poco tiempo y en un alto porcentaje, tal como ha ocurrido en cultivos del centro de Burkina Faso con 71.5% de los cultivos afectados (Goudou-Urbino, *et al*, 1996) y en parcelas experimentales en Lome (Togo) sembradas con *D. alata* L afectado en un 89% (Gumedzoe *et al*, 2000). Este proceso de infestación viral se ha facilitado principalmente por el modo de propagación vegetativa del ñame y la acción de insectos vectores, entre otras formas de infestación posibles.

En 1989 Osorio y Ramírez detectaron la presencia de virus en algunas zonas de la Costa Caribe colombiana (bandas cloróticas y mosaicos en las hojas del ñame); y los hallazgos realizados en muestras de ñame *D. alata* cv. "Diamante-22" (D-22) positivas para *Potyvirus* provenientes de la colección de la Universidad de Córdoba y de la localidad de Cereté (Córdoba) evidencian la presencia de virus en esta zona (Guzmán y Fontanilla, 2000).

Como métodos de diagnóstico se utilizó la técnica de ELISA – DAS indirecta y transmisión mecánica y solamente se tuvo en cuenta para el testage de plantas aquellas con sintomatologías virales características.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El ñame, cultivado en la Costa Caribe Colombiana, ha sido atacado durante los últimos catorce años por enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides* Penz) y la marchitez (*Fusarium oxysporum*), las cuales, han disminuido la producción y han ocasionado pérdidas económicas importantes (Osorio y Ramírez, 1989). Pero no son sólo estas enfermedades las que han ocasionado la baja de la productividad, también se han detectado enfermedades causadas por virus conocidas como mosaicos, moteados, bandeos y bandas cloróticas en las hojas que pueden llegar a ocasionar grandes bajas en la productividad y rentabilidad de los tubérculos, convirtiéndose en un problema por cuanto se desconoce la incidencia de los virus sobre los cultivos y como puede llegar a afectar la productividad de los tubérculos.

Los virus que atacan al ñame son de las familias *Potyvirus*, *Badnavirus*, *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Cucumovirus* y *Carmovirus* (Hughes *et al*, 1998; Hughes *et al*, 2000). siendo el primero el más ampliamente estudiado por ser uno de los más importantes de los que atacan al ñame y a otros cultivos asociados de importancia agronómica.

Las bandas cloróticas o bandeo transversal en las hojas causadas por virus, han sido de baja incidencia pero esto tiende a aumentar debido a que los virus se transmiten por la semilla vegetativa del ñame usada para la propagación de los cultivos. Estas semillas y plantas pueden contaminarse por transmisión mecánica y por vectores que pueden en poco tiempo incrementar las enfermedades virales, con grandes posibilidades de desencadenar brotes que afecten todos los cultivos en pocos años, como lo acontecido en otro tipo de epifitias como la antracnosis en

1990 en el departamento de Sucre que dejó pérdidas económicas considerables y disminuyó el área de cultivo (Informe de Coyuntura Sector agropecuario. URPA, 1994, 1995 y 1998).

En atención a lo anterior se hace de suma importancia realizar trabajos destinados a conocer y evaluar la incidencia de dichas enfermedades en campo, durante los períodos de siembra y desarrollo de los cultivos de la región; para que basados en los resultados se establezcan medidas de control dirigidas a mantener el estado fitosanitarias óptimo de los cultivos que garanticen su sustentabilidad para el pequeño agricultor.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Evaluar a nivel de campo la sintomatología virósica del ñame en áreas cultivadas con ñame criollo (*Dioscorea alata*) y ñame espino (*Dioscorea rotundata*) en cinco municipios del departamento de Sucre, utilizando transmisión mecánica y la técnica de ELISA – DAS indirecta para el diagnóstico de virus del material biológico recolectado en campo.

#### 3.1 ESPECÍFICOS

- 🍷 Realizar seguimiento durante la época de cultivos de *D. alata* y *D. rotundata* para detectar la presencia de plantas con sintomatología viral en cultivos de cinco municipios del departamento de Sucre y las características fonológicas de las plantas sintomáticas durante su ciclo de vida.
- 🍷 Comparar el peso de los tubérculos de plantas sintomáticas y plantas asintomáticas para determinar si existe relación en la baja de la producción de los tubérculos.
- 🍷 Evaluar el material recolectado en campo mediante el uso de ELISA – DAS indirecto.
- 🍷 Realizar transmisión mecánica para verificar la presencia de virus.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1 GENERALIDADES

**4.1.1 Descripción taxonómica del género *Dioscorea*.** Las plantas del género *Dioscorea* al que pertenece el ñame, han sido cultivadas por centurias como una importante fuente de alimento (Forsyth & Van Staden, 1982; Schidt, 1998).

Son plantas herbáceas, usualmente trepadoras, con tallos delgados de hojas alternas, raramente opuestas, pecioladas, palminervias, enteras o palmeado partidas y rizomas tuberosos, aéreos o subterráneos. Las flores en racimos o panículas, unisexuadas, actinomorfas, periantio de seis piezas, biseriado, seis estambres libres o ligeramente conados; ovario inferior trilobular, placentación axilar y fruto en cápsula o baya (Cano, 1994).

Las hojas miden hasta veinticinco centímetros de largo y las flores de color verdusco, de cuatro a seis milímetros de diámetro, con tres sépalos y tres pétalos. Las inflorescencias pistiladas consisten en dos racimos simples, que nacen de la misma axila y miden de doce a catorce centímetros de largo (Correa y Bernal, 1992).

La familia *Dioscoraceae* se compone de diez géneros y alrededor de 650 especies (Coursey, 1967; Cano, 1994; Thurston, 1998). Las especies más importantes son: *D. alata* L. (ñame de agua), *D. rotundata* (ñame espino), *D. batatas* (ñame chino), *D. bulbifera* (ñame papa o volador), *D. cayenensis* (ñame amarillo de Guinea), *D. opposita* Thunb conocido como *D. tepinapensis* (barbasco), *D. floribunda* y *D. trifida* (mapuey, cush-cush, llantin o ñampin) (Cano, 1994), *D. japónica* Thunb

*D. nummularia* Lamk, *D. hispida* Dennst (Maurie *et al*, 1998).

El género *Dioscorea* ha sido dividido en varias secciones dentro de las cuales están: *Enantiophyllum*, *Combillium*, *Lasicphyton*, *Csphyton*, *acircgynodium* (Acosta, 1980.); *Pentaphylla* y *Macrcgynodium* (Maurie *et al*, 1998). Esta división está basada en los rasgos de carácter morfológicos específicos, *D. alata* y *D. rotundata* pertenecen a la sección *Enantiophyllum* (Burkill, 1960; Acosta, 1980).

## 4.2 ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

El origen del ñame no está bien definido y no se ha podido establecer con seguridad su verdadero centro de origen. Se cree que al final del cretáceo se había diseminado por todo el mundo meridional, después de este período, ocurrió la primera evolución divergente en el nuevo y viejo mundo, separándose los géneros por secciones en los dos hemisferios. Durante el Mioceno, el grupo ancestral en Asia y África se separó. En algunos lugares el género se estableció y muchas especies conservaron ciertas afinidades entre sí. Sin embargo, no eran ya especies comunes o afines (Coursey, 1967; Acosta, 1980).

Los miembros ancestrales del género fueron plantas herbáceas pequeñas que desarrollaron más tarde tallos anuales trepadores y tallos rizomatosos perineales subterráneos. El desarrollo de los tallos trepadores, junto con los rizomas permitió a la planta resistir a la sequía y a los cambios estacionales (Ammirato 1985).

Se cree que la mayoría de las especies son originarias del Asia y el centro de África. *Dioscorea alata* L y *Dioscorea esculenta* Burk provienen de Asia. *D. cayenensis* Lamk y *D. rotundata* Poir, son originarias de África occidental. En el sur del continente africano *D. rotundata* es la especie cultivada más importante, seguida de *D. cayenensis* (Wydra et Yaninek, 1993).



*D. trifida* es originaria al parecer de Guyana en donde hay mucha diversidad varietal y poblaciones silvestres y se extiende en cultivo desde Perú hasta México y las Antillas pasando por Colombia (Correa y Bernal, 1992).

*D. esculenta* es originaria del sur oriente de Asia y se dice que fue encontrada en China a finales del siglo III después de Cristo y se supone que había sido cultivada antes de esta fecha (Acosta, 1980).

Cómo llegaron las especies asiáticas y africanas a la América tropical; no se sabe con seguridad, pero es de suponer que llegaron en los barcos de esclavos que venían desde África y por mercaderes que iban al Asia a comerciar (Acosta, 1980).

### **4.3 ESPECIES CULTIVADAS EN LA COSTA CARIBE COLOMBIANA**

**4.3.1 *Dioscorea alata* L.:** El ñame criollo *D. alata* está ubicado en la División *Magnoliopyta*, Clase *Liliopida*, Subclase *Liliidae*, sección *Enantiophylum*, Orden *Dioscoreales*, Familia *Dioscoreaceae*, Genero *Dioscorea* (Watson and Dallwitz, 1992). Este ñame es también conocido como “gran ñame” (Twiford & Mantell, 1996), “ñame de agua” (Wydra et Yaninek, 1993), “ñame florido” (Cortés – Monllor & Lii Jang, 1982) y en la Costa Atlántica Colombiana como “ñame criollo”; el cual puede diferenciarse de otras especies por sus cuatro o más alas membranosas, distribuidas alrededor del tallo. En la base de los pecíolos las hojas se abren en aurículas prominentes y continúan hasta el mismo pecíolo de la hoja, éstas alas, algunas veces, se convierten en espinas modificadas a lo largo de la base del tallo. Las hojas tienen forma acorazonada, opuestas ó a veces, alternas y simples. El tallo es de color verde o púrpura (o alas púrpuras) y con enrollamiento hacia la derecha, ocasionalmente se presentan flores pero no son fértiles. En *D. alata* se presenta variaciones en la forma de los tubérculos que pueden ser esféricos, oblongos, alargados, triangulares o irregulares, pueden

presentarse de uno a cuatro tubérculos por planta y llegar a pesar entre 0.5 Kg a 25 Kg o más (Morales, 1987).

El color de la pulpa es purpúreo hacia los extremos terminales debido al contenido de antocianinas. En algunas variedades nativas de Nigeria, fueron encontrados 11 pigmentos discriminados mediante el uso de cromatografía. El principal de estos pigmentos fue el Betacaroteno, seguido del Xiolaxantin. Los demás se hallaron en cantidades trazas o sólo indicios, con esto se pudo establecer que los tubérculos de pulpa amarilla de *D. alata* ofrecen un mayor valor nutricional que las variedades de pulpa blanca (Acosta, 1980).

**4.3.2 *Dioscorea rotundata* Poir:** El ñame espino *D. rotundata* está ubicado en la División *Magnoliopyta*, Clase *Liliopida*, Subclase *Liliidae*, sección *Enantiophylum*, Orden *Dioscoreales*, Familia *Dioscoreaceae*, género *Dioscorea* ( Watson and Dallwitz, 1992). Es conocido comúnmente como “ñame habanero” (Cortez – Monllor & Lii – Jang, 1982; Mix – Wagner, 1994), “ñame Guinea” (Acosta, 1980); ñame blanco (Cano, 1994) y “ñame espino” en la Costa Caribe Colombiana.

Presenta un período de desarrollo entre 5 y 10 meses, los tubérculos pueden llegar a pesar más de 20 Kg. el tallo es circular con secciones lisas o espinosas, es enrollado hacia la derecha al trepar. Las hojas son lisas y algunas veces presentan hojas opuestas. Los pecíolos están ubicados a lo largo de la base pero no son prominentemente auriculados, el follaje de esta especie no es tan variado en forma o en el contenido de antocianina como en *D. alata*, por lo tanto a menudo las variedades no pueden ser identificadas por las características del follaje (Acosta, 1980) Estas especies son conocidas en las formas tetraploides y hexaploides. Cuando en el ñame espino hay presencia de flores, estas son generalmente fértiles contrario a otras especies.

Los tubérculos de *D. rotundata* no tienden a dividirse en forma de manos y varía marcadamente en su forma a los de *D. alata*. La cáscara es marrón y más gruesa

que la de *D. alata*. Los tubérculos de *D. rotundata* se desarrollan más rápidamente que los de *D. alata* y pueden ser removidos de la planta cuidadosamente 5 o 6 meses después de haber sido sembrado, en lo que se conoce como “Capada”, por lo que muchas variedades pueden ser cosechadas 2 veces al año. La segunda cosecha se hace generalmente 8 meses después de ser sembrado (Acosta, 1980).

#### **4.4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL Y QUÍMICA DEL ÑAME**

El ñame contiene del 20 al 40% de almidón dependiendo de la especie, variedad y madurez del tubérculo. Existen dos formas de almidón, la amilasa y la amilopectina. El almidón del ñame debe ser cocido con el fin de facilitar la acción enzimática la cual es necesaria para poder ser usado como alimento en animales monogástricos (Jabib y García, 1992).

El contenido total de aminoácidos en los tubérculos de *D. alata*, *D. rotundata*, *D. esculenta* y *D. trifida* está entre 6,1 y 9,8% en base seca (Correa y Bernal, 1992)

El contenido de proteínas aproximado es de 2 gr. por cada 100 gr. de pulpa consumida (Morales, 1987)

#### **4.5 EL CULTIVO DEL ÑAME EN COLOMBIA**

Debido a las características especiales que posee el ñame, entre las que puede mencionarse, facilidad en el manejo, gran rusticidad, que lo hace relativamente resistente al ataque de enfermedades y plagas, su resistencia a la sequía, la poca exigencia nutricional y su creciente demanda en los mercados internacionales, han hecho que su cultivo tome un desarrollo considerable en Colombia (Sánchez y Hernández, 1997).

El ñame es un tubérculo que se cultiva en la región Caribe colombiana, en los departamentos de Córdoba, Bolívar, Sucre, Cesar, Magdalena, Guajira, Atlántico y San Andrés y Providencia, siendo los mayores productores los primeros 3 (Plan Operativo Corpoica, 1998).

En Córdoba, Bolívar y Sucre los genotipos cultivados son de las especies *D. alata* y *D. rotundata*. La producción se da en arreglos de cultivo con maíz y yuca o en monocultivo principalmente (Plan Operativo Corpoica, 1998).

Se destacan dos grandes sistemas de producción: Primero, con uso del suelo en ñame asociado con maíz, siendo el ñame el producto eje, utilizado principalmente para exportación. El cultivo es manejado por productores propietarios de la tierra, con moderado grado de mecanización del suelo y moderado a alto nivel de uso de agroquímicos (funguicidas e insecticidas). Este sistema se desarrolla en las Sabanas de Bolívar, Sucre y Córdoba (Plan Operativo Corpoica, 1998). Segundo, con uso del suelo con ñame en monocultivo, ñame asociado al maíz, ñame asociado al maíz e intercalado con yuca y ñame intercalado con yuca, utilizado principalmente para consumo interno en fresco y un bajo porcentaje para exportación, manejado por productores propietarios, aparceros y arrendatarios de la tierra en suelos de ladera de la subregión Montes de María, con cero grado de mecanización y bajo uso de agroquímicos (Plan Operativo Corpoica, 1998).

Este cultivo es para muchos agricultores la base fundamental de subsistencia y el renglón primordial dentro de la economía de poblaciones tales como: Ciénaga de Oro, San Andrés de Sotavento, Chimá, Chinú, San Juan de Nepomuceno, Sampués, Tolúviejo, San Jacinto, El Carmen de Bolívar, Chalán, Ovejas, Sampués, Los Palmitos, San Juan de Betulia y muchas otras (Ramírez *et al*, 1990; Informe de Coyuntura Sector Agropecuario. URPA, 2000).

El mercado del ñame al igual que el de la yuca se realiza en fresco; no existen suficientes organizaciones que mercadeen el producto con beneficio para los

productores, los cuales tienen que vender sus cosechas al intermediario que transporta el producto a los mercados terminales como Cartagena y Barranquilla principalmente (Plan Operativo Corpoica, 1998). Proexpo Cartagena indicó que 3.905 toneladas de ñame fueron exportadas en 1.986, abriendo una nueva alternativa de divisas para el país. En 1997, se exportó a los mercados de los Estados Unidos y Europa, generándose divisas por más de US \$ 2.5 millones de dólares (Sánchez y Hernández, 1997).

El ñame se ha convertido en uno de los principales productos agrícolas para el futuro por su gran potencial de cultivo y manejo. En el departamento de Sucre, el cultivo de ñame ha tenido en los últimos 14 años variaciones importantes de productividad, bajando considerablemente a partir de 1986, el área sembrada pasó de 6.000 hectáreas en 1984 a 4.000 hectáreas en 1986; en 1990 se redujo drásticamente a 26 hectáreas. Para 1997, el área cosechada se había incrementado de nuevo en 2.999.5 hectáreas, y para 1999, el área cosechada fue de 3.427 hectáreas (Informe de Coyuntura, Sector Agropecuario, URPA, 2000).

En el departamento de Sucre para 1999 se sembraron 3.427 hectáreas; los municipios con mayores cultivos de este producto fueron: Sampués, Colosó, Santiago de Tolú, Ovejas, Chalán, Tolúviejo, Sincelejo, Morroa, San Juan de Betulia, Los Palmitos, La Unión, San Marcos, San Pedro, Corozal, Sincé y en menor proporción San Onofre (Véase cuadro 1). El rendimiento sobre área cosechada fue para todo el departamento de 9.562.7 Kg/ha y la producción fue calculada en 24.615 toneladas. Para 1998, el total sembrado fue de 3.254.5 ha con incrementos en 1999 de 172.5 ha (Informe de Coyuntura, Sector Agropecuario, URPA, 1999; UMATAS, 2000).

**Cuadro 1. Municipios productores de ñame del departamento de Sucre – Año 1999.**

<b>MUNICIPIO</b>	<b>ÁREA SEMBRADA DE ÑAME (HA)</b>
Sampués	600
Colosó	500
Santiago de Tolú	350
Ovejas	320
Chalán	300
Tolúviejo	300
Sincelejo	250
Morroa	200
San Juan de Betulia	150
Los Palmitos	150
La Unión	92
San Marcos	55
San Pedro	50
Corozal	45
San Luis de Sincé	45

#### **4.6 PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL ÑAME**

Uno de los factores que más limita la producción del ñame en Colombia son las enfermedades. Las enfermedades económicamente más importantes que atacan a *D. alata* principalmente son: la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, caracterizada por lesiones grandes en forma irregular sobre la hoja; la marchitez, ocasionada por el hongo *Fusarium oxysporum*, caracterizada por el marchitamiento repentino de la planta entre 4 – 5 meses de edad, este patógeno vive en el suelo y sobrevive en residuos de las raíces, tubérculos y tallos contaminados o persiste en el suelo en forma de clamidosporas; mancha de *Phylosticta*, causada por *Phylosticta* spp, caracterizado por manchas de 1 a 2 mm de diámetro que en el haz son brillantes y de color pardo oscuro o negros dando la apariencia de pecas, menos brillantes en el envés. Otras enfermedades menos importantes son la cercosporiosis (*Cercospora* spp), la mancha zonificada (*Rhizoctonia solani*), mancha de curvularia (*Curvularia* spp) , bandas cloróticas en

hojas, moteado, mosaicos y malformación de hojas causados por agentes virales (Osorio y Ramírez, 1989; Guzmán y Fontanilla, 2000).

#### **4.7 ENFERMEDADES VIRALES EN PLANTAS**

Los virus son importantes agentes causantes de enfermedades en vegetales. La mayoría de los cultivos son susceptibles al ataque de virus. Las pérdidas son especialmente severas en cultivos de producción vegetativa (como es el caso de las *Dioscóreas*), pero también pueden ser serios en otros cultivos, dejando pérdidas económicas altas (French y Hobert, 1981).

A pesar de que alguna de las enfermedades de las plantas que ahora se sabe es de causa viral fueron descritas hace más de 500 años, no fue sino hasta finales del siglo XIX que los virus fueron reconocidos como entidades fundamentalmente distintas a las bacterias y a otros microorganismos (Peñaranda, 1996).

