

**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPIRITUS**

**José Martí Pérez**

**Facultad de Ingeniería**

**Carrera: Ingeniería de Procesos Agroindustrial.**

**Filial Universitaria Municipal de Cabaiguán**



## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**TÍTULO:**

**Selección de variedades de tabaco negro resistentes a la necrosis ambiental.**

**AUTOR:** Leonel Herrera Pérez.

**TUTOR:** MsC. Yoan Rodríguez Marrero.

**Curso 2011 – 2012**

## **RESUMEN**

La presencia de altas concentraciones de ozono troposférico ( $O_3$ ) arrastradas hacia Cuba por los frentes fríos y la no tenencia de un tratamiento que pueda eliminar o reducir sensiblemente sus efectos negativos, hacen que la necrosis ambiental tome gran importancia, obligando así a desarrollar programas de mejoramientos dirigidos a la obtención de nuevas variedades resistentes a esta enfermedad, con las características organolépticas que caracteriza al tabaco cubano en el mundo. Para lograr estos objetivos, en la Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán se realizaron dos cruzamientos entre variedades de tabaco negro. Posteriormente se siguió el sistema de selección genealógica modificado, que contempla la realización de la prueba comparativa entre las mejores líneas durante las generaciones  $F_6$ , en esta prueba se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. De las nueve líneas evaluadas, se destacaron cuatro por su elevado rendimiento en clases exportables y dos de ellas, la 'L-1.5' y 'L- 2.7', también por su elevado rendimiento agrícola.

## **SUMMARY**

The presence of high concentrations of tropospheric ozone (O<sub>3</sub>) crawled toward Cuba by the cold fronts and the non holding an effective treatment to eliminate or to reduce sensibly their negative effects, point the weather fleck as a problem of great importance in tobacco cultivation, forcing this way to develop improvements programs for the directed obtaining of new resistant varieties to this illness, conserving the excellent characteristic of Cuban tobacco. To achieve these objectives, in Cabaiguán Tobacco Experimental Station there were carried out two breeding experiments with black tobacco varieties. Afterward by mean of the modified system of genealogical selection that contemplates the realization of the comparative test between the best lines during the generations F<sub>6</sub>, a test of random blocks design with three repetitions was used. four between nine evaluated lines showed outstanding high yield in exportable classes and two of them, 'L-1.5' and 'L - 2.7', also developed high agricultural yields.

<b>ÍNDICE</b>	<b>Página</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>Capítulo 1</b>	
1.1. Hilo conductor	3
1.2. Generalidades del cultivo.	3
1.3. Taxonomía .	6
1.4 Descripción botánica	6
1.5 El tabaco en Cuba.	7
1.6 Ecología del tabaco.	7
1.7 Principales enfermedades que afectan al cultivo.	8
1.7.1. Moho Azul. ( <i>Peronospora hyoscyami</i> de Bary f. sp. Tabacina).	8
1.7.2. Pata Prieta ( <i>Phytophthora parasitica</i> var. <i>nicotianae</i> Bread de Haan).	8
1.7.3. Virus del mosaico del tabaco. (TMV).	9
1.7.4. <i>Necrosis ambiental</i> .	10
1.7.4.1 Efectos del ozono en los cultivos agrícolas.	12
1.7.4. 2 Efectos sobre el crecimiento y la producción.	12
1.7.4.3 Efectos a nivel fisiológico.	13
1.7.4.4 Perfiles diarios de ozono (O <sub>3</sub> ).	13
1.7.4.5 Formas de control.	14
1.7.4.6 Medidas a tomar en cuenta ante niveles afectadores de O <sub>3</sub> .	15
<b>Capítulo 2</b>	<b>18</b>
2.1 Características morfológicas estudiadas	19
2.2 Estudio del efecto de O <sub>3</sub> en condiciones de campo.	19
2.3 Principales características que influyen en la calidad del cultivo.	20
2.4 Procesamiento estadístico.	20

<b>Capitulo 3.</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b> Resultado de los caracteres morfológicos evaluados.	21
<b>3.2</b> Experimento de campo.	22
<b>3.3</b> Resultado obtenidos en la selección por clases de cada línea.	23
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	<b>25</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.</b>	<b>26</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>27</b>

### **INTRODUCCIÓN**

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), desde su descubrimiento en América, se popularizó rápidamente recorriendo el mundo, estableciéndose en todos los continentes y a través de los años ha aumentado progresivamente su producción y consumo (FAO, 2002).

Cuba es uno de los países que produce tabaco de fama mundial, con una producción anual media de 29 700 t (FAO, 2006), pequeña con relación a otros, pero de calidad insustituible. Sin embargo, aún se pretende mejorar algunos de sus caracteres, como la resistencia a las enfermedades y el rendimiento, lo que justifica buscar variabilidad genética acorde a las necesidades del cultivo (Espino, 2003).

A pesar de que el concepto de enfermedad está generalmente relacionado con la presencia de algún microorganismo, por ser las enfermedades de origen patológico las más abundantes, se conocen varias enfermedades no infecciosas en tabaco, las cuales pueden ser producidas por alteraciones nutricionales, o por efectos del clima (Lucas, 1975). El primer caso, puede ser resuelto si se toman las medidas fitotécnicas adecuadas, por lo tanto, no debe constituir problema de importancia. Sin embargo, las enfermedades ambientales son más difíciles de combatir, pues o no existen tratamientos para combatirlos como ocurre con el "escaldado" o "quemadura solar", o requieren de un tratamiento similar al usado contra los virus, o sea, mediante el desarrollo y el uso de variedades resistentes.

En Cuba las afectaciones producidas por el ozono, incluyen cultivos como la calabaza, denominado el plateado de las cucurbitáceas, el ajo conocido como quemadura foliar, el tabaco nombrado necrosis ambiental (Martínez *et al*, 1998; Hernández *et al*, 1999; Herrera y Álvarez 2001).

En el país aproximadamente el 10% del área dedicada al cultivo del tabaco es afectada anualmente por la necrosis ambiental, debido a que las variedades cultivadas presentan baja resistencia (García, 2008).

