

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

**EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCION DE HIBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*)  
TOLERANTES A VIROSIS TRANSMITIDA POR MOSCA BLANCA**

**RUDY ESTUARDO TENI CACAO**

**GUATEMALA, MAYO DE 2,004**

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

**EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCION DE HIBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*)  
TOLERANTES A VIROSIS TRANSMITIDA POR MOSCA BLANCA**

**DOCUMENTO DE GRADUACION**

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

POR

**RUDY ESTUARDO TENI CACAO**

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRONOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

Guatemala, mayo de 2004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**RECTOR MAGNIFICO**

MEDICO VETERINARIO LUIS ALFONSO LEAL MONTERROSO

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO	Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Manuel de Jesús Martínez Ovalle.
VOCAL TERCERO	Ing Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	Br. Luis Antonio Raguay Pirique
VOCAL QUINTO	Br. Juan Manuel Corea Ochoa
SECRETARIO	Ing. Agr. Pedro Pelaez Reyes

**Guatemala, Mayo de 2004.**

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

Señores miembros:

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

**“EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCION DE HIBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*)  
TOLERANTES A VIROSIS TRANSMITIDA POR MOSCA BLANCA”.**

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

Esperando que el presente trabajo llene los requisitos para su aprobación, me suscribo de ustedes,

Atentamente,

**Rudy Estuardo Teni Cacao.**

## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Por que me ha guiado en esta vida en todo momento y me ha enseñado a valorar cada día las grandezas de este mundo. Gracias Señor Jesucristo y virgen santísima.

**MIS PADRES:** Edgar Alfredo Teni Chen  
Rosalinda Esperanza Cacao de Teni (QEPD)

Un agradecimiento especial a mis padres, que me inculcaron con mucho esfuerzo y sacrificio la **educación**, como parte importante en mi formación.

**Madrecita**, siento mucho su partida y que no pueda compartir conmigo éstos momentos, pero se que esta muy feliz por el logro obtenido.

**MI ESPOSA:** Delfa Elizabeth, gracias por el apoyo incondicional proporcionado en los momentos mas difíciles. Con mucho amor.

**MI HIJOS:** Estuardo Alfredo de Jesús  
Marjorie Stephanie Esperanza Concepción

Deseo que el éxito obtenido sirva de ejemplo, para que ustedes sean personas de bien.

**MIS TIOS:** Especialmente a Carmen Inés, Maria Delia (Tixa) y Melinton. Muchas gracias por todo lo brindado.

**MI HERMANA:** Nidia, con mucho cariño.

**MIS SOBRINOS.** Mariela del Carmen. Bryan Alberto, Dylan Alberto, Robin Alfredo Aldair, Cindy Aracely, Pablo Andres, Maria Andrea, Berner Rodolfo, Dania Maricruz, con cariño.

**MIS SUEGROS;** Victor Alfredo Sierra (QEPD) y Concepcion Leal viuda de Sierra, con aprecio y respeto.

**MIS CUÑADOS** Victor, Berner, Allan, Mary y Daisy, con mucho cariño.

**MIS PRIMOS:** A todos, en especial a Erwin.

**MIS AMIGOS** De la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), a la memoria de Ing. Agr. Marvin Cumes Rodriguez (QEPD) e Ing. Agr. Geovanni Tenas (QEPD).

De la Facultad de Agronomía, en especial a los Ingenieros Agrónomos: Arturo Leal, Julio Sincal, Rolando Aragón, Negli Gallardo y Baltazar Nufio.

## **TESIS QUE DEDICO**

A:

Dios

Escuela Nacional Urbana Mixta de Aplicación, Coban, A.V.

Instituto Normal Mixto del Norte Emilio Rosales Ponce, Coban, A.V.

Escuela Nacional Central de Agricultura

Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala

Cincuentenaria Facultad de Agronomía

Instituto de Investigaciones Agronómicas

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Luis Mejía de León y el Ing. Amilcar Sánchez, por su amistad, asesoría y enseñanzas en el mejoramiento de tomate durante varios años.

Licenciada Margarita Palmieri, por su orientación en el diagnóstico de virus de plantas.

Evelio Ordoñez, por su colaboración imprescindible en la parte de campo en la aldea Sansirisay, Sanarate el Progreso.

Ing. Agr. Julio César Sincal Sic, por su amistad y apoyo en las diferentes actividades del proyecto de mejoramiento de tomate.

Dr. Ariel Ortiz e Ing. Agr. Edgar Franco, un reconocimiento especial por el impulso a realizar el presente trabajo de investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a Través del Fondo de Ciencia y Tecnología, por su aporte financiero en proyectos de investigación FAUSAC-CONCYT.

Fredy de León, Anibal del Cid, Juan Manuel Mejía, Federico Moscoso(QEPD), Francisco del Cid, Vicente Barrera, Oswaldo Salguero, Felix Ordoñez, Carlos Oribe, Elena Samayoa, Elena Arriaza; personas que colaboraron en diferentes actividades realizadas en la aldea Llanos de Morales.

Oswaldo Orellana y trabajadores del CEDA, de la FAUSAC, por su ayuda desinteresada.

Marco Vinicio García y Elmer Leonel Ovando por su colaboración en actividades de invernadero.

Ing. Agr. Héctor Sagastume del Instituto de Ciencia y Tecnología por su orientación en el análisis estadístico.

Lic. Carolina Rosales, Ing. Agr. Makmilan Cruz del área de cultivo de tejidos, Ing. Agr. David Mendieta del Herbario de la FAUSAC, por su valiosa colaboración en el uso del equipo de computo para realizar el presente documento.

## CONTENIDO

<b>INDICE</b>	<b>i</b>
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>iii</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>INDICE</b>	<b>i</b>
<b>1. INTRODUCCION.</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACION</b>	<b>2</b>
<b>3. MARCO TEORICO</b>	<b>3</b>
<b>3.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>3</b>
3.1.1 Virus	
3.1.1.1 Geminivirus	3
3.1.1.2 La enfermedad del acoloramiento de la hoja	4
3.1.1.3 Geminivirus transmitidos por la mosca blanca en América Central	4
3.1.2 Mosca Blanca	6
3.1.3 Tomate	6
3.1.3.1 Condiciones de cultivo	7
3.1.4 Mejoramiento de plantas	8
3.1.5 Resistencia	8
3.1.5.1 Resistencia genética a geminivirus transmitidos por mosca blanca	8
3.1.5.2 Resistencia genética a otros fitopatógenos	8
3.1.6 Métodos de Mejoramiento	10
3.1.6.1 Híbridos F1	10
3.1.6.2 Técnicas de Hibridación	10
<b>3.2. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>13</b>
3.2.1 Información general de líneas tolerantes	13
3.2.2 Información de las líneas susceptibles	13
3.2.3 Descripción del área.	14
3.2.3.1 Ubicación Geográfica	14
3.2.3.2 Vías de acceso	14
3.2.3.3 Condiciones climáticas	14

3.2.3.4 Características edáficas	16
3.2.3.5 Agua	16
<b>4. OBJETIVOS</b>	17
<b>5. HIPÓTESIS</b>	17
<b>6. MATERIALES Y METODOS</b>	18
6.1 Producción de híbridos tolerantes	18
6.1.1 Cruzamientos efectuados	20
6.2 Evaluación de los híbridos en campo experimental	21
6.2.1 Fase de campo	22
6.2.2 Diseño Experimental	23
6.2.3 Variable Respuesta	24
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	26
7.1 Índice de severidad a los 60 días después del trasplante (DSI60)	26
7.2 Rendimiento por planta	28
7.3 Peso promedio por fruto	30
7.4 Firmeza y forma del fruto	30
7.5 Mejores híbridos evaluados	32
7.5 Pruebas precomerciales	32
<b>8. CONCLUSIONES</b>	34
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	35
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	36
<b>11. APÉNDICE</b>	39

## INDICE DE FIGURAS

	Pag
<b>Figura 1.</b> Organización genómica de los geminivirus bipartitos transmitidos por mosca blanca	4
<b>Figura 2.</b> Estructura Floral del tomate	7
<b>Figura 3.</b> Ubicación geográfica de la unidad de riego Sansirisay, aldea Llanos de morales, Municipio de Sanarate, Departamento de El Progreso.	15
<b>Figura 4.</b> Invernadero del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), en donde se realizaron los diferentes híbridos	18
<b>Figura 5.</b> Producción de híbridos, incluye: Colecta de polen, emasculación Polinización, etiquetado y formación de fruto híbrido.	19
<b>Figura 6.</b> Forma del fruto de tomate	25
<b>Figura 7</b> Índice de severidad a los 60 días después del transplante de los híbridos de tomate	26
<b>Figura 8</b> Rendimiento por planta (gramos) de los híbridos de tomate	28
<b>Figura 9</b> Peso promedio de fruto de los híbridos de tomate	30
<b>Figura 10</b> Híbrido H22 (Rodade X GF3), híbrido H36 (GF1 X GF2) e híbrido H25 (GC6 X GF5)	32
<b>Figura 11</b> Pruebas precomerciales del híbrido GF3 X HC7880 (Llanero 1) y GF3 X Susceptible de HUJI (Llanero 7)	34

## INDICE DE CUADROS

	Pag.
<b>Cuadro 1.</b> Patógenos que pueden controlarse por resistencia genética Y frecuencia con que aparecen en los cultivares comerciales	9
<b>Cuadro 2.</b> Resultados obtenidos de las líneas tolerantes obtenidas durante el segundo ciclo de cultivo (Agosto-diciembre 2001)	13
<b>Cuadro 3.</b> Cultivares susceptibles a geminivirus pero portadoras de otras Características.	13
<b>Cuadro 4.</b> Cruzamientos efectuados para la producción de híbridos tolerantes de tomate	21
<b>Cuadro 5.</b> Prueba de Duncan al 10% sobre índice de severidad a los 60 días después del transplante	27
<b>Cuadro 6.</b> Prueba de Duncan al 10% para la variable rendimiento por planta (gramos)	29
<b>Cuadro 7.</b> Firmeza y forma de fruto de los híbridos evaluados.	31
<b>Cuadro 8A</b> Análisis de varianza para índice de severidad a los 60 días después del Transplante (DSI 60)	41
<b>Cuadro 9A</b> Análisis de varianza para peso promedio de fruto por planta (gramos)	41
<b>Cuadro 10A</b> Datos de campo de los híbridos de tomate evaluados	42

## RESUMEN

### EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCION DE HIBRIDOS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*) TOLERANTES A VIROSIS TRANSMITIDA POR MOSCA BLANCA,

#### SUMMARY

### EXPERIENCES IN THE PRODUCTION OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum Mill*) HYBRIDS TOLERANT TO VIROSIS TRANSMITTED BY THE WHITEFLY.

La presente investigación se realizó, con el propósito de contrarrestar el severo daño provocado por geminivirus transmitidos por la mosca blanca en regiones cálidas de Guatemala. Este proyecto inicio desde hace cerca de seis años, tomando como base la resistencia genética como parte de un manejo integrado de plagas. En un principio se trabajo con genotipos de tomate que poseen resistencia al geminivirus del hemisferio oriental llamado virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV) actualmente presente en el Caribe. Estos genotipos derivan su resistencia de las especies silvestres *Lycopersicon peruvianum*, *Lycopersicon pimpinellifolium* y *Lycopersicon hirsutum*. Los genotipos fueron obtenidos de varios centros de investigación (INRA Francia, HUJI Israel, y Centro Volcáni Israel). Se pudo determinar que poseen tolerancia a los geminivirus locales, virus del enrollamiento severo de la hoja de tomate((ToSLCV), virus del moteado dorado del tomate (ToGMoV) y virus del mosaico dorado del pimiento (PepGMV).