Meyer demostró en 1886 que el virus del mosaico del tabaco era causado por un agente que podía ser transmitido a una planta sana a través del jugo de una planta enferma. Ivanowski en 1892, descubrió que este agente podía atravesar filtros cuyos poros eran demasiado pequeños para permitir el paso de bacterias. En 1955 se demostró que el ácido nucleico del virus del mosaico del tabaco por sí solo podía infectar plantas y que era portador de la información genética del virus (French y Hobert, 1981).

El estudio de los virus en plantas fue la base de algunos experimentos iniciales de la biología molecular. Wendell Stanley, en 1935, purificó y cristalizó parcialmente el virus del mosaico tabaco (TMV); poco después se encontraron otros virus vegetales. En la época de Stanley se cristalizó la primera enzima viral llamada Urasea, identificada como una proteína por lo que se pensó en principio que los cristales de TMV eran proteína pura. Análisis posteriores demostraron que

también contenían RNA. Durante mucho tiempo sólo se supo de la existencia del virus de RNA, pero se han hallado algunos con DNA (Peñaranda, 1996).

Los virus son entidades que parasitan células vivas y por ello se les ha llamado parásitos genéticos obligados, que utilizan la maquinaria metabólica de las células para producir proteínas víricas.

Los virus de las plantas presentan formas y tamaños variables, pero generalmente son varillas rígidas o filamentos ondulantes, partículas baciliformes, poliédricas o esféricas (Agrios, 1988; Martelli, 1997).

#### **4.7.1 Síntomas de las enfermedades virales en plantas**

El más común y en ocasiones el único síntoma es una menor tasa de crecimiento de la planta, al parecer todas las enfermedades virales ocasionan cierto grado de disminución en el rendimiento total de la planta y acortamiento del período de vida de las plantas infectadas. Los síntomas más evidentes son aquellos que aparecen sobre el follaje, pero también existen virus que producen síntomas sobre el tallo, los frutos y las raíces con o sin el desarrollo de síntomas foliares. En casi todas las enfermedades virales de las plantas que aparecen en el campo, el virus se encuentra distribuido por toda la planta (infección sistémica), de allí que los síntomas sean llamados síntomas sistémicos (Agrios, 1988).

Los síntomas más comunes encontrados en las plantas son:

- **Moteado.** Áreas amorfas de color claras o que exponen diferentes grados de clorosis en alternancia con áreas de color verde normal (French y Hobert, 1981).



- **Mosaico.** Se refiere a la alternancia de áreas de color verde normal con otras cloróticas más pequeñas y menos definidas o manchas amarillas en las hojas afectadas. (French y Hobert, 1981).
- **Amarillamiento.** Indica una clorosis o amarillamiento generalizada de una planta. Hay que saber diferenciarla de clorosis ocasionada por deficiencias nutricionales( Agrios, 1988).
- **Aclaramiento de las nervaduras.** Es frecuentemente el primer síntoma de infección sistémica de los virus y se refiere a la mayor transparencia de las nervaduras (French y Hobert, 1981).
- **Decoloración de las venas.** Indica la presencia de tejido de otro color a lo largo de algunas de las venas o porciones de éstas. Las franjas tienen al rededor de 0.5 a 2 mm de grosor y pueden ser verde normal en una zona clorótica de la hoja ( French y Hobert, 1981).
- **Anillo necrótico.** Describe uno o varios anillos concéntricos, a veces con un punto necrótico al centro. El tejido de los anillos puede ser necrótico o simplemente de un color normal ( Agrios, 1988).
- **Lesión local.** Es un término usado generalmente para describir las lesiones sobre las hojas inoculadas que resultan de una infección primaria. Estas lesiones con frecuencia son necróticas, pero pueden ser solo cloróticas (Agrios, 1988).

Otros síntomas que pueden observarse son, las hojas encrespadas, enrolladas o angostadas, yemas o brotes hinchados, sobre crecimiento (fasiación de los tallos o "enaciones" sobre las hojas), enanismo o retardo en el desarrollo de la planta y anomalía en el color de las flores (French y Hobert, 1981).

#### 4. 7. 2 Descripción de los principales agentes virales en Ñame

- **Potyvirus.** Los *Potyvirus* son el grupo viral más grande que se conoce hasta el momento e incluye más de 200 especies de virus que atacan cultivos de importancia económica, tales como Cebolla (*Allium cepa*), Ajo (*Allium sativum*), Apio (*Apium graveolens*), Avena ( *Avena sativa* ), Remolacha (*Beta vulgaris*), *Brassica* spp, Papaya (*Carica papaya*), Melón (*Cucumis melo*), Patilla (*Citrullus vulgaris*), Ahuyama (*Cucúrbita pepo*), Zanahoria (*Daucus carota*), Ñame criollo (*Dioscorea alata*), Ñame espinoso (*Dioscorea rotundata* ), Ñame amarillo (*Dioscorea cayenensis*), Batata ( *Ipomoea batata* ), Tomate ( *Lycopersicon esculentum*), cítricos (*Citrus* spp), maíz ( *Zea mays*), yuca (*Manihot esculenta*), Plátano y Banano (*Musa* spp), Tabaco (*Nicotiana tabacum*), Arroz (*Oryza sativa*), Frijoles (*Phaseolus* spp), papa (*Solanum tuberosum*), Sorgo (*Sorghum bicolor*), Tulipanes (*Tulipa* spp), Haba (*Vicia faba* ), Soja ( *Glycine max*),entre otros (Brunt, *et al* 1996a.)

Harrison y Roberts (1973) y Mohamed (1976), reportaron dos tipos de partículas virales presentes en *D. alata* que pertenecían al grupo de los *Potyvirus*. Uno de estos virus, presentaba la forma de varillas flexibles de 600 a 770  $\mu\text{m}$  de longitud. El segundo, en forma de partículas baciliformes (Harrison and Roberts, 1973; Mohamed, 1976; Mantell *et al*, 1980).

Los *Potyvirus* pueden ocasionar en el ñame la enfermedad llamada mosaico del ñame, causada por el denominado virus del mosaico del ñame (YMV) o mosaico, bandeado verde en *Dioscorea* por *Potyvirus*, manchas cloróticas. malformaciones de las hojas y moteados, entre otras (Brunt, *et al*, 1996a; Hughes *et al*, 1998).

En general, son partículas filamentosas entre 720 – 770  $\mu\text{m}$  de longitud y 11 –15  $\mu\text{m}$  de diámetro, los viriones no son envueltos y poseen un tipo de partícula vírica, una nucleocápside de 650 – 900  $\mu\text{m}$ ; simetría helicoidal y un canal axial que tiene

entre 2- 3  $\mu\text{m}$  de diámetro y una hélice con un paso de 3 – 3.4  $\mu\text{m}$  de diámetro (Brunt, 1992).

Los viriones de *Potyvirus* contienen 4 –7 % de ácido nucleico, una molécula única de RNA lineal que gira en sentido positivo. El genoma total tiene una longitud de 9.000 – 12.000 NT, la proporción de bases es Guanina de 21 – 26 %, Adenina de 23 – 44 %, Citosina de 14 –29 % y Uracilo entre 15 – 30.9 % (Barnett *et al*, 1998).

En el extremo 5' tienen una proteína asociada al genoma llamada VPg, en el extremo 3' tienen una región Poli A. No se ha establecido en los viriones ácido nucleico no geonómico ni RNA subgenómico en células infectadas (Brunt, 1992).

Los *Potyvirus* pueden ser transmitidos de manera no persistente por insectos vectores como el *Aphis faba*, *Myzus persicae*, *Aphis craccivora* (Brunt, 1996a) y *Aphis gossypii* (Brunt *et al*, 1989).

- ***Badnavirus***: Los *Badnavirus* son Pararetrovirus que infectan plantas, son partículas baciliformes no envueltas que encapsidan una doble cadena de ADN circular. Típicamente su tamaño es de 7.3 – 8.0 kpb, el genoma encapsidado es una molécula circular relajada debido a una discontinuidad en un sitio específico en cada cadena. Los viriones son uniformemente de 30 nm de ancho, una partícula nodal de 130 nm de largo. La porción tubular de los viriones es una estructura icosaédrica cortada transversalmente por un eje de tres pliegues, con una repetición estructural de 10 nm y nueve anillos de unidades hexaméricas (Bridson *et al*, 1999).

Los viriones son estables a pH 6.9 y en 4 M de NaCl, 100 mM de EDTA y Cs<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, pero no en CsCl. Los viriones son estables a temperatura ambiente por muchas semanas, pero la infectividad se va perdiendo entre 53 –55 % de degradamiento al ponerlos en contacto con Carbono por 10 minutos. Los viriones no son afectados por cloroformo, éter, tetracloruro de carbono y detergentes no

iónicos, pero son sensibles al n – butano. La mayoría de los *Badnavirus* son transmitidos por propagación clonal de plantas hospederas y por propagación vegetativa del material de plantas infectadas. Además, por homópteros, semillas y polen, no son transmitidos por inoculación mecánica. Los *Badnavirus* causan síntomas de mosaico, decoloración severa de las hojas y manchas cafés en los tubérculos (Lockhart, *et al*, 1998). Afectan ñame (*Dioscorea* spp), cacao (*Theobroma cacao*), caña de azúcar (*Sacharum officinarum*), plátano (*Musa* spp), batata (*Ipomoea batatas*), piña (*Annanas muricata*) y achira (*Canna edulis*) entre otros (Reichel *et al*, 1996; Lockhart *et al*, 1998; Briddon *et al*, 1997).

- **Potexvirus:** Los *Potexvirus* son partículas ligeramente filamentosas y flexuosas de 445 – 775 nm y 11 – 15 nm de diámetro. Los viriones no envueltos, de simetría helicoidal y canales axiales entre 3.4 – 12 nm de diámetro. Los viriones contienen 5.5 – 8 % de ácido nucleico, poseen una molécula lineal en sentido positivo de RNA; la porción de bases es: Guanina de 15.5 – 25 % , Adenina de 26.4 – 33.8 %, Citosina de 23.4 – 30.3 % y Uracilo de 20.5 – 25.7 %. Los viriones están asociados con un virus ayudador que es independiente de las funciones de replicación. Los viriones se hallan en el citoplasma, en el núcleo o en las vacuolas, las inclusiones son cristales presentes en las células infectadas (Phillips y Brunt, 1988; Brunt *et al*, 1989; Brunt *et al*, 1996a). Los síntomas son persistentes, o variar estacionalmente o pueden no presentarse. Afecta a ñame (*Dioscorea* spp), tabaco (*Nicotiana* spp), Frijol (*Phaseolus vulgaris*). Es transmitido por vectores de la familia Aphididae de manera no persistente, por inoculación mecánica, contacto entre plantas y por el polen (Brunt *et al*, 1996b).

- **Carlavirus:** Los *Carlavirus* son virus que afectan a muchas plantas, entre ellas al ñame (*Dioscorea* spp), cebolla (*A. cepa*), ajo (*A. sativum*), remolachas (*B. vulgaris*), zanahoria (*D. carota*), tomate (*L. esculentum*), papa (*S. tuberosum*), yuca (*M. esculenta*), maíz (*Z. mays*), entre otras (Brunt, *et al*, 1996c).

Los viriones no son envueltos, poseen una nucleocapside filamentosa con una superficie regular en su estructura usualmente recta o flexuosa. Posee una simetría helicoidal y una nucleocapside longitudinalmente estriada (filas de subunidades separadas por cuatro surcos longitudinales), canales axiales de 2.66 – 3.5 nm de diámetro. Los viriones contienen 2.5 – 8.5 % de ácido nucleico, contienen una molécula única de RNA lineal en sentido positivo. El genoma es de 6.480 – 8.535 NT. La proporción de bases es: Guanina 31 %, Adenina 24 %, Citosina 23 % y Uracilo 22 %. En el extremo 5' del genoma poseen a veces un casquete o monofosfato y en el extremo 3' una Poly A. (Büchen-Osmond, 1998, Hughes *et al*, 1998).

Se transmite de manera no persistente por muchas especies de áfidos y por inoculación mecánica a un rango de especies como *Cucumis sativa*, *N. glutinosa*, *N. benthamiana* y *Ch. Quinoa* (Brunt *et al*, 1989).

- ***Cucumovirus***: El ñame *D. alata* es afectado por el virus del mosaico del pepino (CMV) que produce en las hojas de ñame una sintomatología de clorosis severa. Los viriones contienen 18 % de ácido nucleico, 82 % de proteínas y 0 % de lípidos. El genoma consiste en una cadena lineal sencilla de RNA. El tamaño total del genoma es de 8.621 Kb y 29 nm de diámetro. La proporción de bases es: Guanina 24 %, Adenina 23 %, Citosina 23 % y Uracilo 30 %. Es transmitido de una manera no persistente por más de 600 especies de insectos, incluyendo al *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis craccivora* y *Myzus persicae*. Afecta Melón (*Cucumis melo*) (Roossinck y Flasincki, 1996), remolacha (*B. vulgaris*), curbitáceas (*Cucurbita* spp), tabaco (*Nicotiana* spp), frijol (*Phaseolus* spp), entre otras (Brunt *et al*, 1989; Brunt *et al*, 1996d; Hughes *et al*, 1998).

***Carmovirus***: Los *Carmovirus* pertenecen a la familia *Tombusviridae*, los viriones no son envueltos y contienen 14-19.13-23 % del ácido nucleico, la nucleocapside es isométrica y presenta una estructura superficial de aspecto granular de 27-30.5-

34 nm en diámetro. La simetría es icosaédrica, posee 32 capsómeros por nucleocápside (virión integrado por 180 subunidades proteicas). Los viriones contienen una molécula lineal en sentido positivo de RNA, la longitud total del genoma es de 3940-4450-5300 NT. La proporción de bases es: Guanina de 21.7-26.33-32 %; Adenina de 23-25.72-30 % ; Citosina de 19-24.11-31.5 % y Uracilo de 21-23.95-27 %. En el extremo 5' del genoma presentan probablemente una especie de casquillo, aunque esto fue demostrado solamente en el virus del moteado del clavel (CarMV) y en el extremo 3' no presentan la región Poli A.

Se pueden encontrar viriones en el citoplasma, núcleo, cloroplastos, mitocondrias, vacuolas o incluso estar ausentes en las células infectadas, las inclusiones son cristales presentes en el citoplasma de las células infectadas. Los síntomas pueden ser persistentes, variar estacionalmente, desaparecer después de la infección o no presentarse. Afecta a guandul (*Cajanus cajan*), a miembros del género *Brassica* sp, *Cucurbita* sp, *Chenopodium* sp, *Nicotiana* sp, *Solanum* sp y *D. rotundata* y *D. alata* entre otros muchos géneros. Es transmisible por afidos de manara no persistente, por inoculación mecánica, por el contacto entre plantas y por el polen (Martelli, 1997). Las plantas indicadoras infectadas muestran lesiones locales necróticas, deformación de las hojas y cloróticas, en *D. alata* y *D. rotundata* se presentan manchas cloróticas sistémicas, moteado, clorosis suave y abigarramiento suave, la síntomas persisten durante toda la vida de las plantas (Hughes *et al*, 2000).

#### 4. 8 DETECCIÓN DE LOS VIRUS

Cuando una planta es atacada por una enfermedad, se debe recurrir a herramientas que permitan detectar y determinar qué está causando las anomalías.

Los métodos de detección de virus van en orden de complejidad, desde la observación de síntomas, su transmisión, el empleo de hospederos diferenciales, el diagnóstico serológico y pruebas moleculares (Agrios, 1988).

**4.8.1 Observaciones visuales:** Fundamentalmente están basadas en la observación directa de los síntomas para discriminar plantas con manifestaciones de infección viral. Este método suele ser impreciso por cuanto algunas plantas no manifiestan síntomas, así estén infectadas (individuos asintomático.) Esto suele ocasionar errores, sin embargo, es el método de detección de patógenos más usado en campo (Agrios, 1988).

**4.8.2 Pruebas de transmisión mecánica:** Se basa en la susceptibilidad de muchas plantas a ser hospedados por virus y a su capacidad de expresar un conjunto de signos característicos que pueden ser interpretados como prueba positiva de la presencia de éstos. Para ello es necesario estar seguros que las plantas que se utilicen para la transmisión estén sanas. La técnica de transmisión mecánica más popular es frotar el jugo proveniente de una planta infectada sobre las hojas de plantas sanas (French y Hobert, 1981, Odu *et al*, 1999).

**4.8.3 Prueba inmunoenzimática ELISA:** Los inmunoanálisis o ELISA (*Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay*) se basan en dos fenómenos biológicos importantes:

- La elevada especificidad de los anticuerpos.
- La alta actividad de algunas enzimas usadas en este tipo de ensayos, lo que permite la amplificación de señales generadas por la muestra.

Las pruebas de ELISA están basadas esencialmente en la relación de un inmunoreactantes con un antígeno (Ag) o anticuerpos (Ac) y la detección de este

inmunoreactante mediante la utilización de un conjugado enzimático (Zwirner, 1996).

Los Ag (frecuentemente viral, bacterial o extractos sensibles de parásitos) son usados para reaccionar con un Ac, y son fijados a una base sólida (placas de ELISA) en donde la muestra es amplificada y el Ac específico es fijado por el uso de un conjugado, la anti-globulina, puede ser marcada reactivamente para detectar toda clase de anticuerpos o subclase de anticuerpos específicos.

La inmovilización del Ag para detectar Ac es un sistema que tiene una alta detectabilidad debido a que varias moléculas del conjugado enzimático, que son anticuerpos anti-inmunoglobulina marcados con enzimas, puede unirse a cada molécula de Ac que ha reaccionado con el Ag inmovilizado. Este efecto se traduce a una amplificación de la señal (Catty, 1990).

Para el diagnóstico de virus en ñame además del uso de las pruebas antes descritas, también se utiliza transmisión con vectores, doble difusión en gel de agarosa, Western blotting, sondas de cDNA, visualización en el microscopio electrónico (ISEN) y el empleo de PCR (Polimerasa Chain Reaction), que puede discriminar a nivel molecular diferentes tipos de virus e incluso diferentes cepas de un mismo virus, de una forma específica y muy confiable ( Goudou – Urbino, 1995; Odu *et al*, 1999; Bousalem *et al*, 2000).



## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El estudio se realizó en los municipios de Corozal, Los Palmitos, Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo en el departamento de Sucre (Anexo A).

### 5.2 LOCALIZACIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ESTUDIO

**5.2.1 Corozal:** Pertenece a la subregión Sabanas, con una extensión de 397 Km<sup>2</sup>. se encuentra localizado 9° 22' de latitud norte y 9° 0' de latitud sur. El clima es cálido y se halla a una altura de 150 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) (Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento de Sucre, 1998). La pluviosidad anual para el año 2000 fue de 1039 mm y la temperatura promedio de 26.6 °C (Estación meteorológica Aeropuerto Rafael Bravo.)

**5.2.2 Los Palmitos:** Pertenece a la subregión Sabanas, con una extensión de 218 Km<sup>2</sup> y localizado a 9° 30' de latitud norte y 9° 21' de latitud sur. El clima es cálido seco y está a 175 m.s.n.m. (Estudio general de suelos y zonificación de tierras, Departamento de Sucre, 1998). La Pluviosidad anual en el año 2000 fue de 1200 mm y la temperatura promedio de 28 °C. (Estación meteorológica Puerto Asís).

**5.2.3 Sampués:** Pertenece a la subregión Sabanas, con una extensión de 182 Km<sup>2</sup>. y localizado a 9° 15' de latitud norte y 9° 5' de latitud sur. Posee un clima cálido y se encuentra a 160 m.s.n.m (Estudio general de suelos y

zonificación de tierras, Departamento de Sucre, 1998). La pluviosidad anual para el año 2000 fue de 1320 mm y la temperatura promedio estuvo en 29 °C (Estación meteorológica finca el Perico – Universidad de Sucre).