## **Introducción**

Por tanto, se hace indispensable el poder contar con variedades comerciales resistente o altamente resistente a esta anomalía para así aumentar los rendimientos del cultivo, la estrategia varietal del país y con ello contribuir en el mejoramiento del medio ambiente. Para ello se inició en la Estación Experimental del tabaco de Cabaiguán un programa de mejoramiento genético, dirigido a la obtención de nuevas variedades que conservarán la calidad organoléptica del tabaco negro cubano y que además fueran resistentes a la necrosis ambiental, moho azul (*Peronospora hyoscyami de Bary f. sp. tabacina*), y pata prieta (*Phytophthora nicotianae*).

**Problema científico:** No existen suficientes variedades de tabaco, que muestren un elevado grado de resistencia a la necrosis ambiental y a la vez cumplan con los requisitos de conservar la calidad organoléptica del tabaco cubano.

**Objetivo general:** Seleccionar líneas de tabaco negro resistentes a la necrosis ambiental con buenos rendimiento y calidad.

### **Objetivos específicos:**

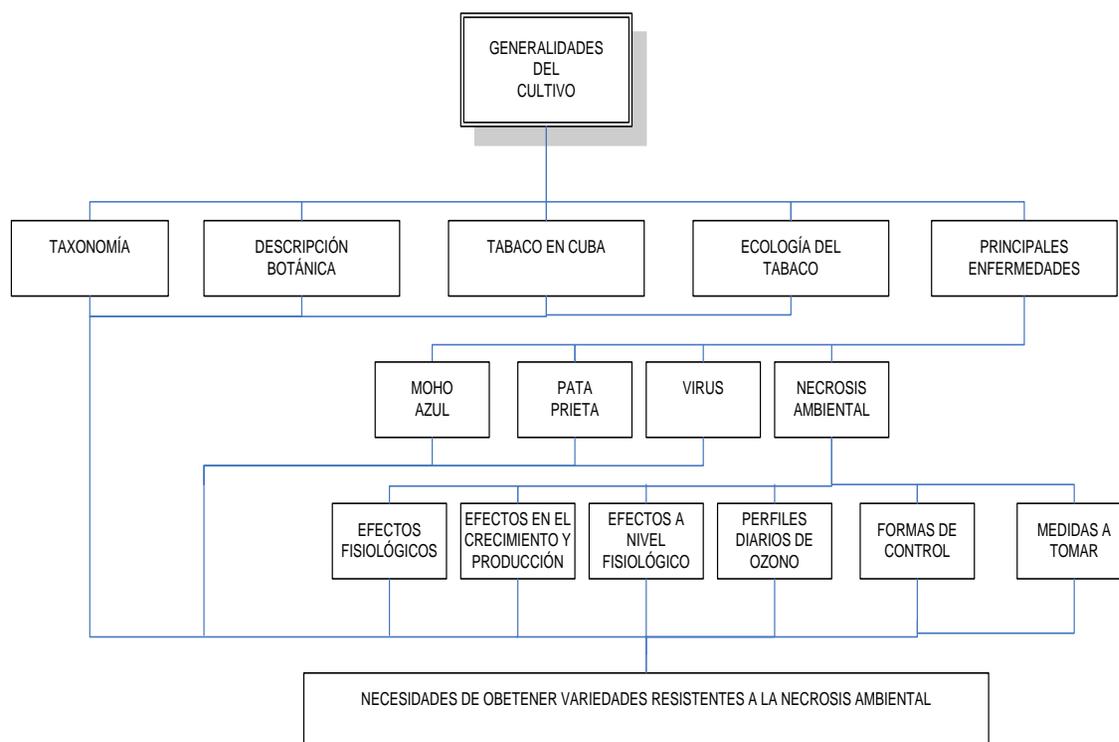
- Comparar las principales características morfológicas que influyen en el rendimiento del cultivo.
- Evaluar la resistencia a la enfermedad necrosis ambiental en las líneas estudiadas.
- Comparar las principales características que influyen en la calidad del cultivo.

**Hipótesis:** Si se cuenta con variedades de tabaco negro con buenas características de rendimiento, calidad y además resistentes a la necrosis ambiental, se puede manejar una mejor estrategia varietal por áreas.

## CAPÍTULO I

### 1.1 Hilo conductor

La estrategia planteada para la revisión de las diferentes fuentes que se consultaron estuvo sentada sobre la base de la revisión de la literatura especializada y de otras fuentes de forma tal que permitiera el análisis del "estado del arte y la practica" en la temática objeto de estudio. La estrategia se refleja gráficamente a través del hilo conductor en la figura 1.1, permitiendo sentar las bases teórico – prácticas del proceso de investigación y con ello, contribuirá a defender los principales resultados obtenidos.



**Figura 1.1: Hilo Conductor para la construcción del Marco Teórico Referencial de la investigación.**

### 1.2. Generalidades del cultivo del tabaco

## **Capítulo 1**

En estudios sobre la evolución del género *Nicotiana* se comprobó que el origen de *Nicotiana tabacum* (L.) es americano, constituyendo su área original de distribución natural el Noroeste de Argentina y su vecindad Boliviana (Goodspeed, 1954).

Ternovsky (1971) afirma que el tabaco de cultivo proviene de un cruzamiento natural de dos especies silvestres, la *Nicotiana sylvestris* y *Nicotiana Tomentosiformis* existentes hoy día, las que representan la última etapa de evolución del género. De la actual etapa, son las especies más jóvenes (24 pares de cromosomas), las que ocupan la más alta posición filogenética, a la que pertenece *Nicotiana tabacum* (L.) se cree que esta especie es un anfidiplóide, es decir un híbrido natural (FAO, 2001).

Como lo confirman las investigaciones realizadas, en América del Sur se desarrolló ampliamente el tabaco, a lo largo de Argentina, Bolivia y Perú y paulatinamente fue llevado hacia América Central, del Norte e islas del Caribe. Posteriormente su dispersión continuó hacia otros continentes. Mac Pherson (1933) señala que fue introducida en la India y China por los portugueses en el año 1617; Cortina (1939) que a principios del siglo XVI fue introducida en España y Portugal. Además, Chevalier y Enmanuel (1953) corroboran que en 1559 había llegado a España y Gisquet e Hitier (1961) ratifican que las primeras semillas de tabaco se introdujeron en Francia en 1556. Los indios Americanos desde tiempos remotos hicieron múltiples usos del mismo, fumaron, mascararon, aspiraron, lamieron, bebieron; lo usaron en la medicina, en pinturas, píldoras, cosméticos, ritos religiosos y nupciales, además impregnaban la piel de los enfermos con tabaco porque para ellos poseía un poder mágico que actuaban sobre las personas, los animales y otras plantas (Núñez, 1994).