Se efectuaron los híbridos entre líneas susceptibles X resistentes y resistentes X resistentes y posteriormente se evaluaron en la Unidad de Riego Sansirisay, Llanos de Morales, Sanarate, El Progreso. Los híbridos fueron evaluados en condiciones de alta presencia de mosca blanca y sin protección química contra el vector. Los mejores híbridos son H35 y H36, debido a que poseen a un bajo índice de severidad, alto rendimiento (peso promedio de fruto por planta, un buen tamaño de fruto) y una buena firmeza; estos híbridos son producto del cruce de líneas con resistencia derivada de *Lycopersicon hirsutum*, Favi 9 y Favi 12. Seguidamente están los híbridos H7, H22 y H25 que poseen un buen rendimiento y un bajo índice de severidad y son firmes; estos híbridos son producto del cruce de una línea susceptible y una línea con resistencia derivada de *Lycopersicon hirsutum* (Favi 9).

De las pruebas precomerciales efectuadas por el agricultor, se puede determinar que los híbridos denominados Llanero 1 (GC6 X GF3) y Llanero 7 (Susceptible de Favi X GF3), en términos generales, presentaron una alta resistencia a geminivirus, un alto rendimiento, con el inconveniente de la forma del fruto, firmeza intermedia, lo cual no es lo optimo para el mercado local.

## 1. INTRODUCCION

Los resultados presentados en este documento son producto de muchos años de investigación realizada, con el apoyo del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), a través del Doctor Luis Mejía de León. Esta investigación ha sido muy importante, para contribuir en la solución de la problemática provocada por una enfermedad que afecta la producción de tomate, particularmente en regiones cálidas de Guatemala, esta enfermedad es el **acolochamiento de la hoja del tomate**. Para el control de esta enfermedad los agricultores hacen uso de fuertes cantidades de pesticidas, lo que provoca una alta contaminación del ambiente y presenta riesgos para la salud. Estas grandes aplicaciones de pesticidas tienen además un alto costo económico.

La resistencia genética a los principales patógenos que afectan el cultivo de tomate es una alternativa que permite reducir la dependencia de la protección química, resultando en cultivos más seguros, más económicos y con un menor impacto ambiental. Se ha venido trabajando en la búsqueda de resistencia genética a los geminivirus transmitidos por la mosca blanca existentes en la unidad de riego Sansirisay, Sanarate El Progreso, localización de nuestro programa de mejoramiento. Para lo cual, durante varias generaciones, se han obtenido selecciones de genotipos tolerantes a TYLCV, con resistencia derivada de especies silvestres tales como *Lycopersicon hirsutum* y *Lycopersicon peruvianum*. Estas líneas resistentes no podrían ser utilizadas directamente para la producción comercial de tomate debido a que la calidad de sus frutos no es satisfactoria para su comercialización en el mercado local, además de ser susceptibles a otros patógenos de importancia y tener un bajo rendimiento. En un intento para mejorar estas características, fue necesaria la producción de híbridos. Estos híbridos se produjeron en uno de los invernaderos ubicados en el Centro de Experimentación Agrícola (CEDA) en el campus central de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, para lo cual las líneas tolerantes fueron cruzadas con genotipos susceptibles a geminivirus, pero resistentes a otros patógenos y con buenas características de fruto y alto rendimiento. Los resultados obtenidos permitieron la identificación de híbridos con altos niveles de tolerancia, rendimiento y una calidad de fruto aceptable, aunque aun no la óptima. Donde los híbridos, denominados Llanero 1 y Llanero 7, se han evaluado bajo condiciones comerciales en los campos de los agricultores de la Unidad de Riego Sansirisay.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) es un cultivo de importancia económica. Actualmente en Guatemala se siembran 6580 Ha, con un rendimiento promedio de 29 toneladas por hectárea ( 1 ) El tomate es un cultivo de importancia en la generación de empleo, como fuente de subsistencia y contribuye significativamente a una dieta más nutritiva.

La producción de tomate se ha visto afectada principalmente por la enfermedad conocida como el virus del acoloramiento de la hoja del tomate, esta enfermedad es causada por geminivirus transmitido por la mosca blanca. Las pérdidas ocasionadas han sido tan altas que algunos agricultores han abandonado sus cultivos. Otro problema ha sido que para el control de la plaga vector el agricultor hace uso de un fuerte uso de pesticidas que causa un considerable impacto sobre el ambiente. Una alternativa más segura para esta enfermedad sería la introducción de la resistencia genética en el cultivo.

### 3. MARCO TEORICO.

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL:

##### 3.1.1 Virus:

Los virus son partículas infecciosas, potencialmente patógenas, parásitos obligados de las células de sus huéspedes que se multiplican por replicación de su material genético (17,18). Se caracterizan por poseer un solo tipo de ácido nucleico, el cual es la parte infecciosa de la partícula viral, y por una o mas proteínas que lo recubren, confiriéndole especificidad y morfología típica. En el caso de los virus mas evolucionados, existen lípidos y estructuras mas complejas (11).

Los virus que afectan a las plantas tienden a ser menos evolucionados que aquellos que afectan a los animales. Aunque el material genético de los primeros es, en el 90% de los casos conocidos, ácido ribonucleico de filamento simple (ARN-FS), durante los últimos años se han descubierto virus con todas las diferentes combinaciones posibles, virus conteniendo ácido ribonucleico de filamento doble (ARN-FD)(11).

##### 3.1.1.1 Geminivirus:

Son virus de plantas con partículas casi isométricas en forma circular, el ácido nucleico es ADN. Las partículas de los geminivirus muestran estructuras bisegmentadas con un tamaño de 20 y 30 nm y con una hendidura que separa a ambas partículas. Cada componente es un pentágono, cuya arista de contacto con la de otro es levemente mas alargada que las demás (2,11,16)

Químicamente, las partículas virales están formadas en un 80% por una proteína cuyo peso molecular varia entre 27000 y 32000 daltons, según el geminivirus de que se trate. El ácido nucleico es una molécula circular de filamento simple (ADN-FS) por cada uno de los componentes de la partícula viral, el ADN representa el 20% del contenido total. Esta molécula consta de 2265 a 3200 nucleótidos, según el geminivirus(3).

Los geminivirus que infecta plantas dicotiledóneas y son transmitidos por *Bemisia tabaci* generalmente tienen un genoma bipartito (gemini=gemelo), constituido por dos moléculas de ADN de filamento simple circular (ADN-A y ADN-B). Sin embargo, se han reportado virus con genoma monopartito transmitidos por moscas blancas. El genoma de los geminivirus bipartitos tienen una organización común

con cuatro genes en la molécula ADN-A (componente A) llamados AL1, AL2, AL3 y AR1 y dos genes en la molécula ADN-B (componente B) llamado BL1 y BR1 (19). En la mayoría de los geminivirus bipartitos se requieren ambas moléculas ADN-A Y ADN-B para inducir la infección(3,18). El ADN-A codifica para todas las funciones necesarias para la multiplicación viral. El ADN-B codifica para las funciones asociadas con el movimiento viral, figura 1 (19).

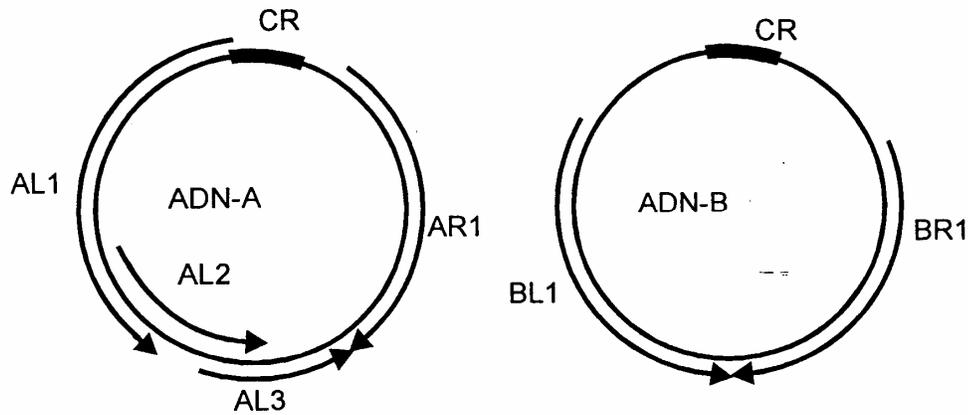


Figura 1 Organización genómica de los geminivirus bipartitos transmitidos por moscas blancas

Existen geminivirus transmitidos por mosca blanca, con huéspedes dicotiledóneos y monopartitos (3). Recientemente, un Begomovirus monopartito del Hemisferio Oriental, el virus del enrollamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), fue introducido en la región del Caribe. Este virus aun no ha sido detectado en Guatemala ( 12)

### 3.1.1.2 La enfermedad del acoloramiento de la hoja

Alrededor de 1986, una enfermedad conocida en nuestro medio como *acoloramiento de la hoja*, empezó a afectar seriamente la producción local de tomate. Esta enfermedad también ha afectado a otras regiones tropicales y subtropicales del planeta, incluyendo Centroamérica y el Caribe, en donde se ha constituido en el principal factor limitante para la producción de tomate y otros cultivos de importancia económica y nutricional. Cuando las plantas son infectadas temprano en su desarrollo los síntomas que se desarrollan son sumamente severos, estos incluyen la deformación de las hojas, el amarillamiento y el enanismo de la planta. Los rendimientos en estos casos son prácticamente nulos y los frutos son pequeños y de maduración no uniforme (15)

### 3.1.1.3 Geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Central.

En el laboratorio del Dr. Douglas Maxwell del Departamento de Patología Vegetal, de la Universidad de Wisconsin-Madison, se inicio la caracterización de Geminivirus en Junio de 1990. Se obtuvieron muestras de tomate provenientes de Costa Rica, Nicaragua, Honduras y Guatemala, A continuación se encuentra un resumen de la distribución de los geminivirus en estos países:

**Costa Rica:**

Virus del Moteado Amarillo del Tomate (ToYMoV, aislado CR1)

Virus del rizado de la hoja del tomate de Sinaloa (ToLCSin V, aislado Cr2).

**Nicaragua:**

Virus del enrollamiento severo de la hoja del tomate. (ToSLCV)

Virus del rizado de la hoja del tomate de Sinaloa (ToLCSinV).

Virus del moteado amarillo moderado del tomate (ToYMiMoV)

Virus del arrugamiento de la hoja del tomate (ToLCrV).

**Honduras:**

Virus del moteado amarillo del tomate (ToYMiMoV, aislado HN2)

Virus del mosaico del tomate de la Habana (ToMHV, aislado HN1)

Virus del enrollamiento severo de la hoja del tomate. (ToSLCV)

**Guatemala:**

Virus del enrollamiento severo de la hoja del tomate. (ToSLCV, aislado GT1)

Virus del moteado dorado del tomate (ToGMoV, aislado GT2).