**5.2.4 San Juan de Betulia:** Pertenece a la subregión sabanas, con una extensión de 226 Km<sup>2</sup>. Se encuentra localizado a 9° 24' de latitud norte y 9° 12' de latitud sur. El clima es cálido seco, con dos estaciones climáticas como en el resto del departamento, se halla a una altitud de 135 m.s.n.m. (Estudio general de suelos y zonificación de tierras, Departamento de Sucre, 1.998.). La pluviosidad anual para el año 2000 fue de 961.4 mm y la temperatura promedio de 31 °C. (Estación meteorológica finca La Montañita).

**5.2.5 Sincelejo:** Pertenece a la subregión Montes de María, con una extensión de 261 Km<sup>2</sup>. se encuentra localizado a 9° 25' de latitud norte, 9° 13' de latitud sur, 75° 20' de longitud este y 75° 32' de longitud oeste (Plan de desarrollo de Sucre, 1993 – 1997). El clima es cálido con influencia de los vientos del noroeste que predominan durante algunos meses del año, determinando variaciones de humedad relativa y precipitación. Se halla a 213 m.s.n.m. (estudio general de los suelos y zonificación de tierras, Departamento de Sucre, 1998; Instituto Agustín Codazzi, 2000). La pluviosidad anual para el año 2000 correspondió con 1336 mm y la temperatura promedio fue de 26 oC (Estación meteorológica Universidad de Sucre, sede Puerta Roja)

### **5.3 PREPARACIÓN DEL TERRENO Y SIEMBRA DE LAS SEMILLAS.**

**5.3.1 Corozal:** Para la preparación del terreno de siembra los agricultores utilizaron el arado de disco (un solo pase de arado) sobre 3 ha y arado y rastrillado en otras 3 ha, al suelo no se le aplicó ningún fertilizante. Las semillas provenían de la cosecha del año anterior, no fueron tratadas antes de ser sembradas, con ninguna sustancia química u orgánica y su siembra fue realizada

con palancas de madera a una distancia de 80 cm. entre plantas y 1.5 metros entre calle. El control de malezas postemergente se realizó con la aplicación de herbicidas Karmex® (1 Kg por hectárea), Gramafin® y Gramozone® (1 litro por hectárea) .

**5.3.2 Los Palmitos:** Para la preparación del terreno de siembra se usó el arado de disco (un solo pase de arado) y no se aplicó ningún fertilizante. Las semillas provenían de la cosecha del año anterior, en la parcela el Limón 23.500 semillas fueron tratadas con Dithane® M-45 (430 gr/L) antes de ser sembradas. Las semillas utilizadas en los corregimientos de Palmito y el Bongo (parcela el Tigre) no fueron tratadas con ninguna sustancia, para la siembra de las semillas, se utilizó barreton y palancas de madera y la siembra se realizó a una distancia de 60 cm. entre planta y 1.5 metros entre calle para *D. alata* y 50 cm. entre planta y 1 metro entre calle en monocultivo de *D. rotundata*. El control de malezas se realizó con Randup® (1 litro por hectárea) en la parcela el Tigre (lote de multiplicación de semillas de ñame *D. alata* cv. "Diamante 22" de la UMATA del municipio de Los Palmitos), mientras que en el resto de los cultivos se realizó manualmente.

**5.3.3 Sampués:** Para la preparación del terreno de siembra se realizó arado y rastrillado y no se aplicó ningún fertilizante. Las semillas no fueron tratadas con ningún producto antes de ser sembradas y para la siembra se utilizaron palancas de madera. Las semillas de *D. alata* fueron sembradas a una distancia de 50 cm entre planta y 1.5 metros entre calle y las de *D. rotundata* 60 cm entre planta y 1 metro entre calle. El control de malezas fue realizado manualmente.

**5.3.4 San Juan de Betulia:** La preparación de la tierra se realizó mediante el uso del arado de disco (un solo pase de arado), con aplicación de úrea (50 Kg/ha) al suelos. Las semillas procedían de la cosecha del año anterior y antes de ser sembradas fueron tratadas con Vondozecc® (1 litro en 200 litros de agua) y

Malathion® 57% EC (1000 cc. en 200 litros de agua). Fueron sembradas con palancas de madera a una distancia de 1 metro entre planta y 1,5 metros entre calle, el control de malezas fue realizado manualmente.

**5.3.5 Sincelejo:** Para la preparación del terreno de siembra se utilizó arado con cincel y rastrillado. Las semillas no fueron tratadas con ningún producto antes de ser sembradas y para la siembra se utilizaron palancas de madera. Las semillas de *D. alata* fueron sembradas a una distancia de 50 cm entre planta y 1 metro entre calle y las de *D. rotundata* a una distancia de 1 metro entre planta y 1.5 metros entre calle.

#### **5.4 OBSERVACIONES DE CAMPO**

Las observaciones se realizaron sobre lotes de ñame de pequeños productores (entre media y cuatro hectáreas) en los municipios de Corozal, Los Palmitos, Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo. El estudio se inició con la búsqueda de las sintomatologías de moteado, bandeado transversal, mosaico clorótico o manchas cloróticas, mosaico, clorosis, deformación de hojas y enanismo, descritas en la literatura (Thouvenel and Fauquet, 1979; Goudou – Urbino *et al*, 1996; Urbino *et al*, 1998; Hughes *et al*, 1998; Briddon *et al*, 1999; Bousalem *et al*, 2000; Guzmán y Fontanilla, 2000).

Las observaciones se realizaron cada dos semanas comenzando en el mes de mayo del 2000 y concluyendo en el mes de febrero del 2001. Las plantas con sintomatología característica sobre las hojas y aquellas que no presentaban sintomatología fueron marcadas con banderines de polietileno y tela en colores vivos con un código que identificaba fecha, municipio, localidad, finca, especie, variedad y sintomatología para no perderlas de vista, y luego evaluar la productividad de plantas sintomáticas y asintomáticas, además durante este

periodo de tiempo se llevó a cabo un registro fotográfico de las sintomatologías encontradas.

Las observaciones se realizaron sobre los lotes de manera aleatoria en zig-zag sobre el terreno (Arteaga *et al*/1997) como se puede observar en la figura 1.

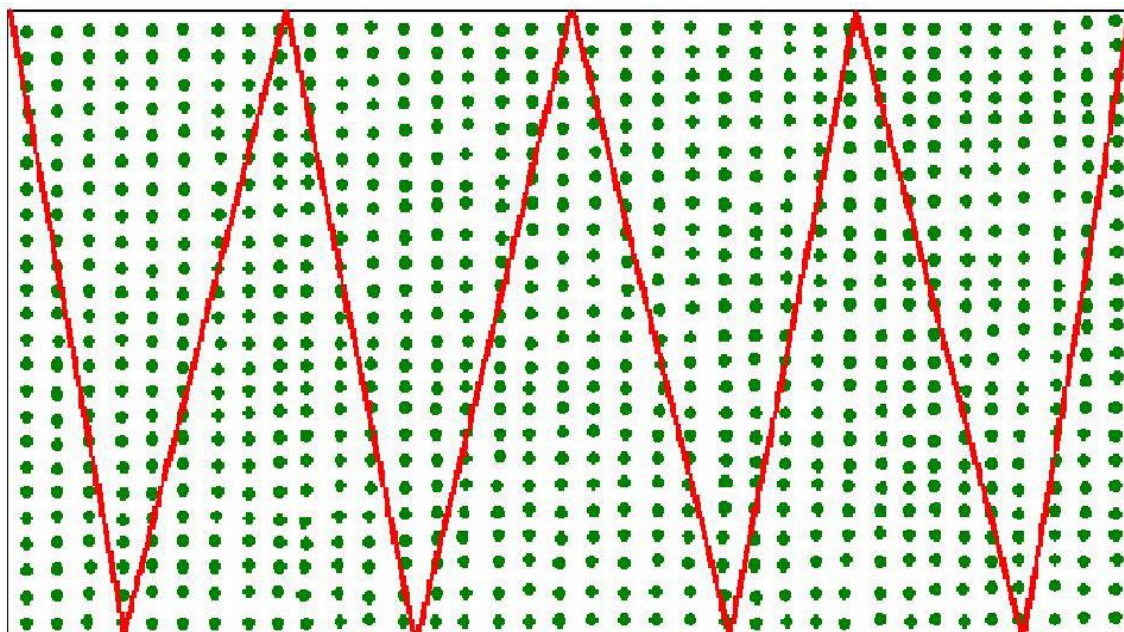


Figura 1. Ilustración del recorrido sobre el cultivo

## 5.5 RECOLECCIÓN DE LOS TUBÉRCULOS DE PLANTAS SINTOMÁTICAS Y ASINTOMÁTICAS.

Se recolectó una muestra al azar del material marcado, ésta se comenzó a realizar en el mes de octubre con el inicio de la “capada” del ñame espino (*D. rotundata*) en Las Palmas y Castañeda, corregimientos del municipio de Sincelejo y posteriormente en los meses de diciembre del 2000 y enero y febrero del 2001 en los demás municipios. Una vez cosechados los tubérculos fueron pesados utilizando una balanza de reloj (1000 gr.), una romana (tubérculos que sobrepasaban los 14.000 grs.) y la balanza gramera (tubérculos de plantas sintomáticas).

Todos los tubérculos cosechados fueron clasificados teniendo en cuenta el lugar de procedencia, especie, variedad, sintomatología foliar expresada y fenología de las hojas, estos fueron guardados individualmente en bolsas de papel kraf en un cuarto fresco y aireado para ser sembrados posteriormente en casa de malla y realizar el diagnóstico mediante el ELISA.

## **5.6 SIEMBRA DE LOS TUBÉRCULOS RECOLECTADOS EN CAMPO**

Los tubérculos recolectados en campo en los municipios de estudio fueron sembrados nuevamente en la primera semana del mes de abril del 2001 en bolsas de polietileno negras con capacidad de 2 kilogramos y mantenidas en la casa de malla construida para tal propósito. El Sustrato se preparó mezclando arena, cascarilla de arroz y tierra negra con buen contenido orgánico (3-4% de materia orgánica) en proporción 1:1:1 y esterilizado, utilizando una solución de formol al 10% ( Olivero *et al*, 1989) y 1 gr./L de oxiclورو de cobre (Salazar y Beltrán, 2002). Este sustrato fue el utilizado debido a que favoreció la brotación de los tubérculos en previos experimentos (Salazar y Beltrán, 2002).

## **5.7 DESINFECCIÓN DE LOS TUBÉRCULOS**

Los tubérculos fueron lavados con detergente comercial y enjuagados con agua del grifo, posteriormente cortados en minisecciones (entre 30 y 40 g) y lavados en una solución de formol al 10 % (Gómez, 1993) y 1 gr./L de oxiclورو de cobre (Salazar y Beltrán, 2002), durante 10 minutos y colocadas sobre papel kraf durante 5 días hasta darse la cicatrización de los cortes. Luego fueron sembradas en el sustrato previamente esterilizado y trasladado a la casa de malla.

La nutrición fue realizada con triple 15 (10 gr. por bolsa) cada mes (Cross, 1968; Acosta y Cepeda, 1994). y riego con agua de grifo un día por medio. Durante el

periodo de crecimiento de las plantas se realizaron observaciones y seguimiento fotográfico sobre la sintomatologías expresadas.

## **5.8 DIAGNOSTICO DEL MATERIAL RECOLECTADO EN CAMPO.**

**5.8.1 PRUEBA DE ELISA:** El material Recolectado en campo y sembrado posteriormente en casa malla en la Universidad de Sucre, fue analizado mediante la Prueba de ELISA .

Para el análisis de las muestras de ñame (hojas y tubérculos) se utilizó la técnica de ELISA-DAS indirecta para *Potyvirus* propuesta por el protocolo de Agdia (Agdia, 2000), para lo cual se procedió de la siguiente manera: se maceraron 0.5 gr. de hojas ó tubérculo en 5 ml de buffer de extracción a un pH 9.6 con el objeto de extraer un extracto de los tejidos vegetales para sensibilizar la placa de ELISA, se agregaron 100 µl del extracto de cada una de las plantas muestreadas (antígenos) en los pozos de la placa, por duplicado para cada muestra utilizando un control positivo (+) y un control negativo (-) y dos blancos, incubándose durante toda la noche a 4° centígrados. Al día siguiente se eliminó el extracto contenido en los pozos invirtiendo rápida y consistentemente la placa con cuidado para evitar contaminar los pozos vecinos y lavando 3 veces los pozos con PBS-Tween por 5 minutos cada vez, se adicionó 100 µl de anticuerpo antipotyvirus en dilución 1:200 en buffer de incubación del anticuerpo (ECI). Se dejó a temperatura ambiente por 1 hora y se realizaron los tres lavados con PBS-Tween durante 5 minutos cada vez. Se adicionó 100 µl de Anticuerpo Conjugado Anti-potyvirus en dilución 1:200 en buffer ECI se dejó a temperatura ambiente durante una hora, luego se realizaron los tres lavados con PBS- Tween como en los pasos anteriores, seguidamente se adicionó 100 µl del sustrato de la fosfatasa alcalina PNPP. Se dejó reaccionar este durante una hora en la oscuridad y se realizaron las lecturas en un lector de ELISA (Daynatech MR 250) a una densidad óptica de 410 nm.

**5.8.2. TRANSMISIÓN MECÁNICA:** Se realizaron dos ensayos preliminares de transmisión mecánica para verificar los resultados del ELISA, para lo cual se siguió la metodología utilizada por Hughes *et al*, 1998, Odu et al; 1999 y Hughes et al; 2000).

En el primero se utilizaron 18 plantas de *D. alata* cv. Pico de botella certificada como sanas, producidas *in Vitro* en el laboratorio de cultivo de tejidos vegetales de la Universidad de Sucre.

Seis plantas fueron rociadas en las hojas con polvo de cal durante 5 minutos y limpiadas con agua estéril, cinco de ellas fueron inoculadas mediante roce en dos hojas intermedias (por el haz) con un algodón estéril embebido de la solución infectiva (jugo crudo extraído de las hojas con buffer fosfato, 0.01 M de EDTA (Ácido etilen diamina-acético), 0.001 M de cisteína, pH 7.7), utilizando la sexta planta como testigo. Seis plantas fueron tratadas con cenizas durante 5 minutos, aplicando luego en cinco de ellas el jugo infectivo mediante roce en dos hojas intermedias (por el haz) con un algodón estéril embebido de la solución infectiva, utilizando la sexta planta como testigo, Las seis plantas restantes fueron inoculadas mediante punción con aguja hipodérmica, a cinco de ellas se les aplicó el jugo infectivo con hipodérmicas estériles en el tallo (una hipodérmica para cada planta) y a la planta testigo se le aplicó el buffer sin el extracto infectivo.

Para la infectividad se utilizaron tres plantas sintomáticas que resultaron positivas en el ELISA: La primera. *D. alata* cv. “oso” procedente del municipio de Corozal (Don Alonso) que presentaba un moteado muy marcado, el jugo extraído de las hojas de esta planta fue inoculado en cinco de las plantas de *D. alata* cv. “Pico de botella” sanas. La segunda, *D. alata* cv. “oso” procedente del municipio de San Juan de Betulia (El Laberinto) que presentaba bandeo transversal, el jugo extraído de las hojas de esta planta fue inoculado en cinco plantas de *D. alata* cv. “Pico de



botella” sanas y la tercera, *D. alata* cv. “Diamante 22” que presentaban sintomatologías características de moteado procedentes del municipio de Sampués (finca La Palma), el jugo extraído de las hojas de esta planta fue inoculado en cinco plantas de *D. alata* cv. “Pico de botella” sanas, las plantas fueron dejadas en el invernadero para observar la aparición de síntomas.

En el segundo ensayo de transmisión mecánica se realizó sobre plantas indicadoras de *Chenopodium amaranticolor*, *Nicotiana tabacum sansum*, *Datura metel* y *Nicotiana rustica*.

La solución infectiva fue aplicada por roce sobre el haz de las hojas a tres plantas indicadoras *D. metel*, *N. rustica* dejando dos como blancos y por punción sobre el haz a cinco plantas más *D. metel*, *N. tabacum sansum*, *Ch. amaranticolor* y *N. rustica*, con sus respectivos controles. En todos los casos el procedimiento se realizó sobre el haz de dos hojas intermedia de las plantas (Hughes et al, 1998; Odu et al, 1999).

Las observaciones sobre la aparición de sintomatologías se realizó a partir del segundo día de haberse iniciado el ensayo y la evolución subsiguiente de las mismas se realizó a diario por más de un mes.

## 5.9. DISEÑO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un estudio descriptivo y las observaciones se realizaron de forma aleatoria.

El calculo de la incidencia se realizó mediante la formula

**I = No de Plantas sintomáticas /Población total de plantas muestreadas x 100**  
(Servicio de información y evaluación sanitaria de Sevilla, 1998)

Se calculó el porcentaje de plantas por sintomatología en cada localidad, la producción relativa de los tubérculos, las pérdidas relativas e incidencia de la virosis sobre las muestras de tubérculos recolectados al azar.

Se realizó un análisis estadístico descriptivo utilizando el programa estadístico NCSS97, con los datos de los pesos de los tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. ASPECTOS GENERALES DE LOS CULTIVOS EN LOS MUNICIPIOS DE ESTUDIO.

**6.1.1 Corozal:** Los cultivos observados se encontraban situados en el corregimiento de Don Alonso en el sitio denominado el Tilingrado. Las observaciones se realizaron en 6 has sembradas con *D. alata* cv. “oso”.

El ñame estaba en asocio con Yuca (*Manihot esculenta*), Maíz (*Zea mays*) (como tutor), patilla (*Citrullus vulgaris*), batata (*Ipomoea batatas*), ahuyama (*Cucúrbita pepo* L. ), frijol (*Phaseolus* spp), habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.), ají dulce (*Capsicum* sp.) y guandul (*Cajanus cajan* L.) y flanqueado en la parte superior del cultivo con arroz (*Oryza sativa*) y por el costado derecho con plátano (*Musa* spp). (Véase cuadro 2). El número total de plantas sembradas en las seis (6) hectáreas fue de aproximadamente 23.000 plantas.

**6.1.2 Los Palmitos:** El área de observaciones fue de 7 ha, sembradas con *D. rotundata* y *D. alata* cv. “oso” y “Diamante 22”. En la parcela el Limón 23.500 semillas fueron sembradas sobreviviendo a la condiciones climáticas y ambientales 23.350 plantas.

El ñame criollo se hallaba en asocio con yuca *M. esculenta*), maíz (*Z. mays*), batata (*I. batatas*), patilla (*Citrullus vulgaris*), caraota enana (*Phaseolus* spp) y guandul (*C. cajan*) (Véase cuadro 2) y flanqueado en la parte superior por tabaco (*N. tabacum*). El número total de plantas en las 7 ha fue de 41.350

**6.1.3 San Juan de Betulia:** Se realizaron observaciones sobre 6 has sembradas con *D. rotundata* y *D. alata* cv. “oso” y “Diamante 22”, en la localidad del Socorro.

El ñame criollo se hallaba en asocio con yuca (*M. esculenta*), maíz (*Z. mays*), batata (*I. Batatas*), patilla (*C. vulgaris*), melón (*C. melo*), guandul (*C. cajan*), frijol caupí (*Vigna* spp.) y habichuela (*P. vulgaris*) (véase cuadro 2). El número total de plantas en las seis ha fue 23.000.

**6.1.4 Sampués:** Se realizaron observaciones sobre 6 has sembradas con *D. rotundata* y *D. alata* cv “oso” y “Diamante – 22”.

El ñame criollo se hallaba en asocio con yuca (*M. esculenta*), maíz (*Z. mays*), guandul (*C. cajan*), habichuela (*Phaseolus vulgaris*), batata (*I. batatas*), ahuyama (*C. pepo*), melón (*C. melo*), patilla (*C. vulgaris*) y pepino (*Cucumis sativus*) (Véase cuadro 2). El ñame espinoso se hallaba solo y tutorado con varas de mataratón (*Gliricidia sepium*). En el corregimiento de Los Pérez el cultivo estaba flanqueado por caña (*Sacharum* spp) y plátano (*Musa* spp) y disperso por todo el campo ají dulce (*Capsicum* sp), papaya (*Carica papaya*), berenjena (*S. melongena*) y cítricos (*Citrus* spp). El número total de plantas sobrevivientes en el área de estudio fue de 35.000 plantas.