La planta a través del tiempo ha desempeñado un amplio papel en la cultura de viejo y el nuevo mundo, por los múltiples empleos y funciones que históricamente ha tenido (Alvarado y Tirado, 1995).

## Capítulo 1

La importancia está dada en que es una planta que proporciona altos ingresos económicos y sirve de supervivencia a productores y campesinos; sus recursos genéticos han sido fuentes de variabilidad para las producciones tabacaleras tabacalera y para el mejoramiento de este cultivo (Linares, 1998).

Según FAO (2001), la producción y el comercio del tabaco a nivel mundial se basa fundamentalmente en que las labores comerciales son una mezcla de hojas de tabaco de diversos orígenes cuyas calidades vienen determinadas por numerosos factores naturales o tecnológicos, como:

- La variedad.
- Clima, suelo, y agua de riego.
- Técnica de cultivo, abonado, etc.
- Tecnología de la transformación: curado, fermentación, almacenamiento, ect.

El tabaco es un cultivo intenso en mano de obra, ya que por término medio unas 2 200 horas de trabajo por hectárea, más que cualquier otro tipo de cultivo.

El género *Nicotiana* está clasificado en tres subgéneros: rustica, tabacum y pentunoides con 14 secciones y 68 especies actualmente reconocidas (Goodspeed, 1954; Mondragón, 2005)

En la literatura internacional los principales tipos de tabaco según (Núñez, 2003) son:

**Tipo Negro:** son tabacos curados al aire, en casas especialmente diseñadas para este fin y se utilizan en la confección de “puros” y cigarrillos “negros”.

**Tipo Virginia:** el proceso de curación se hace de forma artificial en naves de curar tabaco con condiciones de temperatura y humedad controladas. Se utiliza en la industria de cigarrillos “suaves” como su principal componente.

**Tipo Burley:** curado al aire, de extraordinaria importancia en la mezcla de los cigarrillos suaves. También se usa en mezcla para pipas y como tabaco para mascar.

**Tipo Oriental:** como materia prima del llamado cigarrillo “oriental”. Las hojas secas son aromáticas.

**Tipo Semi Oriental:** Hoja con grandes dimensiones; superiores a los 50 cm de longitud, de color verde claro y nervaduras pronunciadas.

El tabaco se convirtió en la moneda base de todos los demás valores. Es vendido en función de la calidad y el precio, estando definida la primera, como una característica por la cual el comprador paga dinero (Akehurst, 1973).

Durante muchos años refiere Espino (1996), no han sido pocos los intentos de imitar la delicadeza y el sabor del tabaco cultivado en Cuba.

Morrera et al. (1995) afirmaron que existen muchas cosas que lo hacen algo tan especial: una combinación única de sol, suelo y sabiduría, un rígido control de la calidad y la tradición. Pero sobre todas las cosas, gran riqueza de destreza humana en cada uno de los muchos pasos que contemplan las hojas para la elaboración de cigarrillos.

La producción mundial de tabaco, de acuerdo a las estadísticas de la FAO (2006), indica que los países de mayor producción son China (3 438 000 t), Estados Unidos (733 000 t), Brasil (663 000 t), India (581 000 t), Zimbabwe (205 000 t) e Italia (149 000 t).

Cuba, aunque no está considerada entre los primeros productores de tabaco es reconocida universalmente por su calidad, constituyendo este cultivo uno de los rubros exportables y una fuente de divisa para el país. (Espino et al., 1998).

Según datos de FAO (2002) la producción promedio mundial de tabaco hasta el 2001 era de 5 943 005 toneladas métricas con un rendimiento de 1,3 ton/ ha y en Cuba de 37 871 toneladas métricas con un rendimiento promedio 0,65 ton/ ha.

### **1.3. Taxonomía: Según Amaranto (2004)**

Reino: Vegetal.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotiledoneae.

Orden: Tubiflorae.

Familia: Solanaceae.

Género: *Nicotiana*.

### 1.4. Descripción botánica: Según Martínez (1987)

Hojas: son lanceoladas, alternas, sentadas o pecioladas. Se clasifican de abajo hacia arriba, atendiendo al orden de su aparición durante el desarrollo-crecimiento y recibiendo los siguientes nombres: primordiales, libre pie, centro, corona, florales.

Las hojas de *Nicotiana tabacum* son de forma ovales u oblongolanceoladas y éstas acostumbran a brotar directamente del tallo principal. La superficie de hojas tiene un aspecto mucho más mate que la *Nicotiana rústica*.

Flores: hermafroditas, frecuentemente regulares. El tamaño de las flores puede oscilar entre 5 y 6 cm, con ovario súpero formado por dos lóbulos. En la especie *tabacum* el color de la flor es rosado y en la *rústica* oscila entre el amarrillo y el verde. Esta planta presenta cinco estambres unidos a la base de la flor, su longitud varía un tanto; pero normalmente se encuentra, por lo menos algunos de ellos, a la misma altura del pistilo.

Tallo: es redondo, semi-leñoso de consistencia quebradiza. Altura hasta dos metros.

Fruto: cápsula recubiertas por un cáliz persistente, que se abre en su vértice por su valvas bífidas. El fruto puede variar con la variedad del tabaco.

Semillas: son numerosas, pequeñas y con tegumentos de relieves sinuosos más o menos asentados.

### **1.5 El tabaco en Cuba.**

El archipiélago cubano se encuentra situado en el Mar Caribe a la entrada del Golfo de México entre los 19 y 24 grados de latitud Norte y los 74 y 89 grados de longitud Oeste, posee clima y suelo óptimo para el cultivo del tabaco. La superficie total es de 11 066 400 ha, de ellas 60 000 hectáreas de tierra dedicadas a este cultivo (Cubatabaco, 1997) que están representadas por cinco zonas tabacaleras clásicas: Vuelta Abajo y Semivuelta en Pinar del Río, Partido en la Habana, Remedios o Vuelta Arriba en las provincias Sancti Spiritus, Villa Clara y Cienfuegos y Oriente en Ciego de Ávila, Holguín y Granma.