Virus del mosaico dorado del pimiento (PepGMV, aislado GT3)

En Guatemala la mayoría de las veces, los tomates se infectan con mas de un begomovirus, y ToSLCV, siempre esta presente en las infecciones mixtas. (12)

### 3.1.2 Mosca Blanca.

La mosca blanca pertenece a la familia Aleyrodidae, orden Homóptera, bajo condiciones favorables, puede estar completando hasta 11-15 generaciones en un año y las hembras pueden depositar entre 100-300 huevos en unas 3-6 semanas de vida. Cuatro de los cinco estadios de mosca blanca, son casi totalmente inmóviles (sésiles) en la planta huésped, el adulto es el único vector importante (3). Se han descrito unas 1200 especies de moscas blancas, de las cuales al menos 30 están en América Central y El Caribe, *Bemisia tabaci* y *Trialeurodes vaporariorum* (4). *Bemisia tabaci* es un insecto polífago y al menos 506 especies de plantas y 74 familias dicotiledóneas y monocotiledóneas han sido reportadas como hospederos. Por ejemplo, 98 especies han sido registradas como hospederos para la familia fabaceae, 56 para asteraceae, 35 para malvaceae, 33 para solanaceae, 32 para euphorbiaceae, 20 para convolvulaceae y 17 para cucurbitaceae (4). Se cree que *Bemisia tabaci* pudo haberse originado en Pakistán y dispersado a Africa, Europa y las Americas, por transporte humano de materiales de planta (4).

Las moscas blancas se alimentan en el floema, por medio de un estilete. Los aminoácidos y carbohidratos se extraen directamente del sistema de transporte de alimento de la planta huésped. El estilete pasa intercelularmente a través de los tejidos de la hoja, hasta alcanzar el floema. Esta especialización alimentadora es un medio efectivo de adquirir y transmitir geminivirus. La multiplicación de geminivirus por *Bemisia tabaci* esta considerada como circulativa, no propagativa, lo cual significa que las partículas virales adquiridas por el insecto durante su alimentación circulan dentro de su cuerpo, pasando del intestino a la hemolinfa, hasta llegar a las glándulas salivales. Pero el virus no se multiplica dentro del insecto ni se transmite transovaricamente. Cuando una mosca infectiva se alimenta en una planta sana, inocula junto con la saliva las partículas virales, colocándolas eficazmente en el tejido específico en el cual estas se multiplican, es decir en el sistema vascular de la planta (4).

### 3.1.3 Tomate:

El tomate cultivado se originó en el Nuevo Mundo, ya que todas las especies silvestres relacionadas con el tomate son nativas de la región andina que hoy comparten Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Es en la actualidad la hortaliza de mayor importancia en el mundo, se le cultiva en un amplio rango de latitudes desde el Ecuador hasta casi el Circulo Polar. Los frutos se destinan tanto al consumo fresco como a la transformación ( 7 ).

El género comprende 9 especies, 8 de las cuales se han mantenido dentro de los límites de su lugar de origen. Una sola *Lycopersicon esculentum* bajo su forma silvestre *L. ceraciforme*, fue llevada hacia América Central por los indígenas en forma de maleza. Fue en México donde ocurrió la domesticación, especialmente en la zona de Puebla y Veracruz. De ahí fue introducido en Europa en el siglo XVI, donde por largo tiempo se le consideró como venenosa (7).

El tomate cultivado pertenece a la familia de las solanáceas. Es una especie diploide con  $2n=24$  cromosomas. La flor es hermafrodita y su estructura asegura una estricta autogamia (pistilo encerrado en el cono de 5 a 7 estambres con dehiscencia interna longitudinal (20). Ver figura 2.

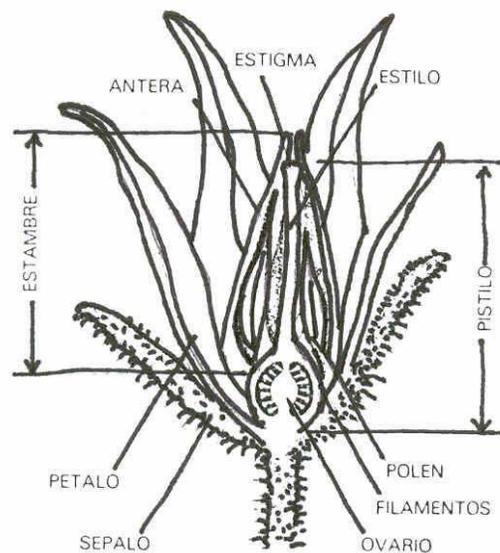


Figura 2. Estructura floral del tomate.

### 3.1.3.1 Condiciones de cultivo:

El cultivo requiere suelos profundos, francos o franco arcillosos, ricos en materia orgánica y suelos ligeramente ácidos, con pH entre 6 y 7, los suelos de pendiente inclinada son buenas para la producción en la época de invierno debido a que no existen problemas de drenaje como en las tierras planas. Los principales factores ambientales que influyen en el desarrollo son la temperatura (16-25 °C) y la intensidad de luz. Se adapta mejor a altitudes entre 0 y 1500 m. sobre el nivel del mar (24).

### **3.1.4 Mejoramiento de Plantas:**

El mejoramiento de plantas constituye el conjunto de métodos biológicos tendientes a crear por la vía genética, variedades de plantas cultivadas cada vez mejor adaptadas a las exigencias cuantitativas y cualitativas de la producción Agrícola ( 7 )

Las especies silvestres tienen un gran potencial en el mejoramiento, dada la diversidad de su plasma germinal. Han sido hibridadas con formas cultivadas por el interés de sus genes de resistencia a diversas enfermedades y para mejorar el color y la calidad de sus frutos. (20).

### **3.1.5. Resistencia:**

Es un medio privilegiado para controlar enfermedades provocadas por virus, bacterias, hongos y nemátodos. La resistencia es toda característica heredable que permite una disminución de la incidencia de un agente patógeno o de un depredador sobre la cantidad o calidad de una cosecha. La eficacia de una resistencia proviene de la combinación de dos factores: el nivel de expresión de la misma y su estabilidad en el tiempo o durabilidad, ambos factores poseen su propio determinismo ( 7 )

#### **3.1. 5.1 Resistencia genética a geminivirus transmitidos por mosca blanca**

Los programas de mejoramiento para la producción de cultivares de tomate resistentes geminivirus transmitidos por mosca blanca dieron inicio a finales de los años 60's en Israel, estos fueron dirigidos contra el geminivirus del hemisferio oriental TYLCV. Desde entonces se han realizado esfuerzos similares contra otros geminivirus. Debido a que no se ha encontrado ninguna fuente de resistencia en la especie cultivada *L. esculentum*, todos estos programas se basan en la introgresión de la resistencia de alguna de las nueve especies silvestres de tomate (13 )

#### **3.1.5.2 Resistencia genética a otros fitopatógenos**

La resistencia genética es un elemento central en el manejo integrado de plagas y la sostenibilidad de la producción de alimentos. La interacción gen-por-gen, en la cuál la resistencia a la enfermedad esta

determinada por un gen de resistencia en la planta (R) que responde específicamente a un gen de avirulencia en el patógeno, ha sido descritas en varios casos. La susceptibilidad a una enfermedad resulta cuando el gen R de la planta o el gen de avirulencia del patógeno están ausentes en la interacción ( 8 )

En el tomate se han identificado más de 20 genes los cuáles confieren resistencia a hongos, nemátodos, virus y bacterias de importancia agronómica. Como se indico anteriormente, estos genes de resistencia se han obtenidos de las especies silvestres afines, las cuales poseen igual número de cromosomas ( $2n=24$ ) y son por lo tanto compatibles en los cruzamientos interespecíficos. El tomate es, de hecho, la especie cultivada en la cual las especies silvestres han sido más utilizadas en el mejoramiento genético. Gracias a ello, actualmente es posible el control genético de varios patógenos del tomate ( 7 ) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Patógenos que pueden controlarse por resistencia genética y frecuencia con que aparece esa resistencia en los cultivares comerciales.

PATÓGENOS	GENES	FRECUENCIA <sup>1</sup>
<b>Hongos</b>		
Verticillium dahliae	Ve	++++
Fusarium ox.f.sp. lycopersici		
Patotipo 0 (ex 1)	I	+++++
Patotipo 1 (ex 1)	I-2	+++
Fusarium ox.f.sp. radices lycopersici	Fr1	++
Pyrenochaeta lycopersici	Py1	+
Cladosporium fulvum	Cf...(serie)	+++
Phytophthora infestans	Ph-2	+
Stemphyllium spp.	Sm	+++
Alternaria alternata f.sp. lycopersici	Asc	+++++
<b>Bacterias</b>		
Pseudomonas syringae pv Tomato	Pto	+
Ralstonia solanacearum		+
<b>Virus</b>		
Virus del Mosaico del tomate (TMV)	Tm-2	+++
Tomato spotted Wilt Virus (TSWV)		+
Geminivirus		+
<b>Nematodos</b>		
Meloidogyne spp.	Mi	++

<sup>1</sup> += poco frecuente, +++++= muy frecuente

### **3.1.5 Métodos de Mejoramiento:**

El tomate comenzó a mejorarse por hibridación y selección, a partir de los años 20, en los Estados Unidos, pero no fue hasta los 60 que la selección cobró un gran auge en diversos países. Hasta esa época el objetivo era la obtención de variedades (líneas puras fijadas), que variaban por su precocidad, forma y grosor de los frutos. En 1933 se mostró la importancia de la heterosis en el tomate, la que se manifiesta por el aumento del rendimiento del híbrido con relación a sus parentales, lo que permitió considerar al cultivo de híbridos F1 ( 7)

#### **3.1.5.1 Híbridos F1:**

Los híbridos F1 se justifican en el tomate por un cierto número de ventajas, que presentan con relación a las variedades fijadas:

1. Manifiestan efecto de heterosis.
2. Permiten acumular muy rápidamente cualidades tales como:

Precocidad, tipo de fruto, resistencia a enfermedades, y estrés abiótico, las cuales están dispersas en diferentes variedades.

La heterosis se manifiesta solo en aquellos híbridos cuyos parentales son suficientemente diferentes (los que se complementan). La heterosis puede ser casi nula en híbridos entre líneas vecinas. Tales híbridos se hacen a veces para acumular caracteres dominantes de interés, como son los genes de resistencia a enfermedades.

Casi todos los cultivares de tomate existentes hoy día han sido desarrollados por los métodos clásicos de mejora de plantas autógamas, aunque cada vez más se utilizan híbridos F1. La selección genealógica luego de la hibridación, es el método más utilizado, ella es eficaz para fijar los caracteres con determinismo genético simple, los cuales son numerosos en el tomate (21).

#### **3.1.5.2 Técnicas de Hibridación.**

Para la obtención de semilla híbrida son necesarias tres etapas fundamentales:

- Emasculación del progenitor femenino.
- Cosecha del polen del progenitor masculino
- Polinización.

#### **a) Emasculación del Progenitor femenino.**

La flor normalmente se autofecunda, de ahí que sea necesario quitarle todos los estambres antes de que el polen este maduro, esta operación puede hacerse con una pinza fina, con cuidado de no dañar el estigma para que sea receptivo al polen de la planta masculina, sin embargo, en la practica se hace a mano. Pueden quitarse dos pétalos y luego el conjunto de estambres. La emasculación se hace antes de que la flor se abra completamente, a finales de su etapa de yema, cuando los pétalos forman un ángulo de 30 a 45° respecto a los estambres para evitar autofecundación. Todas las flores en su racimo floral deben estar emasculadas o de lo contrario eliminar las que queden si están muy avanzadas. En la producción de campo, la emasculación se efectúa temprano en la mañana del día en que tendrá lugar la hibridación. Es claro que este laborioso proceso podrá simplificarse en gran medida usando una línea femenina con órganos masculinos estériles y parece que se están empleando algunas.

#### **b) Cosecha del Polen:**

Usualmente el progenitor masculino se siembra unos 21 días antes que las plantas femeninas, para asegurar que haya suficiente polen para una máxima fertilización de la planta hembra.

Normalmente la relación entre la población de plantas masculinas y la población de plantas femeninas se usa en una proporción de 1:5 (una planta masculina por cada cinco plantas femeninas).