**6.1.5 Sincelejo:** El área sobre la cual se realizaron las observaciones correspondió a ocho has sembradas con *D. rotundata* y *D. alata* cv. “oso” y “Diamante 22”.


El ñame criollo se hallaba en asocio con yuca (*M. esculenta*), maíz (*Z. Mays*), habichuela (*Phaseolus vulgaris*), batata (*I. batatas*), ají dulce (*Capsicum* sp) y berenjena (*S. melongena* L) (Véase cuadro 2), además en Las Palmas los cultivos se hallaban flanqueados por uno de sus extremos con plátano (Distrito de riego – Las Palmas). El total de plantas en las ocho has fue de 40.000 plantas.

**Cuadro 2. Cultivares asociados al ñame**

MUNICIPIO	LOCALIDAD	CULTIVAR ASOCIADO
Corozal	Don Alonso	Yuca, maíz, patilla, batata, ahuyama, frijol, ají dulce, guandul, habichuela.
Los Palmitos	Palmito	Yuca, maíz, guandul y frijol, guandul.
	Hatillo (El Limón)	Yuca, maíz, caraota enana, patilla, batata
	El Bongo	Yuca y maíz.
San Juan de Betulia	El Socorro (El Laberinto)	Yuca, maíz, melón, patilla, frijol, guandul.
	El Socorro (La Montañita)	Yuca, maíz, frijol, batata, habichuela.
Sampués	Sampués (La Palma)	Yuca, maíz, habichuela, guandul, ahuyama, patilla
	Los Pérez	Yuca, maíz, guandul, batata, ahuyama, Caraota enana, Papaya, ají dulce, habichuela, patilla, melón, pepino, cítricos.
	Mateo Pérez	Solo
Sincelejo	Castañeda	Yuca, maíz, habichuela y batata.
	Chochó	Yuca y maíz.
	La Palma	Yuca, maíz, berenjena, escandia, ají dulce, frijol.

## 6.2 SINTOMATOLOGÍA OBSERVADA EN CAMPO.

La sintomatología foliar observada en las plantas de ñame en los cultivos para los cinco municipios se presenta a continuación:

 **Bandeo Transversal:** Se observó la presencia de bandeo transversal, manifestado por bandas de color amarillo a lo largo de la lamina foliar entre las nervaduras, acompañado por ondulaciones de los bordes de las hojas en *D*.

*rotundata* (Véase figura 3), como ha sido descrita por Goudou-Urbino *et al*, 1996; Bousalem *et al*, 2000; Guzmán y Fontanilla, 2000, Hughes, *et al*, 2000.

Esta sintomatología se observó en los cinco municipios, pero fue más frecuente en Los Palmitos, Sampués y Sincelejo (véase cuadro 3) , se presentó tanto en *D. alata* como en *D. rotundata* (véase figuras 2 y 3), la sintomatología se mantuvo persistente durante todo el ciclo vital de las plantas.



Figura 2. Síntoma de bandeo transversal. *D. alata* cv "oso". Finca La montañita (Betulia).



Figura 3. Síntoma de bandeo transversal. *D. rotundata*. Parcela El Limón ( Hatillo - Los Palmitos ).

🍷 **Moteado:** La sintomatología de moteado se manifiesta como manchas cloróticas amorfa sobre la lamina foliar, las hojas adoptan una forma ahusada y un enrollamiento en forma de espiral que la hace cóncava hacia arriba, esta sintomatología coincide con la descrita sobre plantas de ñame por Thouvenel and Fauquet, 1979; Hughes, 1986; Brunt *et al*, 1989; Goudou – Urbino *et al*, 1996; Hughes *et al*, 1997, 1998 (véase figura 4a y 4b).

Esta sintomatología se observó en los cinco municipios, siendo más frecuente en Corozal y san Juan de Betulia (Véase cuadro 3). Se presentó en *D. alata* cv “oso” y “Diamante – 22” . La sintomatología fue persistente durante toda la vida de las plantas, mostrando diferentes grados de clorosis al ir envejeciendo las hojas.



Figura 4. Sintomatología de moteado. a) *D. alata* cv. "oso" en Don alonso – Corozal.(positiva para transmisión mecánica), b) *D. alata* cv. "Diamante 22" en El laberinto – Betulia. (positiva para transmisión mecánica).

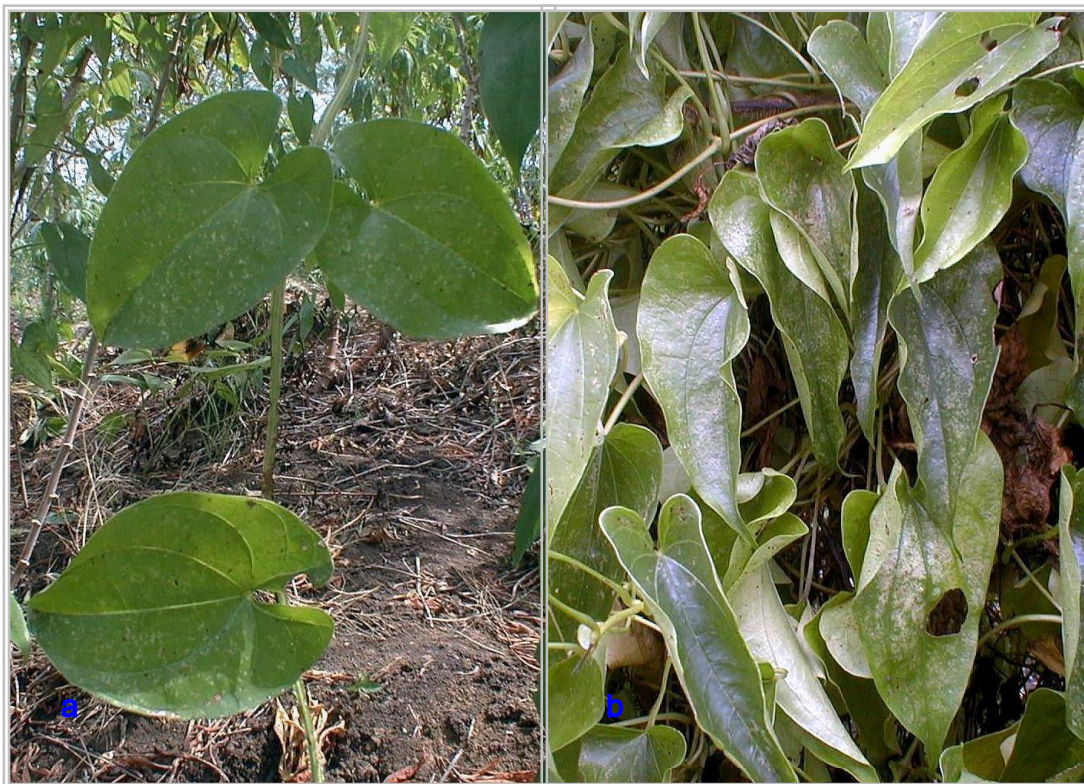
🐛 **Mosaico clorótico ó Manchas cloróticas:** La sintomatología de mosaico cloróticas se manifiesta como puntos blancos (cloróticos) sobre la lamina foliar, que terminan necrosandose al ir envejeciendo las hojas. En *D. alata* se presenta una especie de antorchamiento (forma de antorcha) de las hojas, deformación de ápices (ápices bifurcados o que no corresponde con su posición distal normal) y en ocasiones encrespamiento (añublamiento) y deformación de la lamina foliar haciendo que la forma del limbo no coincida con la hoja normal (véase figura 5a).

En *D. rotundata* las hojas muestran ondulaciones de los bordes y plegamiento longitudinal hacia el haz de la lamina foliar (véase figura 5b), esta sintomatología ha sido referenciada por Hughes *et al*, 1997 en *D. alata* y *D.*



*rotundata* en Nigeria. En los municipios del estudio se observó sobre los cultivos de ñame en *D. alata* y *D. rotundata* pero con más frecuencia en *D. rotundata*, manteniéndose persistente durante el ciclo vital de las plantas (véase figuras 5a y 5b), Los municipios más afectados fueron, San Juan de Betulia, Los Palmitos y Sincelejo (véase cuadro 3).

Para confirmar la presencia de virus en plantas con esta sintomatología se tomaron muestras de hojas de *D. rotundata* provenientes de San Juan de Betulia, y fueron analizadas mediante PCR, resultando positivas para YMV de la cepa africana ( véase figura 6)



**Figura 5. Sintomatología de mosaico clorótico. a) *D. alata* cv. “oso” en Palmito – Los Palmitos, b) manchas cloróticas. *D. rotundata* en El Limón (Hatillo). Los Palmitos.**



Figura 6. Sintomatología de Manchas cloróticas en *D. rotundata*. Mateo Pérez. Sampués Positiva por PCR para YMV (cepa africana).

🍷 **Mosaico:** La sintomatología de mosaico se presentó en *D. alata* y *D. rotundata* (Véase figuras 7a y 7b), se manifiesta mediante la aparición de áreas de color verde normal con alternancia de manchas cloróticas o amarillas más pequeñas y menos definidas en las hojas afectadas, puede estar acompañada de deformación de la lamina foliar y ondulación de bordes (véase figura 7b), encrespamiento (añublamiento) de la lamina foliar y bajo desarrollo de las plantas (véase figura 8).

Fue observada en los cinco municipios (Véase cuadro 3) y corresponde con la descrita en la literatura por Thouvenel y Fauquet, 1979; Goudou-Urbino *et al*; 1996; Hughes, *et al*, 1997; Guzmán y Fontanilla, 2000.

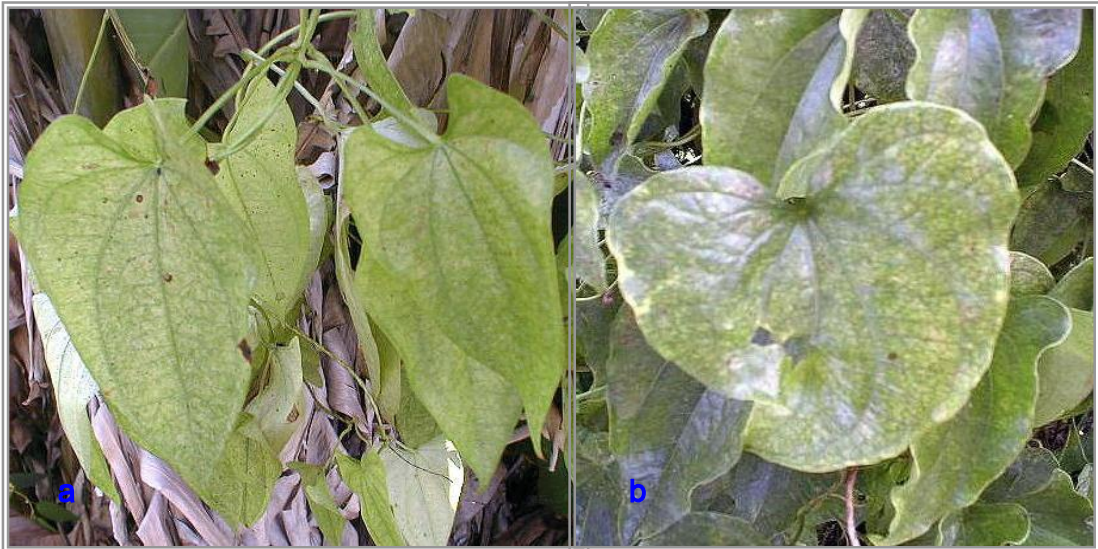


Figura 7. Sintomatología de mosaico. a) *D. alata* cv. "Diamante 22". Los Pérez – Sampués, b) *D. rotundata*. Castañeda - Sincelejo.



Figura 8. Sintomatología de Mosaico. *D. rotundata* en Los Pérez – Sampués.

☞ **Clorosis:** Esta sintomatología fue menos frecuente (véase cuadro 3) en los cultivos, se manifiesta por una decoloración total de la lamina foliar, frecuentemente acompañada de deformación de la lamina foliar, falta de vigor de las plantas y aparición gradual de anillos necróticos y necrosamiento de las

nervaduras, ha sido referenciada por Goudou-Urbino *et al*; 1996; Hughes, *et al*, 1997; Odu *et al*, 1999.

Este síntoma puede presentarse de forma parcial o generalizada sobre toda la planta (véase figura 9). Se presentó tanto en *D. aiata* y *D. rotundata* y se mantuvo persistente durante toda la vida de las plantas.



**Figura 9.** Sintomatología de clorosis en *D. rotundata* en La Montañita -San Juan de Betulia.



**Figura 10.** Sintomatología de moteado verde en *D. rotundata* en Las Palmas (Distrito de riego). Sincelejo.

🍷 **Moteado verde:** Este síntoma no se encontró referenciado en la literatura, se caracteriza por la aparición de manchas amorfas de color verde oscuro que se extienden a través del limbo con alternancia de áreas verdes normales, está acompañado de alargamiento de la lamina foliar y plegamiento longitudinal de las hojas hacia el haz (véase figura 10). Su aparición fue poco frecuente y se presentó solo en *D. rotundata*.

🍷 **Enanismo:** Las plantas con este síntoma se caracterizan por su bajo desarrollo, las hojas se deforman adoptando formas amorfas, se presentó en *D. alata* y *D. rotundata* (véase figura 11).



Fig. 11. Síntoma de Enanismo y deformación de Hojas en *D. rotundata*. Castañeda. Sincelejo.

🍷 **Hojas deformes:** Ocasionalmente se encontraron plantas que sólo presentaban la lamina foliar deforme ( lamina bifurcada unida solo en la base del pecíolo, lamina que se bifurcaban en la parte central originando dos ápices, hojas con un lóbulo alargado y el otro corto o en ocasiones unido, discontinuidad de el borde normal de la lamina y hojas extremadamente pequeñas (Véase figura 11).

Se observó la presencia de dos o más sintomatologías diferentes sobre una misma planta ( moteado y bandeo transversal, moteado y mosaico y mosaico y bandeo transversal) (véase cuadro 3) lo que puede deberse a la infección por diferentes cepas de un mismo virus como lo encontrado por Hughes *et al*, 1998 en Nigeria donde *D. alata* presentó infecciones mixtas con *Dioscorea dumetorum Potyvirus* y el virus del mosaico del ñame (YMV); además, los cultivos pueden estar afectados por infecciones mixtas ocasionadas por virus de diferente genero como *Potyvirus*, *Badnavirus*, *Carlavirus*, *Potexvirus*, *Cucumovirus* (Mumford y Seal, 1997; Hughes *et al*, 1998; Guzmán y Fontanilla, 2000).

La variabilidad de los síntomas observados en las plantas puede ser explicada, por la variabilidad genética sujeta a los mecanismos de evolución de los virus (mutación, recombinación y reordenamiento) que ocasionan diversidad en los genomas virales (Roossinck, 1997) y por polimorfismo morfológico del ñame, dada la gran diversidad varietal existente (Terauchi *et al*, 1992).

Las consecuencias de las infecciones virales en ñame incluyen el desarrollo de síntomas en las hojas, lo cual afecta la habilidad fotosintética de las plantas que en muchos casos impide el desarrollo de las plantas y por consiguiente, la disminución en el rendimiento de los tubérculos, traduciéndose en pérdidas económicas importantes para los productores, la transmisión vegetativa continua de los virus que ocurre con la propagación vegetativa del ñame, restricciones sobre el movimiento internacional de germoplasma y las implicaciones de los germoplasma mejorados (Hughes *et al*, 1998).

Se observó que el mayor porcentaje de plantas que presentaron las diferentes sintomatologías en los cinco municipios fue de *D. alata* (Véase cuadro 4). Esto puede deberse a que *D. rotundata* es más rustico que *D. alata* lo que lo hace más resistente al ataque de patógenos, pero también debe tenerse en cuenta el sistema de producción, *D. rotundata* se siembra en monocultivo y al no hallarse asociado con otros cultivos, esto limita posibles focos de infección adicional que puedan provenir de las especies asociadas. En cambio en *D. alata*, se da un sistema de cultivo mixto en asocio con yuca, maíz, batata,

guandul y alguna cucurbitáceas entre otros, que se sabe son afectados por virus que también afectan al ñame y que pueden convertirse en focos de infección adicionales (Brunt, *et al*/1996a.)

Con respecto a la explotación del agricultor del cultivo, las plantas asociadas con el ñame como yuca (*Manihot esculenta*), maíz (*Zea mays*), batata (*Ipomoea batatas*), ají dulce (*Capsicum sp*), frijol caupí (*Vigna spp*), ahuyama (*Cucúrbita pepo*), guandul (*Cajanus cajan*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*), presentaban deformación de hojas, mosaico, bandeo amarillo paralelo a las nervaduras, manchas cloróticas y ampollado de hojas (véase figuras 12, 13, 14 y 15).

No se puede afirmar que la sintomatología observada en los cultivares asociados sea una respuesta causada por infección por agentes virales, pero coincide con los reportes de importantes estudios que establecen ciertos patrones sintomáticos con la acción de los virus, como el virus del mosaico de la batata (VMB), variante del virus del mosaico del tabaco (Elmer, 1960; Sill *et al*, 1960; Olivero *et al*, 1989); el virus del mosaico de las nervaduras (VMV) (Mazzantin, 1972; Nome, 1973); el virus del moteado suave de la batata (VMSB), (Hollings *et al*; 1971, 1972; Olivero *et al*, 1989), y virus del moteado plumosos de la batata (VMP), perteneciente a los *Fo'yvirus* y del cual en batata se han establecido cuatro razas (Doolittle y Harter, 1945; Moyer *et al*; 1980; Olivero *et al*, 1989). La sintomatología consiste en deformaciones de la lámina foliar, nervaduras cloróticas muy marcadas, manchas cloróticas foliares, moteado y reducción en el tamaño de la planta (Olivero *et al*, 1989; Valkonen *et al*, 1997).





**Cuadro 3. Porcentaje de Sintomatología para cada municipio.**

Municipio	Plantas con Moteado		Plantas con Bando y Bando Transver.		Plantas con Manchas cloróticas		Plantas con Mosaico		Plantas Moteado verde		Plantas con Clorosis		Plantas Hojas Deformes		Plantas Enanas		Plantas Moteado y Bando Transver.		Plantas con Moteado y Mosaico		Plantas con Mosaico y Bando Transver.	
	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%	No	%
Corozal	43	34.1	36	28.6	15	11.9	13	10.3	0	0	7	5.5	2	1.6	3	2.4	5	4	2	1.6	0	0
Los Palmitos	33	26	49	38.6	28	22	5	4	6	4.7	0	0	3	2.4	0	0	2	1.6	1	0.8	0	0
Sampués	60	24.5	83	34	24	9.8	54	22	4	1.6	3	1.2	7	2.9	4	1.6	5	2	0	0	1	0.4
San J. de Betulia	61	34.1	39	21.8	43	24	22	12.3	4	2.2	1	0.6	3	1.7	2	1.1	1	0.6	1	0.6	2	1.12
Sincelejo	83	25	98	29.3	57	17	72	21.5	10	3	7	2.1	4	1.2	2	0.6	1	0.3	0	0	0	0

**Cuadro 4. Numero de plantas muestreadas y porcentaje de plantas sintomáticas por especie.**

Municipio	No. plantas Asintomá.	No. <i>D. alata</i> Asintomát.	% <i>D. alata</i> Asintomát.	No. <i>rotundata</i> Asintomát.	% <i>D. rotundata</i> Asintomát.	No. Plantas Sintomát.	No. <i>D. alata</i> Sintomát.	% <i>D. alata</i> Sintomát.	No. <i>rotundata</i> Sintomát.	% <i>D. rotundata</i> Sintomát.	No. Total Plantas Muestreadas
Corozal	79	79	38.5	0	0	126	126	61.5	0	0	205
Los Palmitos	208	61	18	147	44	127	86	26	41	12	335
Sampués	52	27	9	25	8	245	171	58	74	25	297
San J. de Betulja	71	54	21.6	17	6.8	179	132	52.8	47	18.8	250
Sincelejo	86	37	9	49	12	334	173	41	161	38	420

En Aji dulce y pimiento se presentan síntomas como mosaico, moteado, arrugado de las hojas apicales, un bandeado amarillo y oscurecimiento de las venas de las hojas totalmente expandidas. Esta sintomatología ha sido descrita para el virus Y de la papa (PVY) en hospederos del genero *Capsicum*. Cabe pensar entonces, en la posibilidad de que los síntomas vistos en plantas de ají dulce en el corregimiento de Don Alonso (figura 13) sean producidos por El PVY, dado que este virus tiene como hospedantes naturales a la mayoría de los miembros de la familia *Solanaceae* ([www. infoagro.com](http://www.infoagro.com)).