En Cuba la producción de tabaco no llega ni al uno por ciento de la producción mundial. Según Figueroa (1997) el rendimiento agrícola promedio es bajo, alrededor de los 680 kg/ha (Instituto de Investigaciones del Tabaco, 1997) que se alejan de las obtenidas por las distintas estaciones experimentales en las áreas de investigación y extensiones agrícolas que oscilan entre 1 500 y 3 000 kg/ha.

### **1.6 Ecología del tabaco.**

El tabaco, expresan Marí y Hondal (1984) es una de las especies más susceptibles a la influencia de los diversos factores que integran el medio en que se desarrolla; no solo, en lo concerniente a su producción unitaria, sino también en cuanto a su calidad. Durante el desarrollo de la plantación necesita aproximadamente una temperatura entre 18 y 28 °C, siendo la óptima entre 25 – 27 °C (Alfonso, 1975) y para completar su ciclo vegetativo necesita una integral térmica de 1 800 - 3 700 °C en todo el período vegetativo.

Un clima cálido de humedad no excesiva, luz no muy intensa y brisas favorables sería lo más beneficioso para la obtención de altos rendimientos y buena calidad.

### 1.7 Principales enfermedades que afectan el tabaco.

#### 1.7.1. Moho azul (*Peronospora hyoscyami* de Bari f.sp.tabacina).

El moho azul del tabaco, causado por *P. hyoscyami*, es una enfermedad caracterizada por su agresividad patogénica de muy rápida diseminación, capaz de causar pérdidas verdaderamente devastadoras, en un tiempo extraordinariamente breve (Main, 2005).

El moho azul atacó las plantaciones de Cuba en 1957, probablemente a causa de los conidios arrastrados por el viento desde la Florida (Ruisanchez, 1958; Pandiello, 1958). Se registraron pérdidas considerables en 1958 y no se volvió a reportar su incidencia hasta la campaña 1979/80 en que causó severísimos daños a la producción tabacalera (Muiño *et al.*, 2001a). A partir de ese momento, la enfermedad en Cuba se ha presentado prácticamente en todas las temporadas con mayor o menor virulencia.

La manifestación del moho azul en plantación, está dada por la presencia de grupos de manchas amarillas que aparecen como ronchas circulares en las hojas. A menudo éstas se unen para formar pequeñas zonas necróticas de color carmelita claro, las hojas se arrugan y desfiguran, grandes porciones de ellas se desintegran y de tal modo quedan totalmente inutilizadas. El hongo puede destruir todas las hojas en cualquier etapa de crecimiento. Además, se pueden producir lesiones en los botones, flores y cápsulas (Ngugi y Scherm, 2006).

En los campos, las plantas pueden sufrir una infección sistémica capaz de retrasar el desarrollo, y esto puede ocurrir sin que se observen los demás síntomas (Lahoz *et al.*, 2006).

#### 1.7.2 Pata prieta (*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* Bread de Haan).

El agente patógeno de suelo *P. nicotianae*, causante de la enfermedad pata prieta en el cultivo del tabaco, fue considerado, desde el punto de vista patogénico, relativamente estable durante muchos años; sin embargo, en 1952, Powers y Lucas (citados por Lucas, 1965) reportaron un aislado de muy baja virulencia, mientras que otros investigadores encontraron aislados que variaban de débiles a sumamente virulentos.

## Capítulo 1

Desde 1990 se funda el programa de Colaboración de Coresta para analizar la variabilidad patogénica y racial del *P. nicotianae*, lo cual es de vital importancia para patólogos y genetistas (CORESTA, 2007).

Apple (1962), reportó la especialización fisiológica y describió la raza 0 o raza común, como aquellos aislamientos no patogénicos a *Nicotiana plumbaginifolia*, a diferencia de los que resultaban patogénicos a esta especie, que los diferenció como raza 1, la más dañina según Li *et al.*, (2006).

Para la disminución de las afectaciones por pata prieta, se han desarrollado diferentes estrategias, tales como: detección del inóculo en suelo, control químico y biológico, manejo de la resistencia a fungicidas, rotación de cultivos, entre otros, además de la utilización de variedades resistentes que se han obtenido en los diversos programas nacionales de mejoramiento genético (Quintana, 2005). Sin embargo, en los últimos años, se han presentado afectaciones inusuales en variedades resistentes a la raza 0 del *Phytophthora* en diferentes provincias que hacen pensar en un incremento o cambio en la virulencia de los aislados cubanos (Toledo, 2003).

Los propágulos de *Phytophthora* presentan comportamientos de germinación alternativos que dependen de los factores ambientales y es de hecho una extraordinaria adaptación para la sobrevivencia (Ngugi y Scherm, 2006; Rogers, 2006).

**1.7.3 Virus del mosaico del tabaco (TMV).** Pandidam *et al.* (1995), explican que existen 16 virus responsables de los daños provocados en el cultivo del tabaco y por la magnitud de las afectaciones que ocasiona, el virus del mosaico del tabaco (TMV), es el de mayor importancia. Este virus se presenta en todos los países en que se cultiva esta planta.

En Cuba, el TMV constituye una enfermedad endémica, la estirpe más frecuente es la denominada severa (TMV s) (Santiesteban y Quintero, 1975).

Estos autores exponen, que en plantas jóvenes las hojas presentan a menudo marcada desfiguración, así como irregularidades en el crecimiento. En otros casos se suspende

el desarrollo de la lámina de la hoja, con lo cual la misma será estrecha e irregular (Murphy *et al.*, 2003).

En las hojas inmaduras se manifiesta una clorosis parcial o completa o un jaspeado con distintos matices de verde. A menudo tales hojas desarrollan ampollas o tumefacciones de aspecto y distribución variados. Frecuentemente la planta se presenta raquílica y pesa menos que las normales de igual edad (Ciuperca *et al.*, 2006).

Las flores de las plantas afectadas presentan ronchas típicas y en casos severos, están mal formadas (Stange, 2006). En tal caso las cápsulas de semillas son anormalmente pequeñas y encogidas y por lo general contienen muy pocas semillas viables (Bertrand *et al.*, 2007).