El polen debe cosecharse en el lugar, cada flor se sacude con el vibrador eléctrico o bien puede cosechar una cantidad de flores a las cuales se les cosecha el polen. Al momento de la utilización, el polen se reparte en finos tubos de vidrio o en puntas de micropipeta.

El acopio del polen del progenitor masculino y su disposición sobre los estigmas de las flores femeninas siempre tienen que hacerse a mano, se cuente o no con las características de esterilidad masculina.

### **c) Polinización:**

Se hace a mano, el estigma de cada flor emasculada se sumerge en polen, la polinización se hace el mismo día de la polinización o al otro día y ella puede volverse a hacer 1 o 2 días. La polinización también puede realizarse con un pincel de pelo de camello. Las flores fecundas se identifican tradicionalmente con etiquetas de colores, pero los productores experimentados también retiran la mitad del cáliz de la flor para tener evidencia a la hora de la cosecha de que ese fruto en particular contiene semilla híbrida. La clara identificación de las líneas progenitoras es también esencial, pues se acostumbra dejar que unas cuantas plantas de las líneas progenitoras se autofecunden y así conservar una fuente de semillas de esas líneas para poder usarlas como progenitores en el futuro. La estructura de la flor asegura una estricta autogamia (pistilo encerrado en el cono de los estambres, dehiscencia interna de los estambres). La frecuencia de la polinización cruzada es baja, el viento es un factor poco eficiente para la transferencia de polen, esta contribuye solo en la autofecundación.

### **d) Problemas en el proceso de hibridación:**

Se olvidan algunas flores de emascularlas o se emasculan demasiado tarde en este caso se obtiene semilla híbrida y semilla autofecundada.

La producción de semillas se hace a partir de flores emasculadas, el pistilo queda desprotegido y se puede caer, las flores se emasculan jóvenes, a menudo la polinización ocurre cuando el estigma no está en su óptima receptividad.

El hecho de manipular todos los días las plantas favorece la transmisión de algunas enfermedades como el virus del mosaico del tabaco (TMV) (21).

## 3.2 MARCO REFERENCIAL

### 3.2.1 Información general de líneas tolerantes.

Las líneas seleccionadas de los híbridos FAVI-9 (GF13), FAVI-12(GF2) y FAVI-13(GF17), provenientes de la Universidad Hebrea de Jerusalén, Israel, (HUJI), derivan su resistencia de la especie silvestre *Lycopersicon hirsutum*. La línea seleccionada de la población segregante Pimper J-13 (GP10), proveniente del INRA, Francia, deriva su resistencia de *Lycopersicon pimpinellifolium* y *Lycopersicon peruvianum*. Las líneas seleccionadas de las líneas de mejoramiento TY-197, TY-198, provenientes del Centro Volcani, Israel, derivan su resistencia de *Lycopersicon peruvianum*, ver cuadro 2 ( 14 ).

**Cuadro 2.** Resultados obtenidos de las líneas tolerantes obtenidas durante el segundo ciclo de cultivo (Agosto-Diciembre de 2001).

Línea	Origen	Fuente de Resistencia	Peso prom. de fruto por planta (gr)	Peso prom. por fruto (gr)	DSI* 30	DSI* 60
F6-221	Favi 9	<i>L. hirsutum</i>	1912	89.36	1.13	1.40
F6-252	Favi 9	<i>L. hirsutum</i>	1481	81.54	1.08	1.75
F6-522	Favi 9	<i>L. hirsutum</i>	575	65.54	1.09	1.27
F1-211	Favi 13	<i>L. hirsutum</i>	1718	79.15	1.50	1.90
F2-21	Favi 12	<i>L. hirsutum</i>	704	68.24	1.59	2.12
L2-221	TY 197	<i>L. peruvianum</i>	1514	49.66	1.09	1.30
L1-11	TY 198	<i>L. peruvianum</i>	1103	55.29	1.28	1.67
P2-113	J 13	<i>L. peruvianum</i> y <i>L. pimpinellifolium</i>	1327	36.73	1.56	2.50

\* DSI = Índice de severidad 30 y 60 días después del transplante (Escala 0-4)

### 3.2.2 Información de las líneas susceptibles:

Los cultivares susceptibles fueron seleccionados en base a características de rendimiento, Firmeza del fruto y resistencia a otros patógenos (14), a continuación se mencionan las características mas importantes (Cuadro 3):

**Cuadro 3.** Cultivares susceptibles a geminivirus pero portadores de otras características.

CULTIVAR	ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS
Sun coast	Carolina del Norte, fruto grande, Resistente a VF <sub>1</sub> F <sub>2</sub> <sup>1</sup>
Rodade	Africa del Sur, resistente a marchitez bacteriana, VF <sub>1</sub> F <sub>2</sub> <sup>1</sup> , tipo determinado
Very Firm	Israel, larga vida de anaquel, VF <sub>1</sub> , tipo determinado
M82	Israel, tipo de procesamiento, muy firme VF <sub>1</sub>
HC7880	Cuba, crecimiento determinado, fruto firme tipo procesamiento, VF <sub>SM</sub>

<sup>1</sup> Resistencia a *Verticillium* (V), *Fusarium* raza 1 (F<sub>1</sub>) y raza 2 (F<sub>2</sub>), *Stemphyllium* (SM).

### **3.2.3 Descripción del área:**

#### **3.2.3.1 Ubicación Geográfica:**

La unidad de riego Sansirisay se encuentra en el municipio de Sanarate, El Progreso(13) Ver Figura 3. Según la hoja Cartográfica escala 1.50,000 de Sanarate ( 9 ) se encuentra localizado a  $90^{\circ} 12' 23''$  de Longitud Oeste y  $14^{\circ} 45' 30''$  de Latitud Norte. A una elevación de 950 msnm. La aldea limita al norte con Sanarate, Al Sur con la aldea llanos de Morales, al Oeste con el caserío Puente Plátanos y al este con la aldea San Juan.

#### **3.2.3.2 Vías de Acceso:**

La aldea se encuentra a 61 kilómetros de la ciudad capital, a 25 Km. de la cabecera departamental y a 6 km. de la cabecera municipal. Se llega a ella por medio de una carretera de 8 Km a la ruta al atlántico, que es transitable en toda época del año ( 5 ).

#### **3.2.3.3 Condiciones climáticas:**

Según de la Cruz, 1982 ( 6 ), la zona de vida correspondiente al área es Bosque seco Subtropical. Esta región corresponde al bosque seco subtropical, caracterizado por tener días claros y soleados durante la época seca y parcialmente nublados durante la estación lluviosa. La precipitación media anual es de 667 mm y la temperatura promedio  $32^{\circ}\text{C}$ .

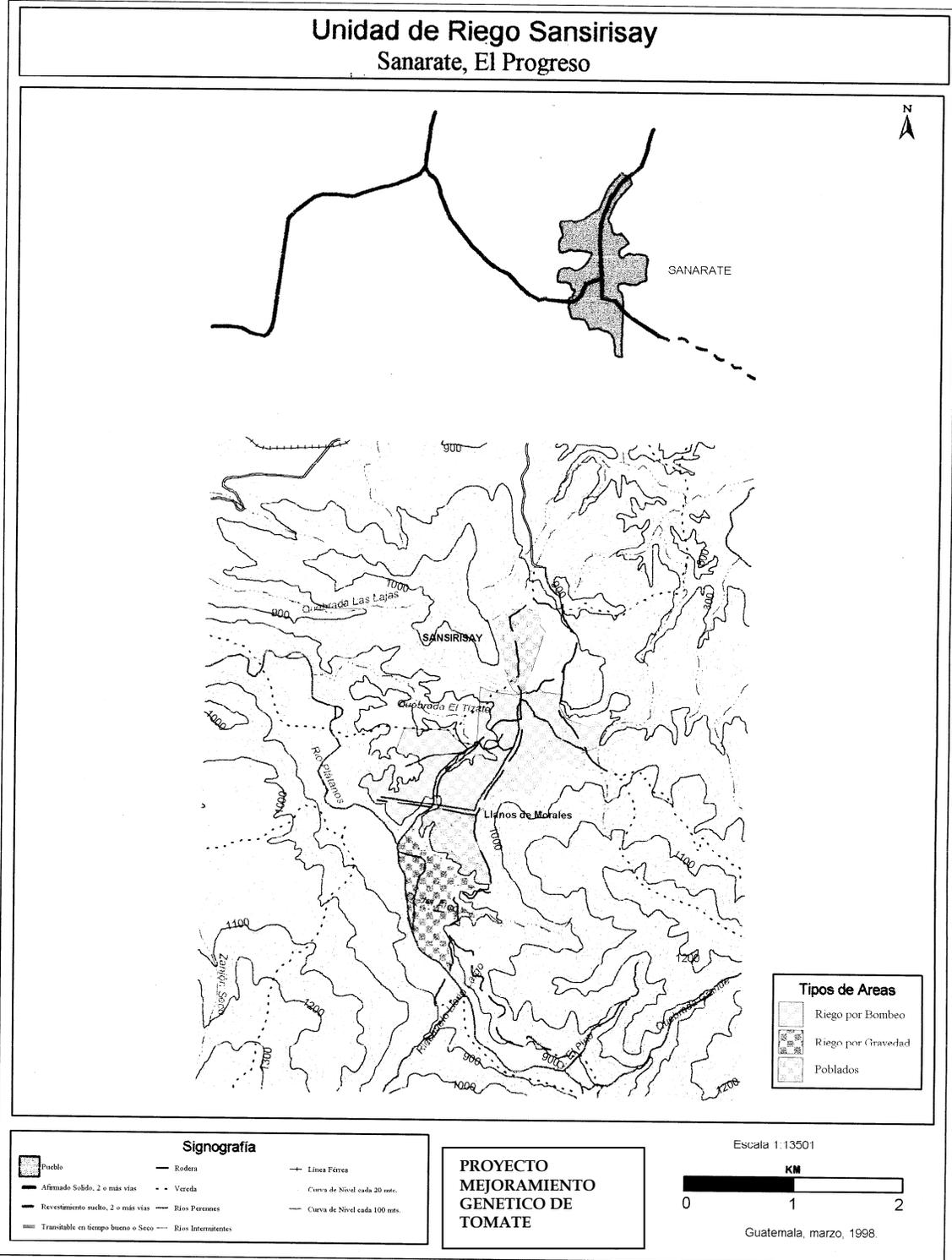


Figura 3. Ubicación geográfica de la unidad de riego Sansirisay, aldea Llanos de Morales, Municipio de Sanarate, Departamento del Progreso

#### **3.2.3.4 Características edáficas:**

Según Simmons et al. 1959 ( 23 ), la serie de suelos que existe en la aldea es la Sholanima. Se encuentran en el área de estudio dos paisajes fisiográficos sobresalientes que son: Las colinas bajas no erosionadas y los valles intercolinares.

#### **3.2.3.5 Agua:**

Existen dos fuentes que son las que abastecen de agua a la comunidad, el río Plátanos que supe de agua a la unidad de riego Sansirisay y dos ojos de agua de que se encuentran en la Quebrada Las Pitas, que son los que abastecen el agua para consumo domestico (5)

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Producción y evaluación de híbridos tolerantes a geminivirus transmitidos por mosca blanca, con fines comerciales

### **4.2 Objetivos específicos**

**4.2.1** Producción de híbridos con tolerancia a geminivirus.

**4.2.2** Producción de híbridos con alto rendimiento

**4.2.3** Producción de híbridos con buena calidad del fruto.

## **5. HIPOTESIS:**

Al menos un híbrido de tomate presenta tolerancia a geminivirus transmitidos por mosca blanca y buen comportamiento agronómico (rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades) y característica de fruto.