**Figuras 12. Mosaico en *M. esculenta*.  
Finca La Palma – Sampués.**



**Figura 13. Bandedo intervenal en (*Capsicum*  
sp). El Tilingrado (Don Alonso) – Corozal.**

En plantas del genero *Phaseolus* se presenta el virus del mosaico común, el mosaico amarillo y el mosaico dorado con sintomatología de hojas con nervaduras y bordes oscuros; mosaico, distorsión y enrollado de hojas, punteado amarillo

atípico en las hojas, aclaramiento de nervaduras, ampollado de hojas, retardo en el crecimiento (Alcoba *et al*, 2000). Estos virus son transmitidos por insectos como los pulgones (áfidos), moscas blancas y cicadélidos (Muruaga y Agostini, 1990; Agostini y Muruaga, 1990).



**Figura 14. Manchas cloróticas en *Ipomoea batatas*. Castañeda. Sincelejo.**



**Fig.15. Especie de ampollas verdes en *Vigna* sp. Palmito. Los Palmitos.**

Otros cultivo como el melón y la patilla son afectados por el virus del mosaico de las cucurbitáceas y el *Potyvirus-2* del mosaico del melón de agua (Moriones *et al*, 1997). La yuca y el maíz, son afectados por virus del genero *Potyvirus* que ocasionan una variedad de signos o sintomatologías tales como moteado, mosaico, diferentes grados de clorosis, bandeado, deformidad de las hojas y bajo desarrollo de plantas. (Barnett *et al*, 1998). Estos cultivos también son afectados por virus del genero *Carlavirus* ( Brunt, 1996c).

Lo anterior es una muestra de la gran variedad de virus, cepas y quasiespecies naturales que se originan a partir de mutaciones ocasionadas por las diferentes fuerzas evolutivas utilizadas por los virus en plantas.

La maleza asociada a los cultivos estaba compuesta por ahorca lobo o ahorca piojo (*teramnus volublis*), batatilla (*Ipomoea cor.gesta*), malva (*Malva silvestris*), escobilla negra(*Sida rhombifolia* L), escobilla babosa(*Sida* spp), cadillo de bolsa (*Cenchrus echinatum* L), cadillo mazorca (*Achirantes aspera*), campanilla (*Ipomoea purpurea*), coquito (*Cyperus rotundus*), frijolito (*Phaseolus* spp), cadillo ladron (*Cenchrus* spp), meloncillo o melón de culebra (*Cucumis melo*), tripa de pollo (*Euphorbia hirta* L.), tripa de pollo rastrea (*Euphorbia hypericifolia*) pega pega o amor seco (*Desmodium tortuosum*), murciélago o cariñosa (*Friva iappuiacea*), verbena (*Verbena* spp), gramalote (*Panicum maximum*), bleo rojo (*Amaranthus retroflexus* L.), bleo blanco (*Amaranthus dubius*), bleo de puya (*Amaranthus spinosus*), berenjena de puya o datura (*Datura* spp), verdolaga (*Portulaca oleracea* L), cafelillo (*Cassia occidentalis* L), vicho (*Cassia tora*), botón de oro (*Gaiinsega parviflora*) pata de gallina (*Echinochloa crus-galli*), pringamoza (*Urtica* spp) y dormidera (*Mimosa* spp).

Las malezas asociadas a los cultivos presentaban sintomatologías similares a las encontradas en ñame y cultivares asociados a él como: Mosaico muy marcado, manchas cloróticas, y anillos necróticos, enrollamiento y deformidad de hojas (figuras 16, 17 y 18).

Las malezas son reservorios naturales de patógenos, se han encontrado varias especies que constituyen reservorios y alimento de patógenos e insectos, que luego son plagas para los cultivos. Se sabe de más de 81 familias, con 100 especies, hospederas de *Aphis gossypii*, y a 72 familias, con 80 especies, que albergan *Myzus persicae* (Marín, 1964; Rodríguez, 2000).



Figura 16. Mosaico. a) Mosaico en *I. purpurea* y *T. Volubilis*. Cubriendo por completo una mata de ñame “espino”. El Limón (Hatillo). Los Palmitos; b) Mosaico marcado en *Sida* sp. Mateo Pérez. Sampués.



Figura 17. Síntoma de Mosaico en *M. silvestris*. El Laberinto – Betulia.



Figura 18. Manchas cloróticas en Meloncillo (*C. melo*). Mateo Pérez – Sampués.

Cermeli (1970) y Rodríguez (2000) señalan que varias especies de malezas son hospederas de los áfidos *Myzus persicae*. *A. gossypii* y *A. craccivora*, transmisores de virus.

*M. persicae*, *A. gossypii*, *A. craccivora*, *Rhopalosiphum maidis* y *Toxoptera citricidus*, son vectores que transmiten virus al ñame, pero existen 4 nuevos vectores que están en capacidad de transmitir YMV y que han sido confirmados. Los vectores son *A. spiraecola*, *Pentalonia nigronervosa*, *T. aurantii* y *R. rymphaea* (Hughes *et al*, 2000),

Dentro de los cultivos se encontraron algunos árboles pequeños: Ñipi Ñipi, *Sapium biglandulosum* y Vara de humo, *Cordia* spp que mostraban manchas cloróticas, mosaico y deformación de hojas (figura 19 y 20).



**Figura 19.** Manchas cloróticas en Ñipi-ñipi. *S. biglandulosum*. Mateo Pérez - Sampués.



**Figura 20.** Mosaico en Vara de humo. *Cordia* spp. Finca la Palma - Sampués.

### 6.3 INCIDENCIA DE LA VIROSIS DEL ÑAME EN LOS CINCO MUNICIPIOS.

Este trabajo es un estudio preliminar en campo sobre incidencia de virosis en ñame en el departamento de Sucre. El área en los cinco municipios sobre el cuál se realizaron las observaciones correspondió a un 4.4 % del total del área sembrada en el año 2000 en los cinco municipios donde se llevó a cabo el estudio (véase anexo B). Los valores de incidencia (porcentaje de plantas con síntomas) promedio estimados para el año 2000 en estas áreas fueron de un 38% para los Palmitos, 61.5% para Corozal, 71.6% para San Juan de Betulia, 79.5 para Sincelejo y de 82.5% para Sampués (Véase cuadro 5).

Los municipio más afectados fueron Sampués, Sincelejo y San Juan de Betulia. pero hay que tener en cuenta que el área sobre el cual se realizaron las observaciones en Sincelejo fue mayor en 2 ha. y el numero total de plantas muestreado (420).

Los valores de incidencia son altos y son similares a los encontrados en 1996 por Goudou – Urbino y colaboradores en Burkina Faso en *D. cayenensis - rotundata* y *D. alata* donde la rata de infección en el área central del país correspondió a un 71.5% y por Gumedzoe y colaboradores en el 2000 en lotes experimentales cultivados con *D. alata* en Lome (Togo) donde la rata de infección fue de 89%.

Estos valores de incidencia altos, deben causar muchísima preocupación, dado que el solo hecho de encontrar un solo individuo infectado ya implica un riesgo de infección de un numero elevado de individuos en pocos años, dada la tendencia a un crecimiento exponencial de las enfermedades causadas por virus.

Los valores de incidencia encontrados en los cinco municipios exceden los limites de tolerancia de virosis en un cultivo. Goudou – Urbino y colaboradores (1996) consideran que un 13% es bajo pero potencialmente peligrosos y hay que tomar medidas fitosanitarias de control como el no uso de semillas provenientes de plantas contaminadas y la eliminación de plantas infectadas por virus dentro de los



cultivos para evitar la dispersión por acción de los vectores, por el contacto entre plantas y por transmisión mecánica.

**Cuadro 5. Incidencia de Virosis a partir de la sintomatología.**

MUNICIPIO	ÁREA SOBRE LA QUE SE HIZO EL MUESTREO (HA)	No. PLANTAS MUESTREADAS	PLANTAS SÍNTOMA.	PLANTAS ASINTOMÁ.	INCIDENCIA (%)
Corozal	6	205	126	79	61.5
Los Palmitos	7	335	127	208	38
Sampués	6	297	245	52	82.5
San J. de Betulia	6	250	179	71	71.6
Sincelejo	8	420	334	86	79.5

Estos valores de incidencia de virosis no son absolutos, pueden variar al incorporar otras técnicas de detección de virus que permita tener en cuenta plantas asintomáticas que pudieran estar infectadas y la parte de la plantas utilizada en el diagnóstico como hojas, tallo y tubérculos (Gumedzoe *et al*, 2000). Otras variantes a tener en cuenta es el tamaño del área muestreada, la forma de realizar las observaciones sobre los cultivos, las variaciones climáticas que se puedan presentar cada año y las prácticas de cultivo (Arteaga *et al*, 1997). A pesar de ello sirven de referente a tener en cuenta a la hora de formular estrategias de control fitosanitario.

#### **6.4 PRODUCTIVIDAD DE TUBÉRCULOS DE PLANTAS SINTOMÁTICAS Y ASINTOMÁTICAS.**

Al comparar la producción de los tubérculos de una muestra tomada al azar entre la población total muestreada de plantas sintomáticas y asintomáticas se observó una disminución en el peso de los tubérculos de plantas sintomáticas con respecto a los tubérculos de plantas asintomáticas dentro de un mismo cultivo. Esto se

observó tanto en *D. alata* cv. "oso" y "Diamante 22" y en *D. rotundata*. La disminución del peso de los tubérculos de plantas sintomáticas se dio en los cinco municipios donde se realizó el estudio.

🐛 *D. alata* cv. "oso": Los tubérculos de ñame criollo cv "oso" de plantas sintomáticas presentaron pesos promedios muy bajos al compararlos con los de plantas asintomáticas en los municipios del estudio (Véase figura 21 y 22).

El peso promedio de los tubérculos de plantas sintomáticas estuvo entre 70.2 y 221.12 gramos comparado con el peso promedio de tubérculos de plantas asintomáticas que osciló entre 1450 y 2750 gramos (Véase grafico 23 y cuadro 6), La producción relativa osciló entre un 4 y 12%, siendo más baja en Sampués y Corozal y un poco más alta en Sincelejo. La pérdida relativa de la productividad osciló entre 87.7 y 96.30% lo que evidencia una disminución dramática en los pesos de los tubérculos, la incidencia de la virosis calculada sobre la muestra de plantas cosechadas osciló entre 55.56 y 62.50% (Véase cuadro 6).

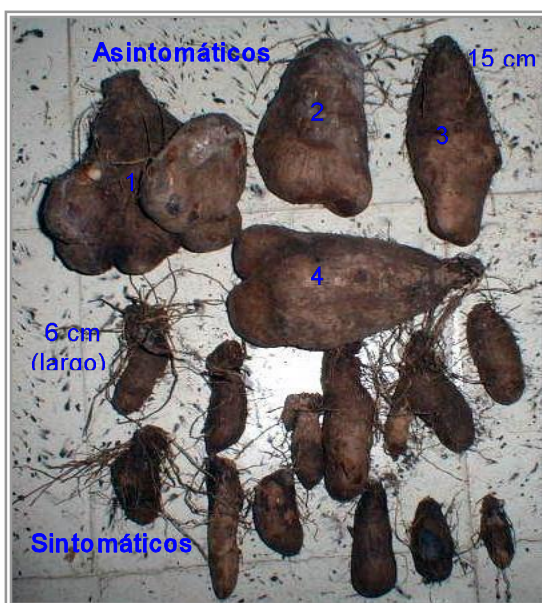


Figura 21. *D. alata*. cv. "oso" Don Alonso. Corozal. Arriba, cuatro tubérculos de plantas asintomáticas. Debajo trece tubérculos de plantas sintomáticas.

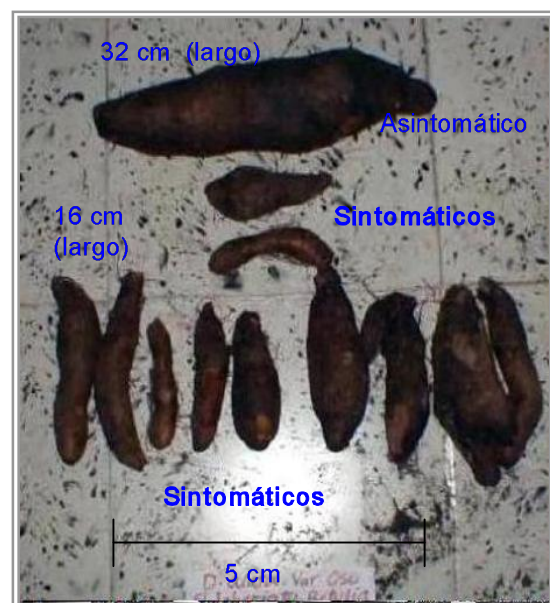


Figura 22. *D. alata*. cv "oso". El Laberinto. San Juan de Betulia. Arriba, un tubérculo de una planta asintomática. Debajo once tubérculos de plantas sintomáticas.

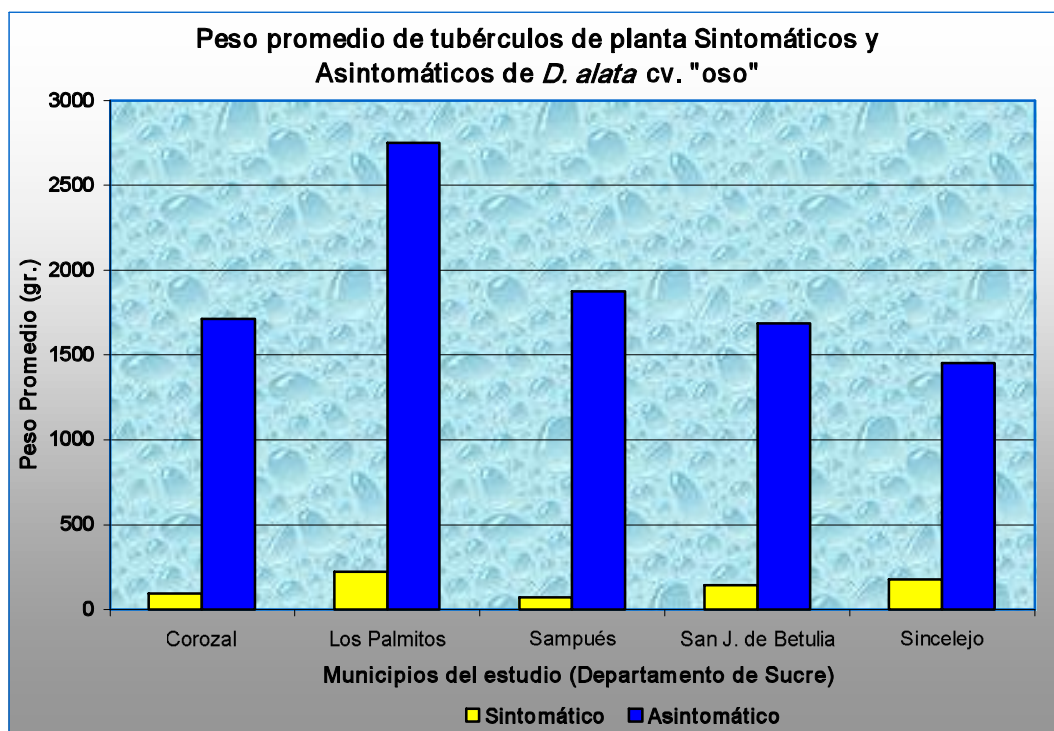


Figura 23. Peso promedio de tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas de *D. alata* cv. "oso" en diferentes municipios del departamento de Sucre.

🍷 *D. alata* cv. "Diamante 22": Al igual que en *D. alata* cv. "oso" los pesos de los tubérculos de plantas sintomáticas de *D. alata* cv. "Diamante 22" fueron muy bajos con respecto a los pesos de los tubérculos de plantas asintomáticas recolectados en los municipios de Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo (Véase figuras 24 y 25). Los pesos promedio de los tubérculos de plantas sintomáticas oscilaron entre 118.57 y 208.38 gr. y los de plantas asintomáticas entre 2176.09 y 2625.22 gr. notándose una gran diferencia entre los pesos de los tubérculos provenientes de plantas sintomáticas y asintomáticas (Véase figura 26 y cuadro 7). Al calcular la producción relativa, se encontró que ésta estuvo entre 4.5 y 7.5% lo que indica que la pérdida relativa osciló entre el 92.5 y 95.5% y los valores calculados del porcentaje de incidencia sobre la muestra de plantas cosechadas entre 56.1 y 63.16% (Véase Cuadro 7).

**Cuadro 6. Influencia de la virosis en *D. alata* cv. "oso" sobre la producción de ñame (gr./planta) en diferentes municipios del departamento de Sucre.**

PARÁMETRO	COROZAL		LOS PALMITOS		SAMPUÉS		SAN J. DE BETULIA		SINCELEJO	
	Sintomát.	Asintomát.	Sintomát.	Asintomát.	Sintomát.	Asintomát.	Sintomát.	Asintomát.	Sintomát.	Asintomát.
<b>n</b>	26	18	17	11	10	6	27	19	15	12
<b>ξ (gr.)</b>	94.65	1713.89	221.12	2750	70.2	1875	145.15	1686.84	177.4	1450
<b>S</b>	70.58	572.09	98.91	1949.36	23.34	262.20	153.46	585.14	134.13	488.50
<b>CV (%)</b>	74.57	33.39	44.73	70.88	33.25	13.98	105.73	34.69	75.61	33.69
<b>Producción Relativa</b>	0.055	1	0.080	1	0.037	1	0.086	1	0.1223	1
<b>Incidencia (%)</b>	59.09	-	60.71	-	62.50	-	58.70	-	55.56	-
<b>Perdida Relativa (%)</b>	94.5	-	92	-	96.30	-	91.40	-	87.77	-

Al observar los cuadros 6 y 7 se puede ver que los valores de producción relativa, pérdida relativa y porcentaje de incidencia en las dos variedades son muy similares. Hay que anotar que pese a las diferencias de productividad propias de cada especie, la acción viral incide drásticamente mermando la producción en ambas variedades.

🐛 ***D. rotundata* cv. "espino"**: Los tubérculos de plantas sintomáticas de ñame espino presentaron pesos muy bajos con respecto a los tubérculos de plantas asintomáticas (Véase figuras 27a y 27b).

Los pesos promedios de los tubérculos de plantas sintomáticas fluctuaron entre 203.50 y 2233.33 gr. y los de plantas asintomáticas entre 4605.26 y 14222.22 gr. (Véase figura 28 y cuadro 8), la producción relativa de los tubérculos sintomáticos varió entre 4 y 16% lo que indica que la pérdida relativa de estos tubérculos estuvo entre 84 y 96%, la incidencia de la virosis calculada a partir de estos tubérculos sintomáticos fluctuó entre un 50 y 59.57% (Véase cuadro 8).