Según Quintero (1975), el TMV es transmisible por la savia y resulta uno de los virus de plantas más infecciosos. Su entrada en una célula depende de muchos factores, tales como tipo de la herida, resistencia de la epidermis, presencia de inhibidores y concentración del virus. Wilkinson (2007), informa que la semilla de tabaco puede transmitir TMV.

### **1.7.4 Necrosis ambiental.**

La mayor parte del ozono troposférico (O<sub>3</sub>) procede de procesos fotoquímicos complejos que ocurren a partir de la oxidación de hidrocarburos y monóxido de carbono en presencia de óxidos de nitrógeno y radiación solar. Este proceso tiene lugar mediante una serie de reacciones complejas que, en una atmósfera no contaminada (Wayne, 1987; Finlaysson- Pitts, 1993), forman parte del ciclo del carbono, al transformar compuestos orgánicos en dióxido de carbono y vapor de agua.

Actualmente se reconoce al ozono como uno de los contaminantes atmosféricos más fitotóxicos; sus efectos son conocidos desde finales de los años 50 (Richards *et al.*, 1958) y pueden manifestarse primero en las hojas basales de maduración reciente, que quedan marcadas por infinidad de lunares, manchas irregulares, húmedas, estrechamente unidas, que varían en tamaño de 1 a 3 mm de diámetro y se presentan

## Capítulo 1

por el haz de la hoja. Las manchas a menudo se concentran a los lados del nervio central y de las grandes venas secundarias. En las hojas en crecimiento las manchas aparecen cerca del ápice. En 48 horas o menos la lesión cambia de carmelita a gris o blanco, y al ser mejor examinada se presenta como una zona necrótica hundida, bordeada por tejido necrótico (Fiscos *et al.*, 2005; Davison & Barnes, 1998).

Sin embargo, previamente a las alteraciones visibles, se ven afectados numerosos procesos bioquímicos y fisiológicos (Krupa & Manning, 1988). El grado de alteración o la toxicidad del contaminante viene determinado principalmente por tres procesos: la captación del contaminante, las reacciones químicas del mismo en los diferentes lugares de actuación y la capacidad de la planta para activar sus mecanismos de defensa.

Los efectos del ozono se han clasificado en función del tipo de exposición al contaminante en agudos y crónicos:

- Daños agudos: tienen lugar durante episodios de concentraciones elevadas del contaminante. En la mayoría de los casos se producen daños foliares visibles como consecuencia de la muerte celular y se desarrollan en unas pocas horas o días después de la exposición de la planta al O<sub>3</sub> en forma de moteaduras de color pardo-rojizo, quemaduras o áreas blanquecinas.
- Daños crónicos: están provocados por concentraciones bajas de ozono durante largos periodos de tiempo. Se manifiestan más lentamente que los primeros, observándose un lapso de tiempo que varía entre días y semanas después de la exposición de la planta al O<sub>3</sub>. Es frecuente que se aceleren los procesos de senescencia foliar o de clorosis internervial en el haz de la hoja. Aunque este tipo de exposición implica un impacto inicial menor, puede tener unas consecuencias acumulativas graves. En especies leñosas puede producir efectos indirectos, también llamados “efectos memoria”, como son los cambios en la susceptibilidad de la planta frente a otros tipos de estrés, tales como heladas o sequías, o bien alteraciones de la sensibilidad al contaminante de los brotes nuevos en el sentido de aumentarla o reducirla.

Existen numerosos estudios que demuestran que la fitotoxicidad del O<sub>3</sub> está modulada por diversos factores ambientales, fundamentalmente la humedad del suelo, la temperatura y la humedad relativa del aire.

### 1.7.4.1 Efectos del ozono en los cultivos agrícolas

Los efectos del ozono sobre los cultivos agrícolas pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Efectos sobre la apariencia externa.
- Efectos sobre la productividad económica.
- Efectos sobre la calidad de la producción.

Uno de los efectos más habituales del O<sub>3</sub> es la inducción de síntomas visibles en las hojas de las especies vegetales de uso agronómico, dando lugar en ocasiones a una patología característica.

El veteado ambiental o manchas por Ozono (aunque pueden haber otros contaminantes, Ozono es el principal) es una anomalía no parasítica que se produce cuando masas de aire con concentración de Ozono por encima de 70 µg/m<sup>3</sup> inciden sobre el cultivo del tabaco durante varias horas; el O<sub>3</sub> penetra en la hoja básicamente por los estomas inundando las cámaras subestomáticas y espacios intercelulares del parénquima lagunoso afectando células del parénquima en empalizada que parece ser el más sensible, después células del parénquima lagunoso y después células epidérmicas (MINAG, 2004).

La primera observación en campo de daños foliares inducidos por el O<sub>3</sub> en cultivos agrícolas se realizó sobre la vid (Richards *et al.*, 1958); desde entonces se han detectado estos síntomas específicos en numerosas especies agrícolas: alfalfa, judía, melón, patata, rábano, sandía, soja, tabaco, tomate, vid (Fumagalli *et al.*, 2001).

El ozono produce efectos perjudiciales en las plantas. Los más llamativos son los daños visibles en las hojas, pero antes de que éstos se manifiesten pueden presentarse alteraciones a nivel bioquímico, fisiológico y anatómico. Por su relevancia económica,

son particularmente importantes los efectos sobre el crecimiento y la producción, especialmente en cultivos.

### **1.7.4.2 Efectos sobre el crecimiento y la producción.**

Las plantas que crecen bajo niveles altos de ozono pueden experimentar disminuciones en su crecimiento y/o biomasa. Este aspecto ha sido estudiado especialmente en cultivos, por su interés económico. La reducción en la asimilación de CO<sub>2</sub> puede producir menores crecimientos de las plantas, así como una menor movilización de los carbohidratos desde las hojas (órganos fuente) hacia raíces, flores y frutos (órganos sumideros). La movilización puede estar también alterada por los efectos directos del ozono sobre las células del floema, responsable del transporte de la savia.

Como consecuencia de estas alteraciones, en algunas especies sensibles, se observa un menor crecimiento de las raíces en relación con la parte aérea de la planta (disminuye el cociente entre la biomasa radicular y aérea). La menor disponibilidad de carbohidratos también produce una menor producción de tubérculos (patatas), un mayor porcentaje de frutos inmaduros, y frutos de menor calibre y menos dulces.