## 6. MATERIALES Y METODOS.

### 6.1 Producción de híbridos tolerantes

Este componente se desarrollo en condiciones de invernadero, en el Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (CEDA) en la Ciudad Universitaria, Zona 12, ver figura 4.



Figura 4. Invernadero del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), en donde se realizaron los diferentes híbridos.

Los donadores de polen (progenitores masculinos), surcos del lado izquierdo, se sembraron dos semanas antes que los receptores (progenitores femeninos). En el momento de la floración, se colectó el polen utilizando un vibrador (el cual es un cepillo de dientes a baterías modificado), el pólen se almacenó en puntas de micropipeta plenamente identificada, las cuales se colocaron en recipientes de plástico, que contienen sílica gel. Para la conservación del pólen, se colocó en un congelador a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  para su posterior utilización. En los receptores de polen, surcos del lado derecho, los botones florales fueron abiertos con pinzas para la remoción de los estambres (emasculación). Al siguiente día se procedió a realizar la polinización manual (Figura 5), en el momento de antésis usando directamente el polen de las

puntas para micropipetas y desechándolo después de utilizarlo y otras veces con ayuda de un pincel, desinfectándolo con alcohol, después de su utilización.

Posteriormente a efectuar la polinización se identificaron los cruzamientos.

La semilla híbrida se extrajo de los frutos producidos por esta polinización manual (Figura 5).



Figura 5. Producción de híbridos, incluye: Colecta de polen, emasculación, polinización, etiquetado y formación de fruto híbrido.

En el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía, se extrajo la semilla Híbrida, de la siguiente forma;

Se cortaron los frutos, se colocó la semilla conteniendo pulpa en vasos plásticos para fermentarlos durante un día, luego se procedió a lavar la semilla con ayuda de un colador plástico, luego se puso a secar en platos plásticos, ya seca la semilla se envasaron en tarjetas plenamente identificadas.

#### **6.1.1 Cruzamientos efectuados:**

En esta etapa se obtuvo un total de 31 híbridos: Producto del cruzamiento de progenitores masculinos susceptibles X progenitores femeninos resistentes (S X R), cruzamiento de progenitores masculinos resistentes X progenitores femeninos resistentes ( R X R ), cruzamiento de progenitores masculinos susceptibles X progenitores femeninos susceptibles ( S X S ), 2 híbridos comerciales susceptibles que se utilizaron como control, los cuales son Marina y Elios y un híbrido de la HUJI, con resistencia a TMV. Los híbridos H1-H9 fueron producidos en Israel. Los híbridos H14-H36, fueron producidos en un invernadero de la FAUSAC. (Ver Cuadro 4 ). Con excepción de H26, el cual fue producido en Israel, H13 y H37, son los híbridos comerciales Marina y Elios utilizados como testigos.

Cuadro 4. Cruzamientos efectuados para la producción de Híbridos tolerantes de tomate.

Híbrido	Progenitor masculino			Progenitor femenino		
	Línea	Origen	Código	Línea	Origen	Código
H1	HC-7880	Cuba	GC6	F6-2211	Favi 9	GF3
H2	HC-7880	Cuba	GC6	F6-5221	Favi 9	GF1
H3	HC-7880	Cuba	GC6	P2-1132	J-13	GP10
H4	P2-1132	J-13	GP10	F6-2211	Favi 9	GF3
H5	P2-1132	J-13	GP10	F6-5221	Favi 9	GF1
H6	Susceptible	HUJI	Suscept Favi	F6-5221	Favi 9	GF1
H7	Susceptible	HUJI	Suscept Favi	F6-2211	Favi 9	GF3
H8	Susceptible	HUJI	Suscept Favi	P2-1132	J-13	GP10
H9	HC-7880	Cuba	GC6	Susceptible	HUJI	Suscept Favi
H13		Sakata	Marina			
H14	Sun coast	HUJI	SC	F1-2112	Favi 12	GF2
H15	M-82	HUJI	M82	F1-2112	Favi 12	GF2
H16	HC-7880	Cuba	GC6	F1-2112	Favi 12	GF2
H17	M-82	HUJI	M82	F2-211	Favi 13	GF17
H18	Very Firm	HUJI	VF	F2-211	Favi 13	GF17
H19	Rodade	HUJI	R	F2-211	Favi 13	GF17
H20	HC-7880	Cuba	GC6	F2-211	Favi 13	GF17
H21	Sun coast	HUJI	SC	F6-2211	Favi 9	GF3
H22	Rodade	HUJI	R	F6-2211	Favi 9	GF3
H23	M-82	HUJI	M82	F6-2522	Favi 9	GF5
H24	Very Firm	HUJI	VF	F6-2522	Favi 9	GF5
H25	HC-7880	Cuba	GC6	F6-2522	Favi 9	GF5
H26		HUJI	632			
H27	L11-2	TY-198	GL11	F1-2112	Favi 12	GF2
H28	F1-2112	Favi 12	GF2	L2-2211	TY 197	GL12
H29	F2-211	Favi 13	GF17	L11-2	TY 198	GL11
H30	F2-211	Favi 13	GF17	L2-2211	TY 197	GL12
H31	L11-2	TY-198	GL11	F6-2522	Favi 9	GF5
H32	F6-5221	Favi 9	GF1	L2-2211	TY 197	GL12
H33	L11-2	TY-198	GL11	P2-1132	J-13	GP10
H34	P2-1132	J-13	GP10	L2-2211	TY 197	GL12
H35	F2-211	Favi 13	GF17	F1-2112	Favi 12	GF2
H36	F6-5221	Favi 9	GF1	F1-2112	Favi 12	GF2
H37		PetoSeed	Elios			

## 6.2 Evaluación de los híbridos en campo experimental:

Esta etapa se realizó en la Unidad de Riego Sansirisay, ubicada en la aldea Llanos de morales, Sansirisay, Sanarate, El Progreso.

### **6.2.1 Fase de Campo:**

#### **a) Preparación del Semillero.**

Se utilizaron bandejas de duroport de 242 agujeros, se colocó la semilla en un sustrato de turba. Se efectuaron riegos cada dos días, para provocar un mejor enraizamiento de la semilla. Se efectuaron aplicaciones de fertilizante desde los 15 días, soluciones de productos Completos 20-20-20 de nombre comercial Nutrex, a razón de 50 cc/ bomba, posteriormente se aplicó agua, para no causar toxicidad por el fertilizante. Se aplicó fungicida Banrot (Truban + Metiltioalofanato 45%), para desinfección de semilleros a razón de 25 cc/bomba de 4 gal.

#### **b) Preparación del terreno.**

Un mes antes del trasplante, dejándolos expuestos al sol (solarizado), efectuando labores de arado y rastreado. Se efectuaron las alineaciones de los surcos en curvas a nivel, con ayuda de un nivel en A.

#### **c) Transplante:**

Se transplantaron 30 plantas de cada híbrido. Inmediatamente se aplicó un desinfectante de suelo Banrot (Truban + Metiltioalofanato 45%) a razón de 25 cc/bomba, luego se fertilizó con 10-50-0, al pie de la planta.

#### **d) Fertilización:**

A los 15 días después del trasplante, se efectuó la segunda fertilización con 15-15-15 mezclado con Blaucorn (12-12-17-2). Al inicio de la floración se efectuaron fertilizaciones con 15-15-15 mezclados con blaucorn, apoyados con productos tales como Nitrato de Calcio y Nitrato de Potasio, para mejor floración y fructificación.

#### **e) Control de Malezas:**

Se efectuaron de forma manual, y algunas veces se usó con herbicida Gramoxone (Paraquat), a razón de 75 cc/bomba. Entre surcos, cuando la planta ya es grande.

**f) Riego:**

Se efectuaron riegos periódicos, por medio de riego por gravedad en los surcos de tomate.

**g. Tutorado:**

Se colocaron tutores distanciados a 1.5 metros de acuerdo al grado de desarrollo de la planta híbrida, simultáneamente se colocaron de dos a cuatro hileras de rafia. Dependiendo del grado de desarrollo de la planta híbrida.

**h. Control de Enfermedades:**

Las principales enfermedades que afectan el tomate en la región son el Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*), para lo cual se hizo aplicaciones de productos preventivos como Antracol (Propineb) a razón de 150 cc/bomba y curativos Curzate.(Cymoxanil) a razón de 75 cc/bomba y el Tizon Temprano (*Alternaria* sp), usando producto Amistar (Azoxystrobin). A razón de 15 cc/bomba.

**i. Control de Insectos:**

Para facilitar la expresión de síntomas y evaluar la resistencia no se uso ningún insecticida para control de Mosca Blanca, únicamente se utilizaron productos para control de Gusanos del suelo (Lannate=Metomil) a razón de 25 cc/bomba y gusanos del fruto, usando Sunfire (Clorfenapir) a razón de 15 cc/bomba.

**6.2.2 Diseño Experimental:**

Se utilizo un diseño de bloques al azar.

**Modelo Estadístico:**

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$$

Donde el modelo estadístico es:

$Y_{ij}$  = Observación en el  $ij$ . esima unidad experimental.

$U$  = Efecto de la Media General.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -esimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del  $j$ -esimo bloque

$E_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -esima unidad experimental.

### 6.2.3 Variable Respuesta:

#### **-Severidad de la expresión de síntomas.**

En cada híbrido se evaluó la presencia de síntomas a los 60 días después del transplante. Para la evaluación visual de síntomas se utilizó una escala de 0-4 propuesto por Scott de la Universidad de Florida (22), en la cual:

0= ausencia de síntomas visibles

1= presencia de síntomas visibles solo por inspección cuidadosa

2= presencia de síntomas moderados en parte de la planta y visibles a corta distancia

3= síntomas moderados a severos en toda la planta pero con poco achaparramiento y

4= síntomas severos en toda la planta con mucho achaparramiento.

En el momento de la cosecha se tomaron los datos :

**-Rendimiento** (peso promedio por frutos y peso promedio de fruto por planta) (Figura 8).

**-Características de fruto.**

**Firmeza:**

- Suave
- Medianamente Firme
- Firme

**Forma de fruto:** Se utilizo un descriptor para el genero Lycopersicon para la forma del fruto propuesto por la IPGRI (10) (ver figura 6 ).