Se observó que en el municipio de Los Palmitos el peso promedio de los tubérculos de plantas asintomáticas casi triplica los pesos promedios de los tubérculos de plantas asintomáticas provenientes de los municipios de Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo (véase figura 28), esto se puede explicar debido a que en Los Palmitos las semillas utilizadas para propagación vegetativa de *D. rotundata* cv. "espino" traídas desde Alemania, se había venido usando desde hacia tan solo tres años, este tiempo no ha sido suficientes para permitir una diseminación más generalizada de los virus en el cultivo ni lograr que la acción de los virus afecte tan drásticamente la productividad de los tubérculos, como puede verse en el cuadro 8, donde el peso promedio de los tubérculos de plantas sintomáticas es de 2233.33 gr. mucho más que los pesos promedios de los tubérculos sintomáticos provenientes de Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo, donde las semillas usadas para la propagación del ñame provienen de tubérculos que llevan más de 10 años de estar siendo propagados.

Es innegable que la acción de los virus disminuye la productividad de los tubérculos, esto puede verse si se compara los pesos promedios de los tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas en Los Palmitos (Véase cuadro 8).

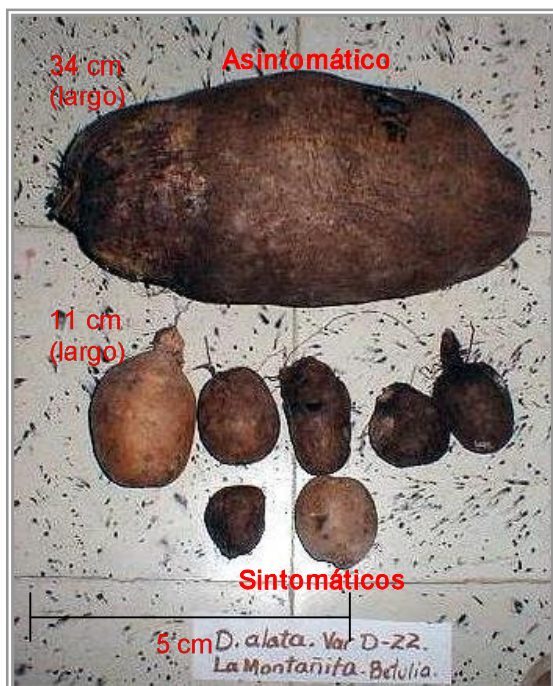


Figura 24. Tubérculos de *D. alata* cv. "Diamante 22". Finca La Montañita. San Juan de Betulia.

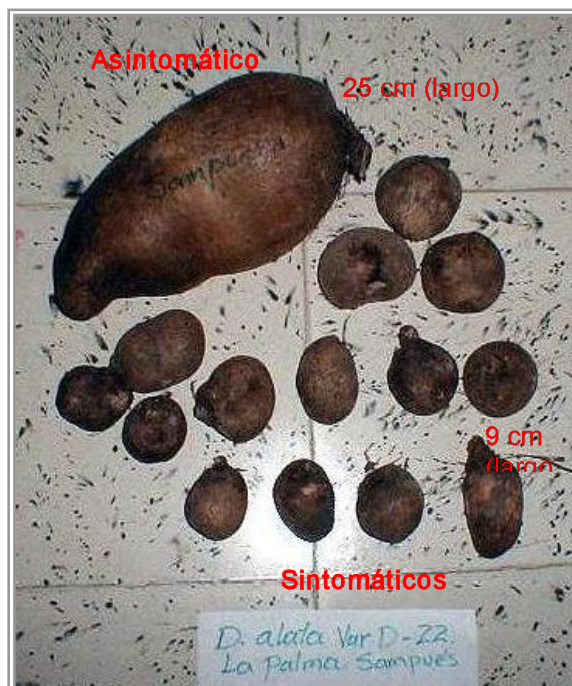


Figura 25. Tubérculos de *D. alata* cv. "Diamante 22". Finca La Palma. Sampués.

Lo anterior evidencia un grave problema en estos cultivos relacionada con la actividad vírica y su acción directa sobre la disminución de la habilidad fotosintética de las plantas sintomáticas que se ve reflejada en la reducción de la productividad, dado los valores tan bajos de los pesos promedios de los tubérculos de plantas sintomáticas y los valores de incidencia tan altos, tanto el calculado a partir de la sintomatología (cuadro 5) y el calculado sobre la muestra recolectada al azar para la comparación de los pesos de los tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas (cuadro 6,7 y 8). Basados en esta información se puede decir que desde la siembra de las semillas provenientes de estos tubérculos, el agricultor comienza perdiendo más del 50% de su producción, sin tener en cuenta otros factores bióticos o abióticos que innegablemente siempre están presentes.

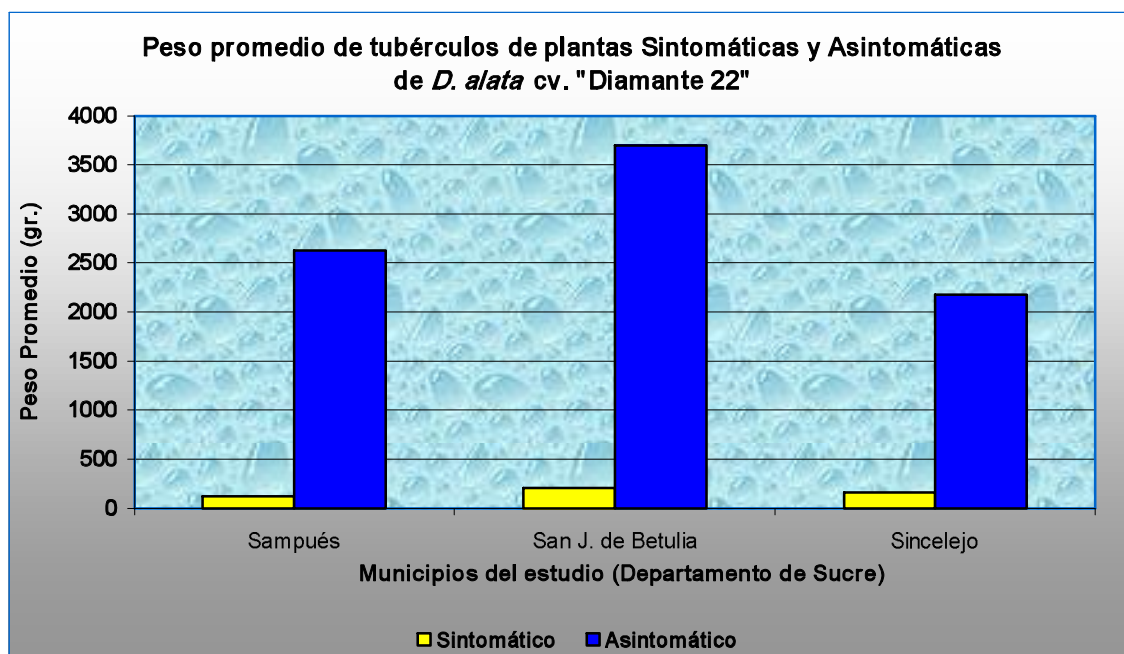


Figura 26. Peso promedio de tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas de *D. alata* cv. "Diamante 22" en diferentes municipios del departamento de Sucre.

Cuadro 7. Influencia de la virosis en *Dioscorea alata* cv. "Diamante 22" sobre la producción de ñame (gr./planta) en diferentes municipios del departamento de Sucre.

PARÁMETRO	SAMPUÉS		SAN J. DE BETULIA		SINCELEJO	
	Sintomá.	Asintomá.	Sintomá.	Asintomá.	Sintoma.	Asintoma.
n	23	18	24	14	38	23
$\xi$ (gr.)	118.57	2625.22	208.38	3699.64	163.79	2176.09
S	65.85	856.84	133.14	1781.05	53.72	935.88
CV (%)	55.54	32.64	63.89	48.14	32.80	43.01
Producción Relativa	0.045	1	0.056	1	0.075	1
Incidencia (%)	56.10	-	63.16	-	62.30	-
Perdida Relativa	95.5	-	94.40	-	92.50	-



Figura 27. Tubérculos de *D. rotundata*. a) Tubérculos de plantas asintomáticas, b) Tubérculos de plantas sintomáticas. Castañeda – Sincelejo.

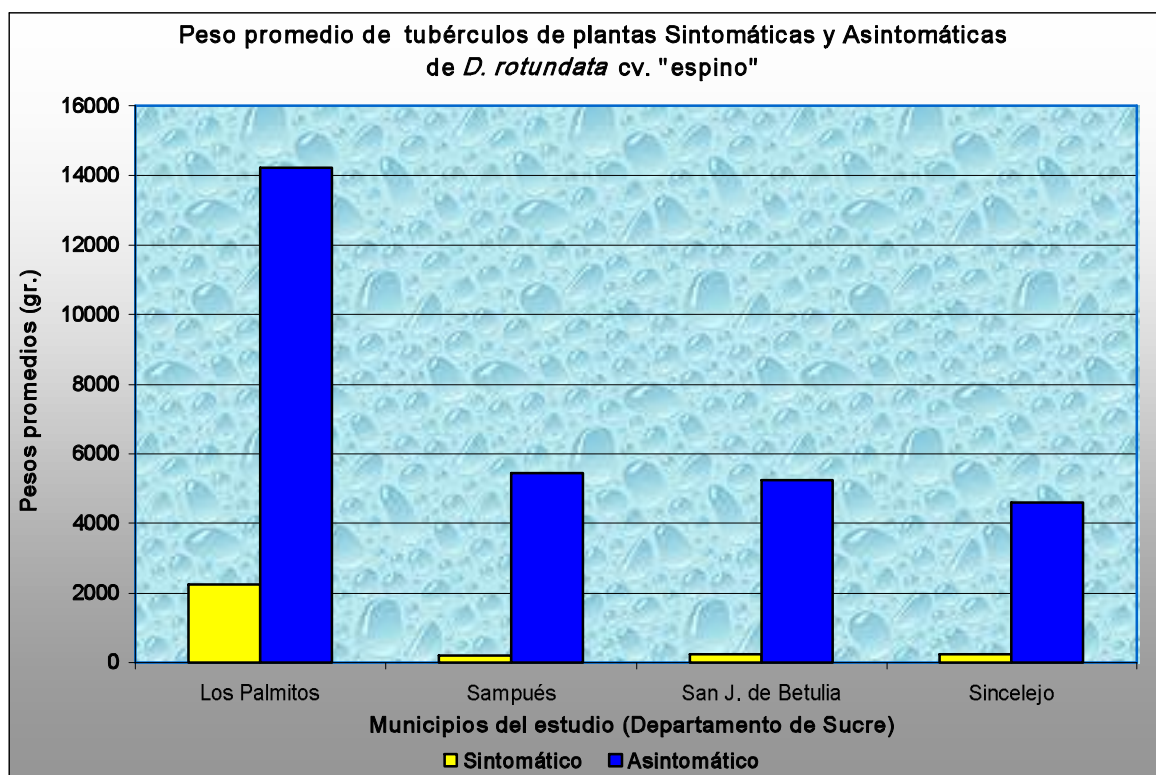


Figura 28. Peso promedio de tubérculos de plantas Sintomáticas y asintomáticas de *D. rotundata* cv. "espino" en diferentes municipios del departamento de Sucre.



**Cuadro 8. Influencia de la virosis en *D. rotundata* cv “espino” sobre la producción de ñame (gr./planta) en diferentes municipios del departamento de Sucre.**

PARÁMETROS	LOS PALMITOS		SAMPUÉS		SAN J. DE BETULIA		SINCELEJO	
	Sintomá.	Asintomá.	Sintomá.	Asintomá.	Sintomá.	Asintomá.	Sintomá.	Asintomá.
n	9	9	10	9	22	17	28	19
$\xi$ (gr.)	2233.33	14222.22	203.50	5444.44	226.86	5250	229.46	4605.26
S	1128.88	1986.06	145.41	1073.67	150.97	1403.12	114.74	1769.64
CV (%)	50.55	13.96	71.45	19.72	66.55	26.73	50	38.43
Prod. Relativa	0.1570	1	0.0373	1	0.043	1	0.0498	1
Incidencia (%)	50	-	52.63	-	56.41	-	59.57	-
Perdida Relativa	84.30	-	96.27	-	95.70	-	95.02	-

Al analizar la acción de la virosis en cinco municipios del departamento de Sucre, se tiene que en *D. alata* cv. "oso" la producción relativa es de 7.7% lo que indica que la pérdida relativa es de 92.3 % y la incidencia calculada sobre la muestra de plantas sintomáticas y asintomáticas cosechadas para medir productividad es de 59%. En "Diamante 22", la producción relativa es de 6% con una pérdida relativa de 94% y una incidencia de 60.7%, y en *D. rotundata*, la producción relativa es de 7.3% con una pérdida relativa del 92.7% y una incidencia de 56% (Véase cuadro 9). Es notable la reducción de la producción tanto en *D. alata* cv. "oso", "Diamante 22" y *D. rotundata*, donde los valores de incidencia, producción relativa y pérdida relativa son muy próximos entre sí, lo que puede indicar que la virosis está afectando por igual a las dos especies.

**Cuadro 9. Incidencia de la virosis sobre *Dioscorea* spp en el departamento de Sucre y sus efectos sobre la producción de ñame.**

ESPECIE	INCIDENCIA (%)	PRODUCCIÓN RELATIVA (gr./planta)		*PERDIDA RELATIVA (%)
		Asintomáticos	Sintomáticos	
<i>D. alata</i> cv. "oso"	59	1	0.077	92.3
<i>D. alata</i> cv. "Diamante 22"	60.7	1	0.06	94
<i>D. rotundata</i>	56	1	0.073	92.7

\* Pérdida relativa por planta afectada por virosis

Además de la disminución en la producción de las plantas sintomáticas, se presentó deformación de los tubérculos en plantas que presentaban sintomatologías de manchas cloróticas, en el corregimiento de Castañeda (Sincelejo), de 8000 plantas de *D. rotundata* cv. "espino" sembradas alrededor de 500 plantas produjeron tubérculos deformes (Chiboludos) que pesaron entre 1000 y 3000 gr (Información obtenida del agricultor). Estos tubérculos no pueden ser comercializados ni utilizados por los propios productores para su consumo debido a lo difícil que resulta pelarlos, se desperdicia mucho en el proceso y solo son

usados en la alimentación de cerdos, los que afecta directamente la rentabilidad económica del cultivo (véase figura 29).

La disminución de la producción de los tubérculos de ñame ha sido poco estimada. Pero se conoce el referente del estimado de la disminución de la producción de los tubérculos por Thouvenel y Dumont en *D. alata* cv. "Florido" en un 27 % debido a la acción de el YMV (virus del mosaico del ñame) (Thouvenel y Dumont, 1990).

En Guadalupe el YMV ha provocado perdidas en ñame entre un 10 y 30 % y en Nigeria, los virus son responsable de pérdidas mayores a un 90% (Maurie *et al*, 1998).



Figura 29. *D. rotundata*. Tubérculos deformes (Chiboludos) de plantas que presentaron sintomatología de manchas cloróticas. Castañeda. Sincelejo.

Es importante tener en cuenta la pluviometría de las áreas del estudio. La falta de agua incide sobre la productividad de los cultivos, por lo que es importante discutir la posible influencia de la cantidad de precipitación sobre la productividad de los cultivos. Por ello es indispensable comparar la precipitación media anual del año 2000 y el promedio histórico de la precipitación registrada para los municipios donde se realizaron las observaciones.

En el cuadro 10 se puede observar la precipitación media anual del año 2000 en los municipios de Corozal, Los Palmitos, Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo y la precipitación histórica media anual de los mismos (IDEAM, 1999) con excepción del municipio de San Juan de Betulia del cual no se logró conseguir registro histórico.

Como se puede observar la precipitación anual histórica de estos municipios arroja valores muy similares a los registrados para el año 2000 (año en el que se realizaron las observaciones), teniendo en cuenta lo anterior, es de pensar que si bien el ñame necesita abundante lluvia para obtener los máximos de rendimiento de producción, *D. alata* requiere 1500 mm y *D. rotundata* requiere entre 1500 y 3000 mm; la cantidad de lluvia caída desde hace muchos años ha sido casi la misma por lo que puede considerarse como la cantidad de agua normal para esta zona por ser sabanas y poseer escasa cobertura boscosa, además de presentarse pequeñas variaciones locales de precipitación, debido a un mecanismo orográfico de lluvias correlativas, con mayor frecuencia de nubosidad en algunos lugares por su ubicación con respecto a las montañas (Sincelejo y Los Palmitos). Lo anterior podría haber influido en la reducción de la producción en los cultivos de ñame estudiados.

Si se analizan los datos recolectados por la secretaria de Agricultura del departamento de Sucre en 1998 y 1999 se tiene que los rendimientos sobre área

sembrada de ñame son aceptables (Véase cuadro 11), lo que indica que si bien la cantidad de agua de lluvias no alcanza los 1500 mm es suficiente para mantener los cultivos, para el año 2000 el rendimiento no fue consolidado porque muchos cultivos no fueron recolectados debido a que los tubérculos eran muy pequeños y no justificaban la recolección. Aunque, si comparamos nuestros promedios de producción con los de otros países productores de ñame como Nigeria con producción de 25 ton/ha, la probabilidad de incrementar índices de cosecha con el manejo y control de plagas y/o enfermedades como las virosis y la antracnosis es muy alto y prometedor para el agricultor ñamero.

**Cuadro 10. Comparación de la precipitación media anual del año 2000 y la precipitación media histórica en los municipios del estudio.**

MUNICIPIO	ESTACIÓN	PRECIPITACIÓN ANUAL AÑO 2000 (mm)	PROMEDIO HISTÓRICO (mm)	PERIODO HISTÓRICO	No. DE AÑOS
Corozal	Aeropuerto Rafael Bravo	1039	1029.6	1943-1999	57
Los Palmitos	Puerto Asís	1200	1190	1974-1999	25
Sampués	Granja el Perico (U. de Sucre)	1320	1227.6	1980-1999	20
San Juan de Betulia	Finca La Montañita	961.4	No hay registro	-	-
Sincelejo	Universidad de Sucre (Puerta Roja)	1336	1205.2	1958-1999	42

Fuente promedios históricos: IDEAM, 1999.

**Cuadro 11. Rendimiento del ñame (Kg./ha) en diferentes municipios del departamento de Sucre años 1998 y 1999.**

AÑO 1998	MUNICIPIO	ÁREA (has)	RENDIMIENTO SOBRE ÁREA COSECHADA (Kg / ha)
	Corozal	47	6000
	Los Palmitos	62	7500
	Sampués	145	6000
	San Juan de Betulia	24	10000
	Sincelejo	50	9000
AÑO 1999			
	Corozal	42	8000
	Los Palmitos	120	8000
	Sampués	240	8000
	San Juan de Betulia	126	10000
	Sincelejo	80	9000

Fuente : UMATAS- URPA- CONSENSO AGROPECUARIO MUNICIPALES – CONCEJO DEPARTAMENTAL. AÑOS 1998 –1999. Archivo URPA.

## **6.5 RESULTADO DE LAS OBSERVACIONES DE LOS TUBÉRCULOS SINTOMÁTICOS RECOLECTADOS EN CAMPO Y SEMBRADOS EN CASA DE MALLA.**

Las plantas de ñame sembradas en la casa de malla (280 sintomáticas y 20 asintomáticas todas provenientes de diferentes plantas), se originaron a partir de los tubérculos de plantas sintomáticas recolectados en campo, mostraron desde la brotación de las primeras hojas la misma sintomatología que sus progenitoras, tal como moteado, bandeo transversal, mosaico, moteado verde, manchas cloróticas, clorosis, deformación de hojas y/o enanismo ( figuras 30, 31, 32, 33, 34 y 35).

Tres de las plantas asintomáticas recolectadas en campo y sembradas en la casa de malla en la universidad de Sucre presentaron síntomas, en las demás plantas no se presentaron síntomas.

Además, aquellas plantas que se originaron a partir de plantas que en campo habían mostrado sintomatología de moteado y bandeo transversal, moteado y clorosis y clorosis y bandeo transversal en la misma planta como consecuencia de una posible coinfección por complejos virales de un mismo género o de géneros diferentes, en la casa de malla expresaron la misma sintomatología.