### **1.7.4.3 Efectos a nivel fisiológico.**

El ozono afecta a diversos procesos fisiológicos. Uno de las respuestas más frecuentes es la disminución de la asimilación del CO<sub>2</sub>. La menor tasa de fotosíntesis puede finamente repercutir el crecimiento, reproducción y capacidad de respuesta de las plantas frente a otros estreses.

En esta reducción en la asimilación pueden intervenir diversos procesos:

- a) Disminución de la apertura de los estomas: se produce una reducción en la conductancia estomática de las hojas.
- b) Reducción del contenido en clorofila.
- c) Efectos a nivel del fotosistema II (con la fluorescencia se detecta reducción en la eficiencia cuántica del fotosistema II (PSII)).

d) Reducción en el contenido y actividad de enzimas como la Rubisco (Ribulosa-1.5-difosfato carboxilasa). Este enzima es uno de los más abundantes en los vegetales y ejerce un papel clave en la fotosíntesis.

### 1.7.4.4 Perfiles diarios de ozono

Las reacciones químicas que intervienen en la formación de ozono troposférico dependen de factores como la intensidad de luz y, en general, provocan una marcada variación diurna, con concentraciones más elevadas durante los mayores niveles de radiación solar y valores mínimos durante la noche (Böhm *et al.*, 1991).

A media mañana, los niveles de NO son bajos debido a su reacción con los radicales procedentes de los hidrocarburos, lo que provoca que los niveles de ozono se incrementen rápidamente, ya que no puede reaccionar con el NO. A medida que avanza la tarde, los niveles de hidrocarburos presentes en la atmósfera disminuyen la formación de NO<sub>2</sub>. Esto, junto a la disminución de la radiación solar, provoca la reducción de la concentración de ozono (Toupance, 1988).

En zonas rurales, además de estos procesos de formación y destrucción de ozono, intervienen de forma notable los procesos de transporte de contaminantes. En estas áreas afectadas por el transporte de masas de aire que presentan precursores del ozono, el enfriamiento radiactivo que se produce durante la noche provoca la formación de inversiones térmicas de superficie que delimitan dos estratos. El estrato superior, con una elevada concentración de ozono, se haya por encima de la inversión y quedaría aislado respecto al estrato inferior situado entre el suelo y el final de la inversión. La concentración del ozono disminuiría lentamente en este estrato inferior como consecuencia de su intervención en reacciones químicas y de su depósito seco. Durante la mañana, al romperse la inversión como consecuencia del aumento de radiación solar, se obtiene un rápido incremento de la concentración de ozono en superficie, al principio por mezcla de la capa enriquecida de ozono que se encuentra en altura y, posteriormente, por la formación fotoquímica de ozono cerca de la superficie,



#### **1.7.4.6 Medidas a tomar en cuenta ante niveles afectadores de O<sub>3</sub>.**

Garantizar que los “PARTES” de alerta lleguen a todos los productores.

Garantizar la atención adecuada de las plantaciones eliminando cualquier factor que debilite la planta.

Mantener el riego como está normado evitando sobrehumedecimiento, encharcamientos o falta de agua.

Evitar atrasos en la puesta de tela para el tabaco tapado, manteniendo las puertas de las vegas cerradas.

Garantizar una fertilización adecuada.

Si está en fase de cosecha no permitir atrasos.

Mantener el campo libre de Malezas para evitar la competencia por el agua, luz y nutrientes.

Asperjar las plantaciones donde la estrategia lo permita o se pueda hacer coincidir con la misma con carbamatos como Zineb 75 PH o Mancozeb 80 PH garantizando una buena cobertura.

De manera similar al punto anterior y como alternativa espolvorear con Zineb 15-16 P o Mancozeb 15 P logrando protección en el envés de la hoja donde se localizan la mayor cantidad de estomas.

Micro localizar las áreas (depresiones, valles, etc.) que por su situación topográfica o de circulación se producen acumulaciones de masas de aire con altas concentraciones y donde históricamente se presentan los mayores daños y dirigir acciones específicas de protección en las mismas.

No aplicar Amístar o Bion al tabaco cuando existen altas concentraciones de O<sub>3</sub> o pronóstico de su ocurrencia u otro producto ILICITADOR (inductor de la producción de proteína de resistencias u otros compuestos).

Si el tabaco está cosechado, no exponerlo al ambiente, ya que puede ser afectado.

En las casas donde se cura el tabaco cerrar puertas y ventanas.

## **Capítulo 1**

Lograr buena cobertura con los tratamientos de protección con Carbamatos, resulta indispensable.

Garantizar que las medidas agrotécnicas estén al día (Tape palito, Desbotone, Aporque, Deshije)

Después de afectadas las hojas por el ozono se puede incrementar la acción de patógenos oportunistas como *Alternaria sp* y otros que pueden incrementar los daños por lo que resulta necesario ganar calidad en la protección.

Cuando se pronostican niveles bajos de O<sub>3</sub> existirá predisposición de la planta al daño por distintos agentes nocivos por lo que debe incrementarse la vigilancia en las plantaciones.

Garantizar una correcta evaluación de los daños incorporando estas observaciones a los REGISTROS TERRITORIALES HISTORICOS DE LAS ETPP.

En el país aproximadamente el 10% del área dedicada al cultivo del tabaco es afectada anualmente por la necrosis ambiental, debido a que las variedades cultivadas presentan baja resistencia (García, 2008).

Por todo lo antes expuesto se hace indispensable la búsqueda de resistencia como el método más efectivo para el control de esta enfermedad

**CAPÍTULO II.**

Durante la campaña tabacalera 2010 a 2011, se desarrollo una investigación en la Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán, provincia Sancti Spiritus, a partir de cruzamientos entre variedades de tabaco negro, que aportan el gen de resistencia a la necrosis ambiental. Se empleó el sistema de Selección Genealógica modificado por Espino (1988), el cual contempla la realización una prueba comparativa entre las líneas de mayores perspectivas, a partir de la generación F<sub>6</sub>

Todas las labores culturales al cultivo fueron realizadas de acuerdo con lo recomendado en el Instructivo Técnico del tabaco negro cultivado al sol (Cuba, 1998).