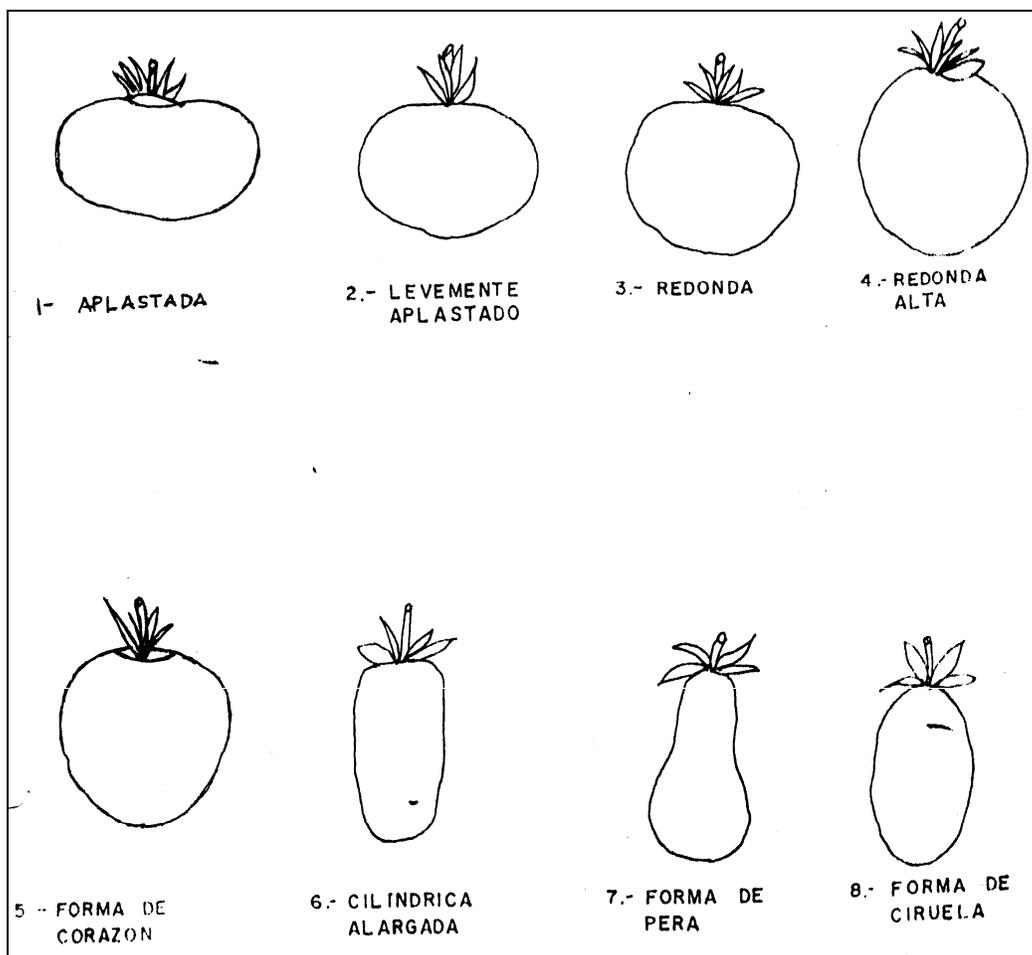


Figura 6. Forma del fruto de tomate

A los valores de severidad (DSI), rendimiento por planta (Peso promedio de fruto por planta), se les hizo un Análisis de Varianza (ANDEVA) y prueba de medias (Duncan al 10%) .

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 Índice de severidad a los 60 días después del trasplante (DSI 60).

Según el análisis de varianza (Cuadro 8A), se pudo determinar que existen diferencias altamente significativas al 1%, para la variable índice de severidad a los 60 días después del trasplante.

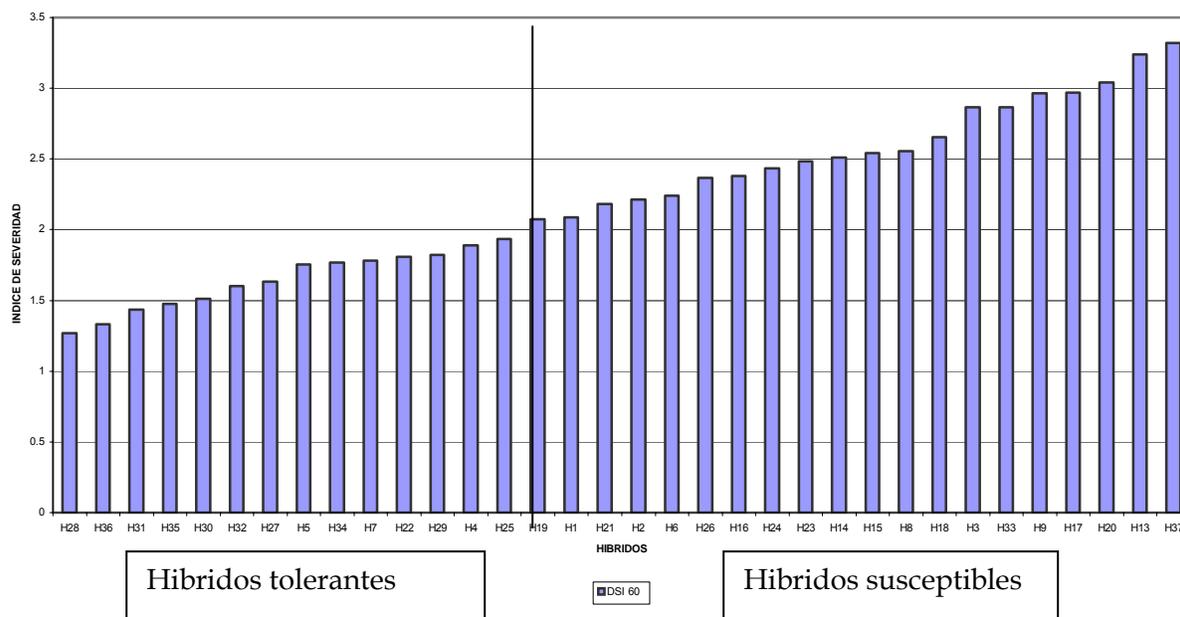


Figura 7 . Índice de severidad a los 60 días después del trasplante de los híbridos de tomate.

Como puede observarse en la figura 7 y de acuerdo a la prueba de Duncan al 10% (Ver Cuadro 5), se pudo determinar que los híbridos que presentaron los menores grados de severidad a los 60 días después del trasplante (DSI menor de 2), fueron los híbridos tolerantes:

H28, H36, H31, H35, H30, H32, H27, H5, H34, H7, H22, H29, H4, H25.

Cuadro 5. Prueba de Duncan al 10% sobre índice de severidad a los 60 días después del trasplante.,

Híbrido	Media	Duncan
H37	3.320	A
H13	3.240	AB
H20	3.040	ABC
H17	2.967	ABC
H9	2.963	ABC
H33	2.867	BCD
H3	2.867	BCD
H18	2.653	CDE
H8	2.557	DEF
H15	2.543	DEF
H14	2.510	DEF
H23	2.483	DEFG
H24	2.433	EFG
H16	2.380	EFG
H26	2.367	EFG
H6	2.240	EFGH
H2	2.213	FGHI
H21	2.180	FGHIJ
H1	2.087	GHIJK
H19	2.073	GHIJK
H25	1.933	HIJKL
H4	1.890	HIJKLM
H29	1.820	IJKLMN
H22	1.807	IJKLMN
H7	1.780	JKLMN
H34	1.767	JKLMN
H5	1.753	KLMN
H27	1.633	LMNO
H32	1.600	LMNO
H30	1.510	LMNO
H35	1.477	MNO
H31	1.437	NO
H36	1.333	O
H28	1.267	O

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede inferir que los cruzamientos entre líneas tolerantes derivadas de *Lycopersicon hirsutum* (GF) y *Lycopersicon peruvianum* (GL) y *Lycopersicon pimpinellifolium* (GP) fueron los mejores en cuanto a resistencia. Con respecto a los cruzamientos entre líneas resistentes y susceptibles, los únicos híbridos que mostraron un alto grado de resistencia fueron H7 (Favi susceptible X

GF3), H22 (Rodade X GF3) y H25 (GC6 X GF5). Muy cercano a estos valores se encuentran los híbridos H19 (Rodade X GF17) con valores de DSI 2.07 y H1 (GC6 X GF3) con valores de DSI de 2.09.

### 7.2 Rendimiento por planta.

Según el análisis de Varianza , existen diferencias altamente significativas al 1% para la variable peso promedio de fruto por planta (ver Cuadro 9A).

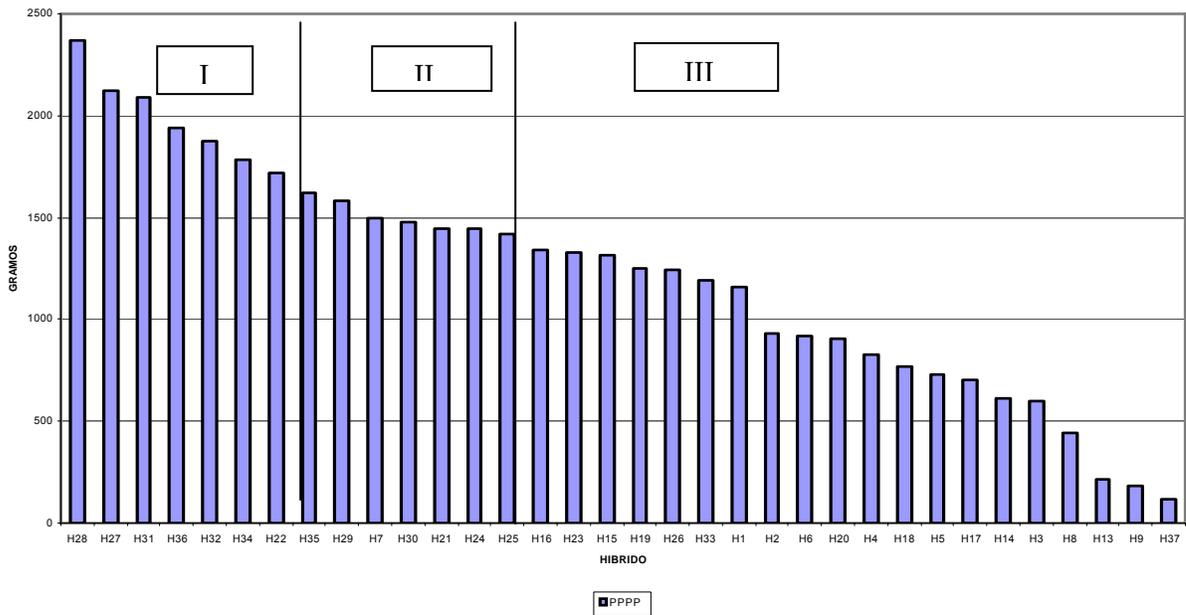


Figura 8 . Rendimiento por planta (gramos) de los híbridos de tomate.

Como puede verse en la figura 8 y de acuerdo a la prueba de Duncan al 10% (Ver cuadro 6). Los híbridos que presentaron los mayores rendimientos fueron:

H28, H27, H31, H36, H32, H34, H22, H35, H29, H7, H30, H21, H24, H25.

Cuadro 6. Prueba de Duncan al 10% para la variable rendimiento por planta (gramos).

Híbrido	Media	Duncan
H28	2372.0	A
H27	2120.7	AB
H31	2088.0	AB
H36	1940.0	ABC
H32	1877.3	ABCD
H34	1780.8	ABCD
H22	1719.0	ABCD
H35	1621.90	BCDE
H29	1582.0	BCDE
H7	1494.70	BCDEF
H30	1478.0	BCDEF
H21	1448.2	BCDEFG
H24	1445.7	BCDEFG
H25	1420.4	BCDEFG
H16	1340.40	CDEFGH
H23	1327.0	CDEFGH
H15	1314.4	CDEFGH
H19	1250.70	CDEFGH
H26	1245.00	CDEFGH
H33	1192.7	DEFGH
H1	1160.1	DEFGH
H2	929.1	EFGHIJK
H6	916.8	EFGHIJK
H20	908.0	EFGHIJK
H4	823.9	FGHIJK
H18	770.04	FGHIJK
H5	726.8	GHIJK
H17	704.4	GHIJK
H14	611.8	HIJK
H3	601.8	HIJK
H8	439.8	IJK
H13	217.0	JK
H9	182.2	K
H37	116.3	K

En el primer grupo sobresalen los mejores rendimientos en su mayoría de los híbridos producto del cruce de líneas resistentes, además del híbrido H22 (Rodade X GF3) que presento un rendimiento mayor de 1500 gr/planta. En el segundo grupo, se incluyen otros cruzamientos entre líneas resistentes y además del cruzamiento entre líneas susceptibles X líneas resistentes derivadas de *Lycopersicon hirsutum*, tal es el caso de los híbridos H7(Favi susceptible X GF3), H21(SC X GF3), H24 (VF X GF5) y H25(HC7880 X GF5)

### 7.3. Peso promedio por fruto:

Para esta variable no existen diferencias significativas, esto debido a la forma de toma de datos, al tomar en cuenta solamente el promedio. Sin embargo se puede mencionar de una forma gráfica el comportamiento de los distintos frutos en cuanto a tamaño(gr/fruto).