La sintomatología observada fue persistente durante toda la vida de las plantas, en plantas que expresaron moteado (Véase figura 30), bandeo transversal en *D. alata* y moteado verde en *D. rotundata* se presentó un necrosamiento de las nervaduras que apareció entre el sexto y séptimo mes de vida de las plantas terminando con el necrosamiento total de la lamina foliar.



**Fig. 30. Moteado. *D. alata* cv. D-22. Viene de La Montañita (Betulia). Casa de malla Universidad de Sucre. Positiva para ELISA.**



**Figura 31. Bandedo transversal. *D. alata* cv. Oso. Viene de La Montañita (Betulia). Casa de malla Unisucre. Positiva para ELISA.**



**Figura 32. Mosaico. *D. alata* cv. D-22.**  
Viene de los Pérez (Sampués).  
Casa de malla Universidad de Sucre.  
Positiva para ELISA.



**Figura 33. Hojas deformes. *D. rotundata*.**  
Viene de El Limón (Los Palmitos).  
Casa de malla Universidad de Sucre.  
Positiva para ELISA



**Figura 34. Clorosis. *D. alata* cv "oso".**  
Viene de Don Alonso (Corozal).  
Casa de Malla Universidad de Sucre.  
Sospechosa para ELISA.



**Figura 35. Moteado Verde. *D. rotundata*.**  
Viene de Las Palmas (Distrito de riego) -  
-Sincelejo).Casa de malla Universidad de  
Sucre. Sospechosa para ELISA.



## **6.6 RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO DE VIRUS DEL MATERIAL RECOLECTADO EN CAMPO EN LOS CINCO MUNICIPIOS.**

**6.6.1 PRUEBA DE ELISA:** Fueron analizadas 51 plantas proveniente de todas las fincas visitadas en los cinco municipios.

Las densidades ópticas (DO) de las muestras sintomáticas oscilaron entre 0.4 y 0.5 (resultado positivo) (figuras 29, 30, 31 32), el control negativo presentó DO entre 0.1 y 0.2, el control positivo del kit presentó una DO entre 0.4 y 0.8; de las 51 plantas 6 resultaron positivas y 43 mostraban DO por encima de los controles negativos pero no alcanzaron valores superiores a dos veces el control negativo (Katty 1990), por lo que se tomaron como sospechosas debido a que presentaban sintomatología. Algunas de estas plantas fueron utilizadas para realizar transmisión mecánica a plantas de ñame sanas y a plantas indicadoras con resultados positivos.

La procedencia y sintomatología del material que resultó positivo puede verse en la cuadro 12 .

Esto confirma que los cultivos de ñame de los cinco municipios están siendo afectados no sólo por *Potyvirus*, sino posiblemente por otros tipos de virus de acuerdo a la sintomatología observada y que no son debidamente detectados por éste sistema de diagnostico.

Además, pese a la validez del ELISA para el diagnóstico de virus en ñame, las muestras tomadas como sospechosas podrían estar afectadas por otros virus, la aplicación de técnicas más sensibles como IC-PCR (Inmunocaptura -Reacción en Cadena de la Polimerasa) e ISEM (Inmunoabsorbancia por microscopia electrónica) podrían ayudar a definir el tipo de virus y el estado fitosanitario de los cultivos.

La utilización de las plantas indicadoras para transmisión mecánica es un apoyo importante en nuestro medio para detectar virus en ñame y en otras especies de cultivos económicamente importantes, debido a que no es muy costo y puede ayudarnos a establecer el virus presente para posteriores estudios complementarios y a realizar el control fitosanitario adecuado.

**Cuadro 12. Procedencia y sintomatología de las plantas positivas del ELISA – DAS para *Potyvirus*.**

n	Municipio	Localidad de Procedencia	Especie	Variedad	Sintomatología expresada
1	Corozal	Don Alonso	<i>D. alata</i>	Oso	Moteado
2	Betulia	La Montañita	<i>D. alata</i>	Oso	Moteado
3	Sincelejo	Castañeda	<i>D. alata</i>	Diamante 22	Mosaico
4	Los Palmitos	El Limón (Hatillo)	<i>D. rotundata</i>		Hojas deformes
5	Sampués	Los Pérez	<i>D. alata</i>	Oso	Mosaico
6	Betulia	La Montañita	<i>D. alata</i>	Diamante 22	Bandeo Transversal

### 6.6.2 TRANSMISIÓN MECÁNICA

Las dos pruebas de transmisión mecánica preliminares realizadas para apoyar los resultados del ELISA, con plantas que por este método de diagnóstico se tomaron como sospechosas arrojaron los siguientes resultados:

En el primer ensayo realizado utilizando 18 plantas de ñame *D. alata* cv. “Pico de botella” obtenidas *in vitro* en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Universidad de Sucre y certificadas como sanas (Figura 36).



**Fig. 36. Plantas sanas de *D. alata* cv "Pico de botella". Antes de del ensayo.**

La aparición de los primeros síntomas ocurrió al tercer día de haber realizado la inoculación en una de las plantas inoculadas con punción con hipodérmica y cinco días después las cinco plantas inoculadas por punción con hipodérmica presentaban moteado y bandeo transversal suave que luego se hizo más conspicuo (Figura 37 y 38 ) similar al expresado por las plantas usadas para preparar los extractos. Ocho días después las plantas tratadas con ceniza y cal presentaban aclaramiento de las nervaduras, alargamiento de las hojas y un bandeo suave, a los catorce días, de realizado el ensayo, todas las plantas presentaban sintomatología de moteado y bandeo transversal, acompañados de necrosamiento de los ápices con excepción de los controles.

En el segundo ensayo de transmisión mecánica realizando en 14 plantas indicadoras: dos de *Ch. amaranticolor*, dos de *N. tabacum sansum*, cuatro de *D. metel* y seis de *N. rustica*, procedentes del Centro Internacional de la Papa en Lima – Perú e inoculadas con plantas sintomáticas procedentes de La Montañita

(Betulia), Don Alonso - El Tilingrado) (Corozal), Los Pérez (Sampués), Castañeda (Nomeembrome) (Sincelejo), Chochó (Sincelejo) y Palmito (Los Palmitos) con síntomas de bandeo transversal, moteado, mosaico y deformación de la lamina foliar. Se realizó inoculación de la solución infectiva por roce sobre plantas de *D. metel* y *N. rustica* y por punción sobre *D. metel*, *N. tabacum sansum*, *Ch. amaranticoíor* y *N. rustica* con resultados positivos.

Catorce días después de haber realizado la inoculación aparecieron los primeros síntomas de bandeo intervenal con diferentes grados de clorosis y aclaramiento de nervaduras en *Ch. amaranticoíor* (inoculada por punción) (véase figura 39), puede verse la diferencia al compararla con el testigo (véase figura 40) y aclaramiento de nervaduras y bandeo intervenal en dos plantas *N. rustica* (inoculadas por punción) (véase figura 41), nótese la diferencia al compararla con el testigo (véase figura 42). 15 días después de la inoculación se presentó bandeo intervenal y aclaramiento de nervaduras en las dos plantas de *N. rustica* inoculadas por roce, 19 días después de la inoculación apareció un mosaico suave en *N. tabacum sansum* (inoculada por punción) (véase figura 43), nótese la diferencia al compararlo con el testigo (véase figura 44). 26 días después aparecieron puntos necróticos en hojas intermedias y enroscamiento de las hojas apicales en *Ch. amaranticoíor* que había presentado previamente bandeo intervenal. Cinco semanas más tarde en todas las plantas *N. rustica* (inoculadas por punción y roce) se observaba un bandeo intervenal, enroscamiento y deformidad de las hojas apicales, los testigos permanecieron sin mostrar sintomatología (figuras 3b, 37b, 38b).

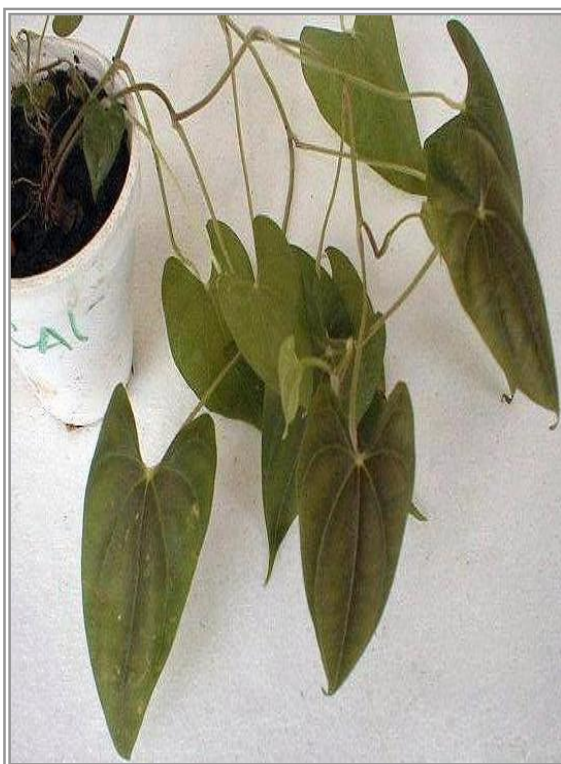
Nos se presentó sintomatología en *D. metel* (ni por roce o punción), lo que evidencia su insucetibilidad. Al parecer *D. metel* puede ser susceptible o insucetible dependiendo de la cepas de *Poivivirus* o *Carlavirus* que entre en contacto con ella (Brunt *et al*, 1996a , 1996b; Barnett *et al*, 1998).

La prueba de transmisión mecánica es un ensayo preliminar para verificar los resultados de ELISA – DAS y aunque ésta fue realizada utilizando una población experimental pequeña, reafirma la presencia de virus afectando los cultivos de ñame en Corozal, Los Palmitos, Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo.

Las plantas utilizadas para la infectividad fueron en un 75 % plantas sintomáticas que mediante ELISA - DAS resultaron sospechosas y el 25 % correspondió a plantas sintomáticas positivas para ELISA - DAS.



**Figura 37. Moteado. *D. alata* "Pico de botella". Casa de malla. Unisucre.**



**Fig. 38. Bando transversal. *D. alata*. "Pico de botella". Casa de malla. Unisucre.**



Figura 39. *Ch. amaranticoior*. a) Bando y enroscamiento de hojas apicales, b) Testigo.

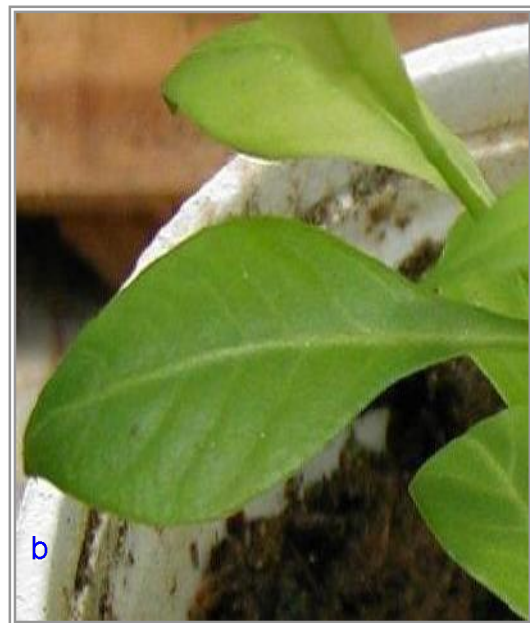


Figura 40. *N. rustica*. a) Aclaramiento de nervaduras y bando intervenal, b) Testigo.

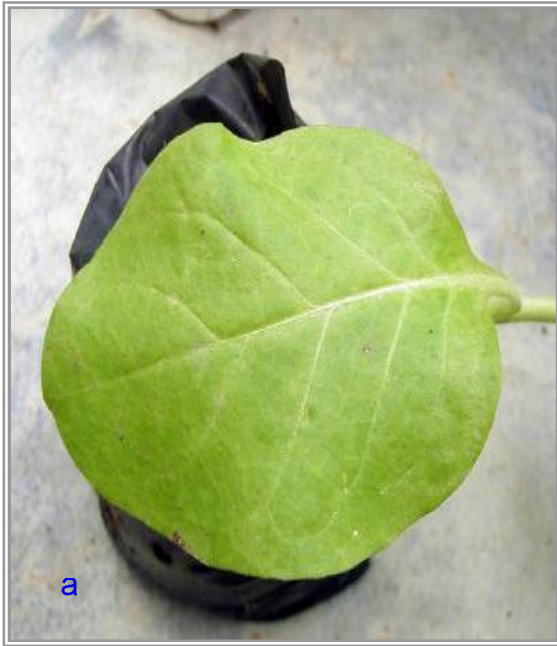


Figura 41. *N. Tabacum samsum*. a) Mosaico suave, b) Testigo.

## 7. CONCLUSIONES

- Los resultados de este primer estudio de sintomatologías virales en campo en el departamento de Sucre se basa en datos preliminares donde se estableció que en efecto los cultivos de ñame de Corozal, Los palmitos, Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo están siendo afectadas por virus posiblemente del grupo de los *Potyvirus*, sin descartar el hecho que existan otros géneros afectando estos cultivos.
- Los diversos síntomas observados sugiere el establecimiento de ciertos patrones sintomático asociado a la acción de los *Potyvirus* y de otros virus que son validados por trabajos de investigación por más de 40 años realizados en África, Asia, el Caribe y Sur América.
- La observación de dos o más síntomas en una misma planta y la variedad de síntomas en plantas dentro de un cultivo apoya la idea de que los síntomas son producidos posiblemente por la acción de diferentes tipos de virus o por variantes genéticas de un mismo tipo viral.
- Los altos valores de incidencia evidencia que el problema viral está presente, y teniendo en cuenta que estos agentes son transmitidos vegetativamente en el ñame, por vectores y transmisión mecánica con poca o ninguna práctica de control, se podría predecir que la reducción en índices de cosecha serán cada día más graves.
- Los resultados obtenidos al comparar tubérculos de plantas sintomáticas y asintomáticas muestran una disminución considerable en la productividad



de los tubérculos, lo que demuestra que efectivamente la acción de los virus en ñame afecta considerablemente el desarrollo de los tubérculos y por ende la economía ya de por sí precaria de los productores.

- El ELISA y el uso de plantas indicadoras son técnicas importantes utilizadas como herramientas que acompañan la detección de virus en ñame, pero es necesario establecer otras técnicas más sensibles que permitan detectar títulos virales no solo en plantas sintomáticas, sino también en plantas asintomáticas, esto haría más confiable los sistemas de diagnóstico y control que en el futuro pretendan establecerse para asegurar la productividad del cultivo para el pequeño agricultor.

## 8. RECOMENDACIONES

- Es de suma importancia realizar un trabajo holístico de investigación dirigido a detectar y establecer la acción de los virus en ñame en los cultivos del departamento de Sucre implementando técnicas de diagnóstico como PCR o IC –RT – PCR (Inmunocapture –transcription- polymerase Chain reaction). Además, de caracterizar los tipos de virus presente y las variantes genéticas que puedan existir en esta zona.
- Se debe continuar con la evaluación de la incidencia ampliando el área de observaciones y usando técnicas más sensibles que permitan detectar los virus en plantas asintomáticas y establecer si las malezas y los cultivares asociados están infectadas por los mismos virus que afectan al ñame.
- Es necesario realizar trabajos sobre transmisión mecánica en plantas indicadoras, por lo que se requiere disponer de suficientes plantas disponibles para tal propósito. Esto sugiere la necesidad de establecer un banco de germoplasma ya sea *In vivo* o *In vitro*.
- Es importante validar la utilización de pruebas de transmisión mecánica en el diagnóstico de los virus en ñame, por lo cual se deben realizar trabajos de transmisión mecánica que posean un soporte experimental riguroso.
- Es determinante establecer cuales vectores de transmisión están presentes en la zona y la posible direccionalidad de la infección y adicionalmente, continuar con la evaluación de la sintomatología viral no sólo en los cultivos asociados, sino en otros cultivares (arvenses) en los cultivos para identificar posibles hospederos virales alternos y su control.

- Es de suma importancia informar a los productores sobre los problemas que puede causar las infecciones virales en sus cultivos y diseñar con ellos estrategias dirigidas a disminuir el índice de dispersión de los agentes virales que se produce al utilizar semillas de ñame contaminadas, mediante la publicación de cartillas descriptivas de los síntomas virales para reconocimiento de plantas enfermas y su eliminación del cultivo para reducir la incidencia y pérdidas por virus en los cultivos.
- Preparar una cartilla tanto con sintomatología viral mundial y sintomatología regional.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, C. M. 1980. El cultivo del ñame. Bogotá. TOA, p. 1-13, 18-21.
- ACOSTA, C. y CEPEDA, R. 1994. Fertilización del ñame (*Dioscorea alata L*) en suelos de Turipaná y Carmen de Bolívar. Revista ICA, Vol. 29, Enero – Marzo. p. 39 – 48.
- ADGIA. PathoScreem kit for Indirect ELISA. 2000. Adgia Incorporated, Elkart, Indiana. USA.
- AGOSTINI, E. y MURUAGA, S. 1990. Estudios bioecológicos y daños ocasionados por las especies de trips (Thysanoptera, Thripidae) perjudiciales en cultivo de poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) en la provincia de Jujuy (Rep. Arg.). Cirpon Revista de Investigaciones 8 (1-4):57-75.
- AGRIOS, Gregorio N. 1988. Fitopatología. Editorial Limusa. México D.F. México. p. 597 – 628.
- ALCOBA, N.; BEJARANO, N.; CATAcata, J. 2000. Incidencia del mosaico común del poroto (*Phaseolus vulgaris L.*) en el área porotera de Jujuy y Salta – Argentina. [patología@fca.unju.edu.ar](mailto:patología@fca.unju.edu.ar)
- AMMIRATO, P.V. 1985. Yams. In: Ammirato, P.V; Evans, P. A; Sharpwr & Llámala (Eds) Crop Species, Vol. 3. p. 3327 – 3357. Macmillan, New York.
- ARTEAGA. M, ALVAREZ, J, DURANY. M, GOMILA, A, ALONSO, E, RODRÍGUEZ, F, MUÑOZ, J. 1997. Etiología, Epidemiología y Control de Virosis en Cucurbitáceas. área de producción agrícola. Universidad Pontificia de Madrid.

AYENSU, C.S. 1972 Anatomy of the Monocotyledons VI *Dioscoreales*. p. 182. Oxford University Press, Oxford.

AYENSU, E.S. and COURSEY, D.G. 1972. Guinea yams. The botany, ethnobotany, use and possible future of yams in West Africa. *Economic Botany* 26: 301-318.

BARNETT, O.W; ADAM, G; BRUNT, A.A; DIJKSTRA, J; DOUGHERTY, W.G; EDWARDSON, J.R; GOLDBACH, R; HAMMOND, J; HILL, J.H; JORDAN R.L; KASHIWAZAKI, S; LOMMEL, S.A; MAKKOUK, K; MORALES, F.J; OHKI, S.T; PURCIFULL, D; SHIKATA, E; SHUKLA, D.D; UYEDA, I. 1998. *Potyvirus*. Sixth ICTV Report: rf – poty.Htm. p. 1 – 13.

BOUSALEM, M; DALLOT, S; GUYADER, S. 2000. The use of Phylogenetic data to develop molecular tools for the detection and genotyping of Yam Mosaic Virus. Potential application in molecular epidemiology. *Journal of Virological Method.* 90: 25-36.

BRIDDON, R.; FHILLIPS, S.; BRUNT, A.; HULL, R. 1999. Analysis of the Sequence of *Dioscorea alata* Bacilliform Virus; Comparison to Members of the *Badnavirus* Group. *Virus Genes* 18:3,277-283. Kluwer Academic Publishers, Boston.

BRIDDON, R.; HARPER, G.; DRUKA, A.; FHILLIPS, S.; BRUNT, A. and HULL, R. 1997. Phylogenetic Analysis of Badnaviruses: Taxonomic Implications. *Phytoparasitica* 25:1.

BRUNT, A.A. 1992. The general properties of *Potyvirus*. Microbiology and crop protection Department, Horticulture Research International. Littlehampton, England. Bi Springer – Verlag. p. 3 – 16.