Las variables climáticas de la zona donde fue desarrollada la investigación en condiciones de campo que se expone en el presente trabajo fueron tomadas de los datos de la Estación Agro meteorológica de la Estación Experimental del Tabaco (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1.** Datos promedios de las variables climáticas en el período de campo. Campaña 2010- 2011.

Meses	Humedad relativa (%)	Temperatura seca (c <sup>0</sup> ).	Temperatura mínima (c <sup>0</sup> ).	Temperatura máxima (c <sup>0</sup> ).	Precipitaciones (mm <sup>3</sup> )
Nov	76	25,1	17,5	30,9	63,3
Dic	80	24,7	19,9	29,5	16,6
Ene	74	24,2	17,8	29,5	8,8
Feb	78	24,4	17,3	30,0	28,7
Mar	84	24,8	18,7	30,3	180,0

Para la evaluación de los caracteres morfo agronómicos se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones, en cada repetición se plantaron todos los tratamientos, las nueve líneas (1.3, 1.4, 1.5, 1.12, 1.15, 1.16, 2.2, 2.3 y 2.7) seleccionadas anteriormente

más el testigo 'SS 96'. Las plantas por parcelas se distribuyeron en 8 surcos de 27 plantas cada uno. Se

identificaron y se realizaron posteriormente las mediciones de las características morfológicas que se mencionan a continuación. Las plantas para ser evaluadas se dejaron florecer. El resto de las plantas se desbotonaron para determinar rendimiento total y calidad de la hoja.

### 2.1 Caracteres morfológicos evaluados.

En esta prueba de concursantes, se midieron los caracteres morfológicos por parcela a las diez plantas a libre inflorescencia, según la metodología de Torrecilla *et al.* (2011).

- Altura de la planta con inflorescencia: Se medirá desde el nivel del suelo hasta el extremo superior del brote floral.
- Distancia entrenudos: Se medirá la distancia entre las cuatro hojas mayores de la planta. Distancia entre una hoja y otra.
- Longitud de la hoja: Se tomará la medida de la longitud de la hoja mayor de la planta desde su base hasta la punta del ápice.
- Número de hojas botánicas: Se contará el número total de hojas que tiene la planta incluyendo las florales, primordiales y útiles.
- Número de hojas útiles: Se contarán todas aquellas hojas que tienen una longitud igual o mayor a 20 cm.
- Anchura de la hoja: Se tomará la medida de la anchura de la hoja mayor de la planta en su parte más ancha de borde a borde de la hoja.
- Brotes axilares: Estos se valorarán *en, alto, medio y poco*. Poco: hijos muy pequeños de 3–8 cm de longitud y en las axilas superiores solamente; Medio: Hijos de tamaño de 9-15 cm en todas las axilas y Alto: hijos grandes mayores de 16 cm en todas las axilas. También puede expresarse en números o peso verde de los mismos.

### 2.2 Estudio del efecto del O<sub>3</sub> bajo condiciones de campo.

Para la evaluación de los daños causados por O<sub>3</sub> se aplicó la metodología citada por García (2008) que consiste en evaluar 10 plantas al azar en cada variedad cuando comenzaron a florecer. Se le contaron las hojas afectadas (HA) con lesiones de ozono y se les recolectó la hoja más afectada para determinar el número de manchas (NM) por cm<sup>2</sup>. Se extrajo de la parte más afectada un cuadrado de 10 x 10 cm. Se contaron las lesiones y se dividieron entre 100. Posteriormente se multiplicaron los promedios de hojas afectadas (HA) por los números de manchas (NM) y se determinó el Índice de afectación (IA). Los valores obtenidos se relacionaron con la siguiente escala:

<u>Índice de afectación (IA)</u>	<u>Nivel de Resistencia</u>
0,0 – 5,0	Altamente Resistente (AR).
5,1 – 10	Moderadamente Resistente (MR).
10,1 – 15	Baja (B).
> 15	Susceptible (S).

Según El sistema de aviso temprano (SAT-03) emitido por el grupo multidisciplinario ozono troposférico del Instituto Nacional de Meteorología, pronosticó, que en esta campaña hubo afectaciones directas por ozono en las provincias centrales, es decir concentraciones por encima de 70 µg/m<sup>3</sup>, lo que facilitó que en ambas cosechas tabacaleras las condiciones fueran favorables para el desarrollo de las lesiones producidas por el ozono.

Después de realizarse la evaluación a cada variedad se procedió al corte, curado y fermentación para realizarle a cada variedad una selección por clases exportables, clases de consumo nacional y rendimiento total, para conocer la repercusión en la preindustria que pudieran provocar las afectaciones producidas por la necrosis ambiental.

### **2.3 Principales características que influyen en la calidad del cultivo.**

Después de todo el proceso de amarre, pilón y despale del tabaco (Cuba, 2004), se procedió a la selección por clases de consumo nacional, cases exportables y rendimiento total características estas que permiten la validación de una variedad.

### **2.4 Análisis estadísticos:**

Los datos obtenidos se analizaron por el paquete estadístico SPSS versión 10.0 para Windows, se aplicó un análisis de varianza y Duncan para las variables con distribución normal, y Kruskal Wallis y Mann Whitney para las variables menos ordinales.

### CAPÍTULO III.

Producto del método genético utilizado, se logró finalmente disponer de un grupo selecto de nueve líneas genéticamente avanzadas, todas con resistencia a las enfermedades ya mencionadas anteriormente con propiedades agronómicas muy prometedoras.

#### **3.1 Resultados de los caracteres morfológicos evaluados.**

Como se puede observar en la tabla 3.1, la 'línea 1.5' fue la que alcanzó mayor altura con inflorescencia, no siendo así en el caso de la 'Línea- 1.12' que fue la que obtuvo el valor más bajo en cuanto a dicho carácter.

Por otra parte, la 'Línea- 1.4' mostró tendencia a encontrarse entre las mejores líneas desde el punto de vista morfológico, pero no demostró un alto potencial en el desarrollo de los rebrotes que surgen después del corte de la planta principal, o sea, de las capaduras como se le llama en Cuba y este es un carácter importante en las variedades que se cultivan en la región central y oriental del país, ya que en estas zonas se dedican casi por entero al tabaco "sol en palo" y recolectado en mancuernas donde las capaduras pueden llegar a representar más del 50% de la cosecha. Resultados similares obtuvo (Pino *et al.*, 1991) donde de las ocho líneas evaluadas, una mostró tener baja capacidad de rebrotes.