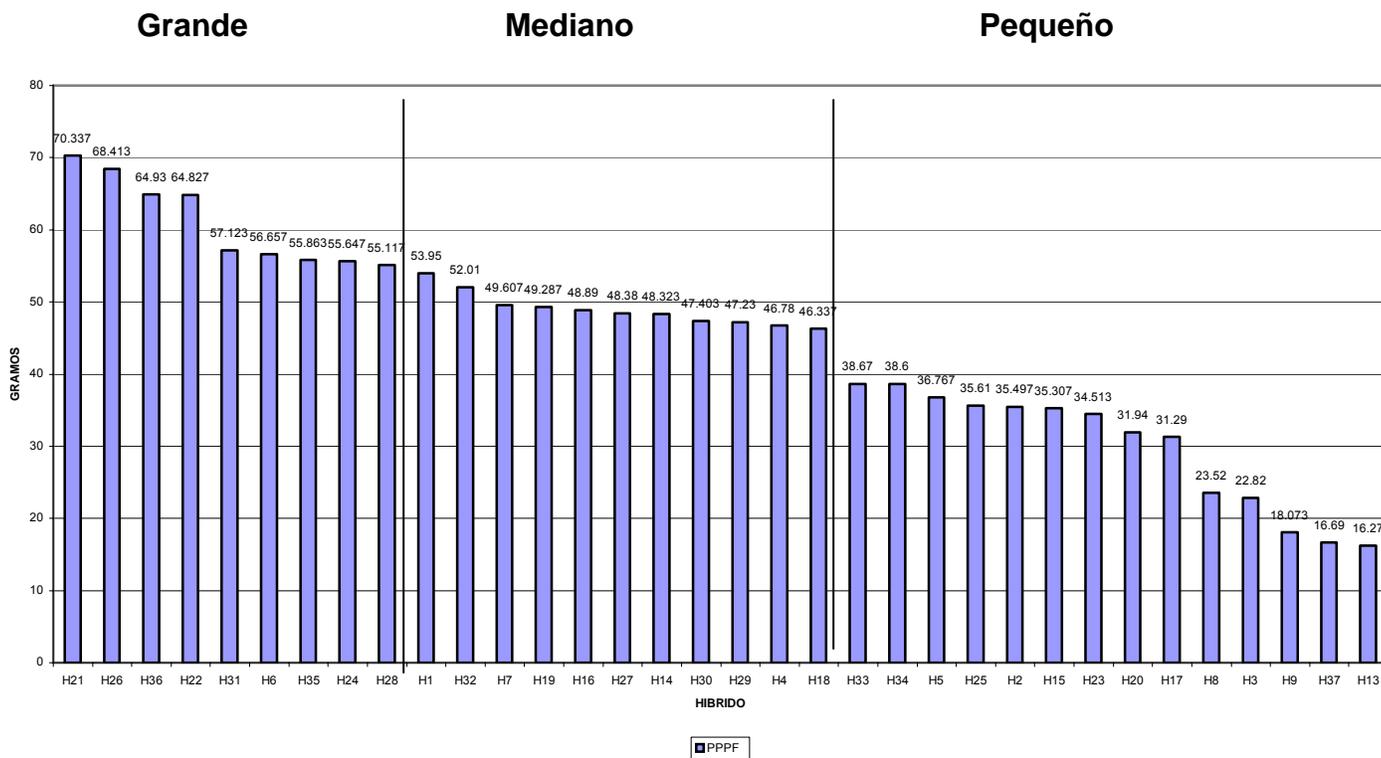


Figura 9. Peso promedio de fruto de los híbridos de tomate.

Como puede verse en la figura 9. Los híbridos que presentaron los mejores tamaños de fruto fueron: H21(GF3 X SC), H26(632), H36(GF1 X GF2) , H22( GF3 X Rodade), H31(GL11 X GF5), H6 (GF1 X Suscept. Favi) H35 (GF17 X GF2), H24(GF5 X VF), H28(GF2 X GL12).

### 7.4 Firmeza y forma del fruto:

Con respecto a la firmeza de los híbridos según el Cuadro 7, se puede observar que fueron medianamente firmes los híbridos H1(GC6 X GF3), H2(GC6 X GF1), H7(Susceptible Favi X GF3), H15 (M82 X GF2), H16(GC6 X GF2), H19(R X GF17), H20(GC6 X GF17), H22(R X GF3), H23(M82 X GF5), H25(GC6 X GF5), H35(GF17 X GF2), H36 (GF1 X GF2), pero no son superiores a los híbridos comerciales Elios y Marina que son Firmes.

Según el Cuadro 7, los híbridos que presentaron una forma de fruto un poco alargada (redonda alta), fueron los híbridos H1 (GC6 X GF3), H2(GC6 X GF1), H7(Suscept Favi X GF3), H15(M82 X GF2), H16(GC6 X GF2), H17(M82 X GF17) , H20 (GC6 X GF17), H23(M82 X GF5), H25(GC6 X GF5) que son el producto del cruzamiento de las líneas susceptibles (HC7880 y M82 y Favi susceptible) X Líneas resistentes de *Lycopersicon hirsutum*.

**Cuadro 7 Firmeza y Forma de fruto de los híbridos evaluados.**

Híbrido	Cruzamiento	Forma del fruto	Firmeza
H1	GC6 X GF3	Redonda Alta	intermedia
H2	GC6 X GF1	Redonda Alta	intermedia
H3	GC6 X GP10	Redonda	Suave
H4	GP10 X GF3	Redonda	Suave
H5	GP10 X GF1	Redonda	Suave
H6	Suscept Favi X GF1	Redonda	Suave
H7	Suscept Favi X GF3	Redonda Alta	intermedia
H8	Suscept Favi X GP10	Redonda	Suave
H9	GC6 X Suscept Favi	Redonda	Suave
H13	Marina	Ciruela	Firme
H14	SC X GF2	Redonda	Suave
H15	M82 X GF2	Redonda alta	intermedia
H16	GC6 X GF2	Redonda alta	intermedia
H17	M82 X GF17	Redonda alta	Suave
H18	VF X GF17	Redonda	Suave
H19	R X GF17	Redonda	intermedia
H20	GC6 X GF17	Redonda alta	intermedia
H21	SC X GF3	Redonda	Suave
H22	R X GF3	Redonda	intermedia
H23	M82 X GF5	Redonda alta	intermedia
H24	VF X GF5	Redonda	Suave
H25	GC6 X GF5	Redonda alta	intermedia
H26	632	Redonda	Suave
H27	GL11 X GF2	Redonda	Suave
H28	GF2 X GL12	Redonda	Suave
H29	GF17 X GL11	Redonda	Suave
H30	GF17 X GL12	Redonda	Suave
H31	GL11 X GF5	Redonda	Suave
H32	GF1 X GL12	Redonda	Suave
H33	GL11 X GP10	Redonda	Suave
H34	GP10 X GL12	Redonda	Suave
H35	GF17 X GF2	Redonda	Intermedia
H36	GF1 X GF2	Redonda	Intermedia
H37	Elios	Ciruela	Firme

### 7.5 Mejores híbridos evaluados:

A continuación se presentan algunos de los mejores híbridos de tomate que presentaron un buen comportamiento, con respecto a severidad, rendimiento y características del fruto (Figura 10).



Figura 10. Híbrido H22 (Rodade X GF3), Híbrido H36 (GF1 X GF2) e híbrido H25 (GC6 X GF5).

### 7.6 Pruebas precomerciales:

Un agricultor de la unidad de riego Sansirisay, evaluó, 83 plantas del híbrido H1 (GF3 X HC 7880), denominado llanero 1, y 70 plantas del híbrido H7 (GF3 X Susceptible de HUJI) denominado Llanero 7, ver figura 11. A estos híbridos se le maneja técnicamente, usando riego por goteo y acolchado de polietileno. Aunque no se tuvieron datos cuantificables, se pudo determinar el comportamiento de los dos híbridos experimentales, comparado con el de otros híbridos comerciales, como Marina.

### Llanero 1.

Planta de follaje fuerte, con alta resistencia a geminivirus y bastante homogénea; el rendimiento fue similar a los híbridos comerciales, con la desventaja que el fruto, no es tan firme como Elios o Marina, la forma es un poco redonda, la cual no es lo óptima para el mercado local.

### Llanero 7:

Planta de follaje fuerte, con alta resistencia a geminivirus y bastante homogénea, el rendimiento fue mayor que el de los híbridos comerciales, pero sus frutos no son tan firmes como los de estos híbridos comerciales, la forma del fruto es redonda alta, la cual no es la óptima para el mercado local.

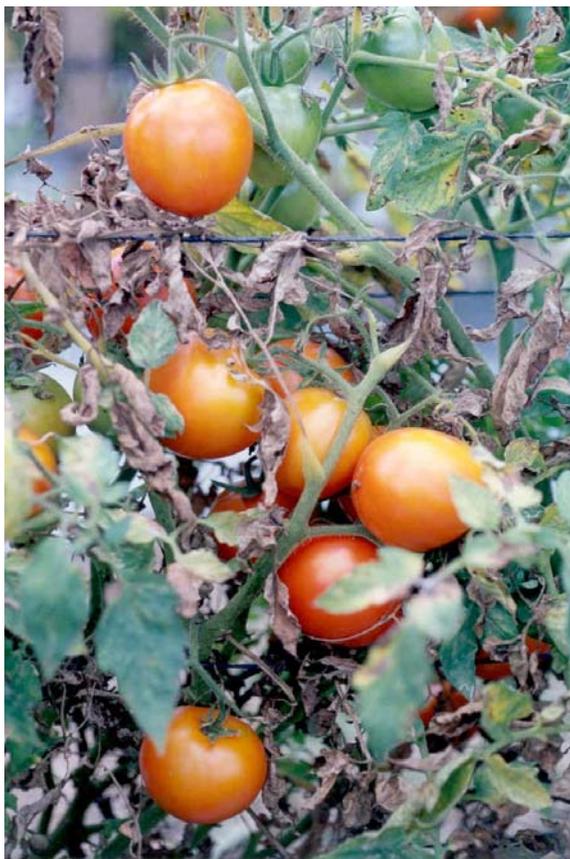


Figura 11. Pruebas precomerciales del híbrido GF3 X HC7880 (LLANERO 1 ) y del híbrido GF3 X Suscept. de HUJI (LLANERO 7)

## 8. CONCLUSIONES

1. Los híbridos H35 y H36 presentaron un bajo índice de severidad, alto rendimiento, frutos de un buen tamaño y una buena firmeza. Estos son dos híbridos producto del cruce de líneas resistentes con resistencia derivada de *Lycopersicon hirsutum*.
2. Los híbridos producto del cruce de líneas susceptibles X líneas resistentes *L. hirsutum*, tal es el caso de los híbridos H7( Susceptible de favi X GF3), H22(Rodade X GF3) y H25 (GC6 X GF5), poseen un buen rendimiento y un bajo índice de severidad y son firmes. El híbrido H22 posee una forma de fruto redonda y un buen tamaño de fruto. El híbrido H7 y H25 posee una forma de fruto redonda alta y un tamaño de fruto menor.
3. Los híbridos H15(M82 X GF2) y H16(GC6 X GF2), son híbridos susceptibles que poseen un rendimiento intermedio, una buena firmeza, forma redonda alta y un tamaño de fruto es menor, también pueden considerarse.
4. De las pruebas precomerciales, se puede inferir que los híbridos denominados Llanero 1 (GC6 X GF3) y Llanero 7 (Susceptible de Favi X GF3), en términos generales, presentaron una alta resistencia a geminivirus, un alto rendimiento, con el inconveniente de la forma del fruto, firmeza intermedia, lo cual no es lo óptimo para el mercado local.
5. Existió una correlación directa entre baja expresión de síntomas y rendimiento