BRUNT, A. A., CRABTREE, K., DALLWITZ, M.L., WATSON, L. And ZURCHER, E.J. (eds). (1996a). Plant Viruses Online: Descriptions and lists From the Vide Database. *Dioscorea* green banding mosaic *Polyvirus*. p. 1– 4.

BRUNT, A; CRABTREE, K; DALLWITZ,M.J; GIBBS,A.J; WATSON, L and ZURCHER, E.J. (eds). (1996b). *Dioscorea* latent *Polyvirus*. Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. Version: 20<sup>th</sup> August 1996.' URL

BRUNT, CRABTREE, DALLWITZ, GIBBS, WATSON and ZURCHER (eds). (1996c). *Carlavirus*. Plant Virus Online.

BRUNT, A; CRABTREE, K; DALLWITZ,M.J; GIBBS,A.J; WATSON, L and ZURCHER, E.J. (eds). (1996d). Cucumber Mosaic *Cucumovirus*. Plant virus online: Descriptions and Lists from the VIDE. Database. 20th August. URL.

BRUNT, A.A; JACKSON, G.V.H. and FRISON, E.A. (eds). 1989. *FAC/IBPGR Technical Guidelines for the Safe Movement of Yam Germplasm*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

BÜCHEN-OSMOND, C. 1998. *Carlavirus*. ICTV database. rf\_carla.htm.

BURKILL, I.H. 1960. The organography and teh evolution of Dioscoreaceae, the family of the yams. J. Linn.Soc. (Bot.) 56: 319-412.

CANO, Jerónimo. 1994. Taxonomía de plantas superiores. Ed. Trillas. México. p. 359.

CATTY, D. 1990. Press, Oirl. Antibodies. Volumen II. Aproach, Department of Immunology U. De Birmirgham. Medical School. Vicente Drive. Oxford University. Press serie, Editores D. Rick – wood & B.D. Hames.

CERMELI, M. 1970."Los áfidos de importancia agrícola en Venezuela y algunas observaciones sobre ellos (*Homoptera: aphididae*)". Agronomía Tropical (Venezuela), 20 (1): 15-61.

COOK, A. A. 1978. Diseases of Tropical and Subtropical Vegetables and other Plants, New York. Hafner Press. Macmillan Publishing. Co., Inc. p. 381.

CORREA, J. y BERNAL, H. 1992. Especies promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Tomo VII. Programa de recursos vegetales del convenio Andrés Bello (PREVECAB) Secretaría ejecutiva del convenio Andrés Bello (SECAB) Santa Fe de Bogotá D.C. Colombia. p. 1 – 3.

CORTÉS - MONLLOR, A. and LII – JANG, L. 1982. Tissue Culture Propagation of Yam in Puerto Rico. Journal of Agriculture of University of Puerto Rico. p. 419.

COURSEY, D. G. 1967. Yams. *Dioscorea spp* (*Dioscoreaceae*.) In Simmons Ed (Ed) Evolution of crop plants. Longman, London. p. 70 – 74, 230.

CROSS, L. 1968. Yams and Sweet Potatoes. Central Experiment Station. Trinidad. Farm. Bulletinap 4.

DEIGHTON, F.C. 1956. Diseases of cultivated and other economic plants in Sierra Leona. Freetown. Sierra Leona: Government Printer. p. 77.

DOOLITTLE, S. P. y L. L. HARTER 1945. A graft transmissible virus of sweet potato. Phytopathology 35:695 - 704.

ELMER, O. H. 1960. Etiology and characteristics of sweet potato mosaic. Phytopathology. 50:744 - 749.

Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras. Departamento de Sucre. 1998. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Santa fe de Bogotá. Colombia. p. 27 – 71.

FAUQUET, C. and THOUVENEL, J.C. 1987. Plant viral diseases in the Ivory Coast, Documentation Techniques. No 46. Editions de l' ORSTOM, Paris. p. 29.

FORSYTH, Clare and VAN STADEN, J. 1982. An improved method of *in vitro* propagation of *Dioscorea bulbifera*. Department of Conedn. Botany, University of Natal. Pietermaritzburg. Republic of South Africa. p. 275.

FORSYTH & VAN STADEN T. 1984. Tuberization of *Dioscorea bulbifera* Stem nodes in culture. J. plant physiol. p. 79 – 83.

FRENCH, R y HOBERT, T. 1981. Métodos de Investigaciones Fitopatológicas. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. p. 213 – 219.

FUKUMOTO, F. and TOCHIHARA, H. 1978. Chinese yam necrotic mosaic virus. Ann. Phytopatology. Soc. Japan, 44. p. 1-5.

GÓMEZ, J. 1993. Enfermedades de las hortalizas en cultivo hidropónico. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. Instituto de Estudios Almerienses y Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería.

GOUDOU-URBINO, C. 1995. La mosaïque de l'igname: aspects épidémiologiques au Burkina Faso et variabilité du virus. Thèse de l'Université Montpellier II. p. 147.

GOUDOU-URBINO, C; KONATE, G; QUIOT, J.B. and DUBERN, J. 1996. Aetiology and ecology of a yam mosaic disease in Burkina Faso. Trop. Sct. 36, 34-40.



GUMEDZOE, M.Y; AYISAH, D.; FETEKE, F.; SANWOGOU, S. ; TCHANDIKOU, N. 2000. Etude de l'evolution spatiale et temporelle du Ymv dans des parcelles d'igname (*Dioscorea alata* L.). Villes Journées Scientifiques. Organisés par le comité du réseau "Biotechnologies Végétales : Amélioration des Plantes et Sécurité Alimentaire" de l'AUPELF - UREF Montpellier.

GUZMÁN, M. y FONTANILLA, M. 2000. Algunos Virus vegetales y del ñame. En: Ñame: Producción de semillas por Biotecnología. Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional de Colombia. p. 71-101.

HARRISON, B. D. and ROBERTS, I. M. 1973. Association of virus – like particles with internal brown spot of yam (*Dioscorea alata*). Tropical Agriculture 50 (4): 335 – 340.

HOLLINGS, M.; K. R. BOCK, y E. NGUGI. 1971. Sweet potato viruses. Report of the East African Agriculture and Forestry Research Organization. p. 78-79.

HOLLINGS, M.; STONE, . M. O y BOCK, K. R. 1972. Sweet potato virus T (SPV-T). Report of Glass House Crops Research Institute. p. 150.

HUGHES, J. d' A. 1986. Viruses of the *Araceae* and *Dioscorea* species. Their isolation, characterization and detection, Ph.D. Thesis, University of Reading. U.K.

HUGHES, J. d' A.; DONGO, L. and ATIRI. G.I. 1997. Viruses infecting cultivated yams (*Dioscorea alata* and *D. rotundata*) in Nigeria, Amer. Phytopathol. Soc. Ann. Meer. Rochester, New York. Abstract.

HUGHES, J d' A; DONGO, L.N. and SHOU, Y.C. Ng. 1998. Diagnosis of yam viruses. Trop. Agric (Trinidad) Vol. 75 No. 1. p. 45-48.

HUGHES, J. d' A; MEERMAN J. C; SPEIJER P.R; VERNIER, P; ASIEDU, R; en colaboración con DONGO, L; KWOSEH, C; MUDIOPE, J; OLATUNDE,O; TCHABI, A; ATIRI, G; KENYON,L; PETERS,J; OFFEI, S.K. PLOWRIGHT, R. and GUMEDZOE, M. 2000. Evaluate distribution and severity of yam pests and diseases in West Africa. Viruses. Project 13. Improvement of yam-based production systems. IITA.

INFORME DE COYUNTURA. Sector Agropecuario. URPA. Departamento de Sucre. Secretaría de Agricultura de Sucre. Año 1994.

INFORME DE COYUNTURA. Sector Agropecuario. URPA. Departamento de Sucre. Secretaría de Agricultura de Sucre. Año 1995. p. 17.

INFORME DE COYUNTURA. Sector Agropecuario. URPA. Departamento de Sucre. Secretaría de Agricultura de Sucre. Año 1998.

INFORME DE COYUNTURA. Sector Agropecuario. URPA. Departamento de Sucre. Secretaría de Agricultura de Sucre. Año 1999.

INFORME DE COYUNTURA. Sector Agropecuario. URPA. Departamento de Sucre. Secretaría de Agricultura de Sucre. Año 2000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 2000. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Santa fe de Bogotá.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. IDEAM. 1999. Santafé de Bogotá. Colombia.

JABIB, L. A. y GARCÍA, A. 1992. La harina de ñame (*D. alata* L) como ingrediente energético en raciones para pollos de engorde. Revista ICA. Vol. 27. Julio – Septiembre.. Montería. Colombia. p. 357 – 358.

LOCKHART, B.E.; OLSZEWSKI, N.E. HULL, R. 1998. Yam Internal Brownspot virus. Sixth ICTV Report.

MALAURIE, B; TROUSLOT, M.F.; BERTHAUD, J.; BOUSALEM, M.; PINEL, A and DUBERN, J. 1998. Medium-term and long-term *in vitro* conservation and safe international exchange of yam (*Dioscorea* spp) germplasm. Electronic Journal of Biotechnology. Vol.1 No 3. Diciembre. p. 2.

MANTELL, S. A; HAQUE, S. Q; and WHITEHALL, A. P. 1980. Apical Meristem Tip Culture for Eradication of flexous rod Viruses in Yams (*Dioscorea alata*). Tropical pest Management. p. 170 – 179.

MARÍN, J. 1964. "Hospederos de *Aphis gossypii* Glover y *Myzus persicae* (Sulzer).Lista general y lista de géneros o especies existentes en Venezuela". *Rev. Fac. Agr.* (Venezuela) 3(3): 5-15.

MARTELLI, G. P. 1997. Plant virus taxa: Properties and epidemiological characteristics. *Journal of Plant Pathology* . 79 (3). p. 151-171.

MAZZANTIN, M. A. 1972. Enfermedades de plantas registradas en la provincia de Corrientes. Jornadas Fitosanitarias. Fac. de Agro. Vet., Univ. de Buenos Aires.

MIX – WAGNER, G. 1994. *In vitro* Multiplication of White Yam (*D. rotundata* Poir) and Taro (*Colocasia esculenta* L) for the production of vegetative propagation stock. Plant research and development. Vol. 40. Institute for Scientific co-operation. Tubingen. Federal Republic of Germany. p. 25.

MOHAMED, N. A. 1976. Virus – like particles and cytoplasmic inclusions associated with diseased *Dioscorea spp* in the eastern Caribbean. Tropical Agriculture. 53 (4) p.341 – 351.

MOHAMED, N. A. and TERRY, E. R. 1979. virus – like Particles and Cytoplasmic Inclusions associated with diseased *Dioscorea rotundata* Poir, from Nigeria. Trop. Agric. (Trinidad) 56. p. 175-179.

MORALES, S. S. 1987. Determinación de pérdidas en ñame *D. alata* L bajo diferentes condiciones de almacenamiento. Trabajo de grado de Ingeniería Agrícola. Unisucre. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Agrícola. Sincelejo. Colombia. p. 5 – 6.

MORIONES, E.; BATLLE, A.; LUIS, M.; ÁLVAREZ, J.; BERNAL, J. J. and ALONSO, J. L. 1997. Studies of the Epidemics of Aphid-Transmitted Viruses Infecting Melon in Spain. *Phytoparasitica* 25:1.

MOYER, J. W.; B. B. CALI; G. G. KENNEDY y F. ABOU GHADIR. 1980. Identification of two sweet potato feathery mottle virus strains in North Carolina. Plant Disease 64:762 –764.

MUMFORD, R.A.; SEAL, S.E. 1997. Rapid single-tube immunocapture RT-PCR for the detection of two yam *potyviruses*. Journal of Virological methods. 69: 73-79.

MURUAGA, S. y AGOSTINI, E. 1990. Estudios Bioecológicos y daños causados por especies de pulgones (Homóptera: Aphidoidea) presentes en cultivo de poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) en la provincia de Jujuy. Cirpon Revista de Investigaciones 8 (1-4): 37-55.

NOME, S. F. 1973. Sweet potato vein mosaic virus in Argentina. Phytopathology 77: 44 - 54.

ODU, B.O.; HUGHES, J d' A.; SHQYINKA, S.A. and DONGO, L.N. 1999. Isolation, Characterisation and Identificaciòn of a *Po'lyvirus* from *Dioscorea alata* L. (Water yam) in Nigeria. Ann. Appl. Biol, 134: 65 – 71.

OLIVERO, C, TRUJILLO, G, COLINA, R. 1989. El virus del moteado plumoso de la batata (Sweet Potato Feathery Mottle Virus) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, 15: 107-118.

OSORIO, C. J. y RAMÍREZ, N. B. 1989. Principales enfermedades del ñame en la región Caribe Colombiana. ICA. INFORMA. Colombia. Ene – Feb - Mar. p.13 – 19.

PEÑARANDA J. 1996. Biología Molecular de Virus. Tópicos seleccionados. EUN editorial Universidad Nacional. p. 219 – 285.

PHILLIPS, S. and BRUNT, A.A. 1988. Dioscorea latent virus. AAB Descriptions of plant viruses, No 335. Association of Applied Biologists, Wellesbourne.

PLAN DE DESARROLLO DE SUCRE 1993 – 1997. Departamento de Sucre. Departamento Administrativo de Planeación. Ed. Concejo Regional de Planeación de la Costa Atlántica, Santa Marta, Magdalena. Colombia. Centro de Sistemas CORPES C.A. 1993.

PLAN OPERATIVO CORPOICA. 1998. Sistema de Producción de Yuca y Ñame. p. 131 – 135.

PORTH, A.; LESEMANN, D.E.; VETTEN, H.J. 1987. Characterization of *Po'lyvirus* Isolated from West African yams (*Dioscorea* spp). Journal of Phytopathology. p. 166-183.

RAMÍREZ, C. J.; MUÑOZ, R. A.; YEPES, M. E. y ALZATE, P. 1990. El Cultivo del Ñame (*Dioscorea spp*) y sus posibilidades de Industrialización. Recursos vegetales promisorios. Cuadernos académicos Quirama N° 10. del mes de Octubre. Medellín. Colombia. p. 41 – 43.

RECKHAUS, P. and NIEHAUS, F. 1981. Etiology of viruses disease of white yam *D. rotundata* in Togo. Journal of Plant Disease and Protection. Vol. 88. p. 492-509.

REICHEL, H; BELALCAZAR, S; MÚNERA, GM; AREVALO, E Y NARVÁEZ, J. 1996. Primer reporte del virus del rayado del banano (BSV) afectando plantaciones de plátano (*Musa AAB Simmonds*), Caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) y Achira (*Canna edulis*) en Colombia. Revista corpoica. Vol. 1. No 1. p. 35-39.

RODRÍGUEZ, E. 2000. Capítulo 6. Protección y Sanidad Vegetal. *Sección 1*. Combate y control de malezas. En: El Maíz en Venezuela. Compilación de Humberto Fontana Nieves y Carlos González Narváez. Fundación Polar. p. 310-343.

ROOSSINCK, M. J. 1997. Mechanisms of Plant Virus evolution. Annu. Rev. of Phytopathol. 35: 191-209.

ROOSSINCK, M.J. and FLASINSKI, S. 1996. Template and Protein Functions in the Temperature-Sensitive Replication of Cucumber Mosaic *Cucumovirus* (CMV) in *Cucumis melo*. The Xth International Congress of Virology. August 11–16. Binyanei haOoma, Jerusalem, Israel.

SALAZAR, R. y BELTRÁN. 2002. Evaluación de factores que influyen la inducción, formación y desarrollo de microtubérculos en ñame (*Dioscorea alata* L.) Var. "Pico de Botella". Tesis de Pregrado. Universidad de Sucre. Facultad de Educación y Ciencias. Departamento de Biología. p. 35.

SÁNCHEZ, C. y HERNÁNDEZ, L. 1997. Descripción de Aspectos Productivos de Poscosecha y de Comercialización del Ñame en Córdoba, Sucre y Bolívar. Revista Temas Agrarios. Vol. 2 (4), Jul – Dic. p. 105 – 120.

SERVICIO DE INFORMACIÓN Y EVALUACIÓN SANITARIA. Unidad Estadística. Sevilla (España): Conserjería de Salud. 1998.

SCHIDT, U. 1998. Yam (Ñame) Una Importante Fuente de Alimento. Correo Fitosanitario. Nº 2. Ed. Bayer Pflanzenschutzzentrum Monheim. República Federal de Alemania. Pág 8 – 10.

SILL, W.V.; S.B. LAL y M. SALOME DEL R. 1960. Additional evidence of sweet potato mosaic virus in a strain of TMV. Phytopathology 50:709 - 711.

TANAKA, S. 1977. Chinese yam *Dioscorea opposita* Thunb. In Japan. Tropical Root and Tuber Crops Newsletter nº 10 , Pág. 4-5

TERAUCHI, R; CHIKALELE, B.A; THOTAPPILLY, G. and HAHN, J.K. 1992. Origin and phylogeny of Guinea yam as revealed by RFLP analysis of chloroplast AND nuclear ribosomal AND. Theor. Appl. Genetics. 83: 743-751.

THOUVENEL, J.C. and DUMONT, R. 1990. Pertes de rendement de L'igname infectée par le virus de la mosaïque de l'igname en Côte d'Ivoire. Agro. Trop. 45. 125-129.

THOUVENEL, J.C. and FAUQUET, C. 1979. Yam mosaic, a new *Poïyvirus* infecting *Dioscorea* in the Ivory Coast. Annals of Applied Biology. Pág 279-283.

THURSTON, H. D. 1998. Tropical Plant Diseases. 2<sup>th</sup> Edition. APS PRESS.

TWYFORD, C.T and MANTELL. S. H. 1996. Production of Somatic Embryos and Plantlets from Root Cells of the Greater Yam. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. Pág. 17 – 26.

UNIDAD MUNICIPAL DE ASISTENCIA TÉCNICA AGROPECUARIA (UMATA.)  
Corozal, Los Palmitos, Sampués, San Juan de Betulia y Sincelejo. Año 2.000.

URBINO, C.; BOUSALEM, M.; PINEL, A.; FARGETTE, D.; DUBERN, J. 1998. Les virus de l'igname: Caractérisation immunologique et moléculaire du virus de la mosaïque de l'igname. In : Berhaud, J. ; Bricas, N. ; Marchand, J. L. (Eds), L'igname, plante séculaire et culture d'avenir, Actes du seminaire international Cirad-Orstom-Crof, CIRAD, Montpellier. France. p. 205-211.

VALKONEN, J.P.T. MERITS, A. RABINSTEIN, F; SORRI O; AND SAARMA M. 1997. Studies of Potato A *Potyvirus* (PVA) Using Infectious Transcripts from a Full-length cDNA: Elicitation of Hypersensitive Resistance Responses in Potato, and Aphid-Transmissibility. *Phytoparasitica* 25:1.

WATERWORTH, H.E.; LAWSON, R.H. and KAHN, R.P. 1974. Purification, electron microscopy, and Serology of Dioscorea latent virus. *Jour. Agric. University of Puerto Rico*. 58. Pág 351-357.

WATSON, L., and DALLWITZ, M. J. 1992. 'The Families of Flowering Plants: Descriptions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval. Version: 19th.

WILSON, J. 1988. A Practical Guide to Identifying Yams. The Main Species of *Dioscorea* in the Pacific Islands. Institute for Research, Extension and Training in Agriculture (IRETA) Apia, Westers Samoa.

[www. infoagro.com](http://www.infoagro.com). El virus PVY en pimiento.



WYDRA, Kerstin et YANINEK, J.S. 1993. L' Ignose (*Dioscorea spp.*) Les principaux ravageurs et maladies d'Afrique: manioc, igname, patate douce et Aracées. L' Institute International d'agriculture tropicale. Cotonou (Benin).

ZWIRNER. W. N. (1996).ELISA. Fundamento de Inmunología e Inmunoquímica. Ricardo Margni. 5º Edición. Editorial Médica Panamericana S.A. Buenos Aires. Argentina.