## 9. RECOMENDACIONES

1. Realizar mas pruebas de los híbridos producidos con las mejores características, en campos comerciales y en otras localidades, como por ejemplo; H35, 36, H22, H7, H25, H15, H16.
2. Apoyar el manejo de éstos híbridos, con algunas practicas de manejo integrado de plantas, tales como: uso de barreras físicas, cubrir las plantas con malla antiafidos (Agribon, Agryl) durante el periodo critico, uso de flores repelentes tales como Tagetes sp., uso de productos biológicos para el control del vector como el hongo *Verticillium lecanii* (Ness).
3. Del producto del cruce de los diferentes híbridos de tomate, se pueden obtener nuevas líneas para futuros trabajos de mejoramiento de tomate, tomando en consideración características de interés, como forma del fruto, dureza y resistencia a otros patógenos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Banco de Guatemala, GT. 1999. Estadísticas de producción, exportación, importación y precios medios de los principales productos agrícolas. Guatemala. 32 p.
2. Bock, KR. 1982. Geminivirus diseases in tropical crops. *Plant Dis.* 66:226-270.
3. Brown, JK; Bird, J. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean basin. *Plant Dis.* 76:220-225.
4. Caballero, R. 1993. Moscas blancas neotropicales (Homoptera: Aleyrodidae); hospedantes, distribución, enemigos naturales e importancia económica. *In Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y El Caribe.* Ed. por L. Hilje y O. Arboleda. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 10-15.
5. Campos, V. 1994. Diagnóstico de la unidad de riego Sansirisay, Sanarate, El Progreso. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC. 31 p.
6. Cruz, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. Depestre, T; Gómez, O. 1999. Mejoramiento de tomate y chile pimiento. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Presentado en Curso de mejoramiento de hortalizas (1999, Guatemala). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 6-36.
8. Flor, HH. 1946. Genetics of pathogenicity in *Melampsora lini*. *J. Agric. Res.* 74:335-337.
9. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1975. Mapa climatológico preliminar de la república de Guatemala, según el sistema Thorntwaite. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
10. IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute). 1996 Descripteurs de la tomate (*Lycopersicon* spp.)- 46 p.
11. Lastra, R. 1993. Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. *In Taller Centroamericano y del Caribe sobre Moscas Blancas (1993, Costa Rica).* Las moscas blancas (*Homóptera: Aleyrodidae*) en América Central y El Caribe; memorias. Ed. por Hilje, L; Arboleda, O. Costa Rica, CATIE. p. 16-19. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 205).
12. Maxwell, DP; Nakhla, MK; Mejia, L. 1993. Begomovirus (geminivirus transmitidos por mosca blanca) en América Central y El Caribe; diversidad y manejo. *In Seminario internacional sobre el mejoramiento genético de las hortalizas para el control de geminivirus transmitidos por la mosca blanca (2003, Antigua Guatemala, GT).* Memorias. Ed. por L. Mejia V.E. Guatemala, CONCYT. p. 12.
13. Mejía, L. 1999. Evaluación de genotipos de tomate para resistencia a geminivirus transmitidos por mosca blanca y su detección por PCR. Guatemala, CONCYT. 52 p. (Informe final proyecto FODECYT 48-97).

14. Mejía, L. 2001. Mejoramiento genético del tomate para resistencia a virus géminis transmitidos por mosca blanca y su detección por hibridación de ácidos nucleicos. Guatemala, CONCYT. 41 p. (Informe final proyecto FODECYT 83-99)
15. Mejía L. 2003. Resistencia Genética para la producción sostenible del tomate. Guatemala, CONCYT. 50 P. (Informe final proyecto FODECYT 11-00).
16. Morales, FJ. 1993. Los geminivirus transmitidos por moscas blancas. *In* Taller latinoamericano y del Caribe sobre moscas blancas y geminivirus (2., 1993, Managua, Nicaragua). Memorias. Managua, Nicaragua, s.e. p. 9-16.
17. Pelczar, MJ; Reid, RD; Chan, ECS. 1982. Microbiología. Trad. Antonio Capella. 4 ed. México, McGraw-Hill. p. 329.
18. Pizarro Suárez y Gamba, E. 1971. Los virus. México, Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales. 67 p.
19. Ramirez, P; Maxwell, DP. 1994. Geminivirus transmitidos por moscas blancas. *In* Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis (1994, Guatemala). Memorias. Ed. por M. de Mata, D. Dardón y Salguero, VE Guatemala, UVG. p. 95-108.
20. Rick, CM. 1978. El tomate. Investigación y Ciencia no. 25, p. 45-55
21. Rodriguez, G; Piñon, M. 1997. Heterosis en el tomate. La Habana, Cuba, Instituto de Investigaciones Horticolas "Liliana Dimitrova". 6 p.
22. Scott, JW; Schuster, DJ. 1991. Screening of accessions for resistance to the Florida tomato geminivirus. *TGC Report* 41:48-50.
23. Simmons, C; Tarano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
24. Villareal, R. 1982. Tomates. San José, Costa Rica, IICA. 184 p.



## **11. APENDICE**



**CUADRO 8A Análisis de varianza para Índice de severidad a los 60 días después del trasplante (DSI 60).**

F.V.	G.L.	S.C.	F.C.	Pr > F
BLOQUE	2	0.12328824	0.90	0.4125
HÍBRIDO	33	32.36364804	14.28	0.0001**
Error	66	4.53357843		
Total	101	37.02051471		

\*\* = Existen diferencias altamente significativas al 1%  
c.v. = 11.88295

**CUADRO 9A Análisis de varianza para peso promedio de fruto por planta (gramos).**

F.V.	G.L.	S.C.	F.C.	Pr > F
BLOQUE	2	240332.7558	0.60	0.5504
HÍBRIDO	33	32476064.8915	4.93	0.0001**
Error	66	13162101.3076		
Total	101	45878498.9549		

\*\* = Existen diferencias altamente significativas al 1%  
c.v. = 30.88195

**CUADRO 10A Datos de campo de los híbridos de tomate evaluados.**

<b>OBS</b>	<b>BLOQUE</b>	<b>HIBRIDO</b>	<b>PXPL</b>	<b>PXF</b>	<b>DSI60</b>
1	1	H1	159.00	38.00	1.90
2	1	H2	152.89	28.92	2.50
3	1	H3	390.00	20.53	2.89
4	1	H4	488.00	36.42	2.00
5	1	H5	455.22	31.55	1.56
6	1	H6	701.25	66.00	2.50
7	1	H7	1440.00	52.36	1.56
8	1	H8	103.33	19.38	2.17
9	1	H9	6.67	6.67	3.25
10	1	H13	108.29	12.09	3.18
11	1	H14	1454.00	70.24	2.10
12	1	H15	896.25	33.19	2.75
13	1	H16	1651.11	41.86	2.44
14	1	H17	601.25	27.33	3.00
15	1	H18	1210.00	48.40	2.33
16	1	H19	1110.00	50.97	2.33
17	1	H20	1073.00	35.18	2.90
18	1	H21	1977.78	75.42	2.11
19	1	H22	1581.11	62.69	2.22
20	1	H23	2180.00	42.56	2.22
21	1	H24	1932.22	64.89	2.56
22	1	H25	1416.25	36.31	1.80
23	1	H26	1325.00	60.78	2.44
24	1	H27	1651.00	48.42	1.30
25	1	H28	2324.00	55.20	1.10
26	1	H29	1995.00	47.22	1.38
27	1	H30	1367.00	47.63	1.30
28	1	H31	1721.00	49.60	1.50
29	1	H32	1950.00	52.23	1.17
30	1	H33	1384.00	41.94	2.80
31	1	H34	2607.50	41.72	2.00
32	1	H35	963.75	53.54	1.63
33	1	H36	2339.00	67.41	1.30
34	1	H37	28.75	11.50	3.13
35	2	H1	880.00	78.81	2.14
36	2	H2	1424.29	33.68	1.89
37	2	H3	437.50	18.82	2.71
38	2	H4	1681.67	60.78	1.50
39	2	H5	452.00	33.98	1.80
40	2	H6	1094.29	41.86	2.11
41	2	H7	1140.00	49.33	2.11
42	2	H8	394.00	24.32	3.00
43	2	H9	390.00	33.91	2.50
44	2	H13	326.39	19.02	3.28
45	2	H14	108.00	23.48	3.10
46	2	H15	1762.00	40.60	2.50
47	2	H16	1519.00	72.33	2.30
48	2	H17	1012.00	29.50	2.90
49	2	H18	321.11	51.61	3.00
50	2	H19	1081.00	45.04	2.11
51	2	H20	962.22	33.57	3.22

OBS	BLOQUE	HIBRIDO	PXPL	PXF	DSI60
52	2	H21	1286.70	74.23	2.33
53	2	H22	1797.00	61.75	1.70
54	2	H23	1115.00	31.41	2.63
55	2	H24	1226.00	50.04	2.30
56	2	H25	1709.00	34.11	1.90
57	2	H26	1373.00	76.28	2.10
58	2	H27	2365.00	47.97	1.60
59	2	H28	2752.00	57.69	1.40
60	2	H29	1619.00	51.59	1.88
61	2	H30	1154.00	43.06	1.60
62	2	H31	2592.00	59.72	1.70
63	2	H32	2254.00	56.52	1.63
64	2	H33	1010.00	39.45	3.00
65	2	H34	946.00	41.11	1.67
66	2	H35	2392.00	57.92	1.40
67	2	H36	2060.00	64.78	1.30
68	2	H37	202.22	21.16	3.45
69	3	H1	1441.25	45.04	2.22
70	3	H2	1210.00	43.89	2.25
71	3	H3	978.00	29.11	3.00
72	3	H4	302.00	43.14	2.17
73	3	H5	1273.33	44.77	1.90
74	3	H6	955.00	62.11	2.11
75	3	H7	1904.00	47.13	1.67
76	3	H8	822.00	26.86	2.50
77	3	H9	150.00	13.64	3.14
78	3	H13	216.25	17.70	3.26
79	3	H14	273.33	51.25	2.33
80	3	H15	1285.00	32.13	2.38
81	3	H16	851.00	32.48	2.40
82	3	H17	500.00	37.04	3.00
83	3	H18	780.00	39.00	2.63
84	3	H19	1561.11	51.85	1.78
85	3	H20	688.89	27.07	3.00
86	3	H21	1080.00	61.36	2.10
87	3	H22	1779.00	70.04	1.50
88	3	H23	686.00	29.57	2.60
89	3	H24	1178.89	52.01	2.44
90	3	H25	1136.00	36.41	2.10
91	3	H26	1037.78	68.18	2.56
92	3	H27	2346.00	48.75	2.00
93	3	H28	2040.00	52.46	1.30
94	3	H29	1132.00	42.88	2.20
95	3	H30	1913.00	51.52	1.63
96	3	H31	1951.00	62.05	1.11
97	3	H32	1428.00	47.28	2.00
98	3	H33	1184.00	34.62	2.80
99	3	H34	1789.00	32.97	1.63
100	3	H35	1510.00	56.13	1.40
101	3	H36	1421.00	62.60	1.40
102	3	H37	118.00	17.41	3.38