**Tabla 3.1:** Características morfológicas evaluadas (medias).

Líneas	Altura de la planta (cm)	Hoja mayor (cm)		Número de hojas útiles.	Distancia entre nudos (cm)	Días para florecer	Cantidad de hijos
		Anchura (cm)	Longitud (cm)				
'Línea- 1.3'	160	26.3	47.2	16	6.0	55	A
'Línea- 1.4'	165	<b>28.2</b>	<b>48.0</b>	16	6.4	55	<b>B</b>
'Línea- 1.5'	<b>170</b>	<b>28.7</b>	<b>49.3</b>	16	6.1	55	A
'Línea- 1.12'	<b>141</b>	25.0	43.7	12	6.5	53	M
'Línea-1.15'	165	24.6	45.1	16	6.7	54	M
'Línea- 1.16'	148.6	26.2	44.3	14	5.2	51	M
'Línea- 2.2'	152	24.7	45.6	16	5.0	59	M
'Línea- 2.3'	148.6	<b>27.2</b>	<b>47.3</b>	16	5.1	58	M
'Línea- 2.7'	165	<b>28.9</b>	<b>50.0</b>	16	6.8	58	M
'SS-96'	<b>1.52</b>	<b>25..5</b>	<b>45.8</b>	<b>15</b>	<b>7.3</b>	<b>56</b>	<b>A</b>

### 3.2 Experimento de Campo.

En la Tabla 3.2 se observan los resultados de la respuesta de las variedades evaluadas frente a la necrosis ambiental. Se presentó alto nivel de resistencia (AR) en la líneas 'Línea- 1.4', 'Línea- 1.5', 'Línea- 2.3' y 'Línea- 2.7', las cuales pueden constituir como fuente de resistencia para programas de mejoramientos genéticos, La 'Línea- 1.12' y 'Línea- 2.2' se mostraron moderadamente resistente (MR) no siendo así con la 'Línea- 1.3', 'Línea- 1.15' y la 'Línea- 1.16' que se manifestaron con un nivel bajo (B). Según los resultados obtenidos la variedad: 'Sancti Spiritus 96' resultó susceptible (S) a la necrosis ambiental.

En condiciones de campo los daños causados por contaminantes del aire se deben principalmente al ozono (O<sub>3</sub>) (Herrera, 1981).

## Capítulo 3

En las plantas se observó afectación en la floración y en las hojas para el comercio. La incidencia de este gas, aceleró la maduración, abscisión de las hojas y la disminución de los rendimientos.

Por lo tanto la determinación de variedades con respuesta a la necrosis ambiental confirmó lo expuesto por varios investigadores (Sand, 1960; Slater, 1962) citado por (Lucas, 1965), quienes aseveran que la resistencia al veteado tiene un carácter genético y que los mecanismos fisiológicos de las células guardas y de los estomas, son los responsables de dicha reacción.

**Tabla 3.2:** Resultados obtenidos de cada línea frente a la necrosis ambiental.

Líneas	Hojas afectadas (H.A)	# de manchas (N. M)	Índice de afectación (I.A)	Grado de resistencia
'Línea- 1.3'	4.5	2.66	11.97	B
'Línea- 1.4'	0.8	0.36	0.29	AR
'Línea- 1.5'	0.8	0.2	0.16	AR
'Línea- 1.12'	4.5	1.55	6.98	MR
'Línea- 1.15'	3.0	3.90	11.70	B
'Línea- 1.16'	2.9	3.50	10.15	B
'Línea- 2.2'	2.1	2.50	5.25	MR
'Línea- 2.3'	0.3	0.3	0.09	AR
'Línea- 2.7'	1.3	1.5	1.95	AR
'SS-96'	2.8	5.7	15.9	S

### 3.3 Resultado obtenidos en la selección por clases de cada línea.

Los valores correspondientes clases exportables, tabla 3.3, muestran que las líneas 'L- 1.5' y 'L- 2.7' alcanzaron los valores máximos de 1972 kg/ha y 1746 kg/ha, y superaron la variedad comercial 'Sancti Spiritus 96' en 433 kg/ha y 207 kg/ha, respectivamente.

### Capítulo 3

En el rendimiento total, las líneas L-1.5' y 'L- 2.7' alcanzaron los mayores valores y superaron a la variedad comercial 'Sancti Spiritus 96' en 444 kg/ha y 228 kg/ha, respectivamente. Esto puede estar dado porque ambas líneas fueron superiores en aspectos que influyen en el rendimiento, tales como: caracteres agronómicos, longitud y anchura de la hoja mayor, números de hojas útiles, etcétera, (Torrecilla *et al.*, 2004).

En el rendimiento total y clases exportables las líneas 'L-1.4' , ' L-1.12', ' L-1.15' y ' L-1.16' mostraron valores inferiores a la variedad comercial 'Sancti Spiritus 96' lo que las invalida como futuras variedades comerciales.

Las líneas 'L- 1.5' y 'L- 2.7' muestran además los valores más altos en clases de consumo nacional con 11 kg/ha y 20 kg/ha por encima de la variedad 'Sancti Spiritus 96', lo cual esta dado por los elevados rendimientos agrícolas que obtuvieron.

**Tabla 3.3:** Rendimiento en clases exportables, clases de consumo nacional y rendimiento total.

Línea	Rendimiento Clases Exportables. kg/ha	Rendimiento Clases de Consumo Nacional. kg/ha	Rendimiento total kg/ha
'Línea- 1.3'	1582	154	1736
'Línea- 1.4'	1447	149	1596
'Línea- 1.5'	<b>1972</b>	197	2169
'Línea- 1.12'	<b>1375</b>	<b>135</b>	<b>1510</b>
'Línea- 1.15'	<b>1294</b>	<b>144</b>	<b>1438</b>
'Línea- 1.16'	<b>1459</b>	<b>176</b>	<b>1635</b>
'Línea- 2.2'	<b>1711</b>	189	1900
'Línea- 2.3'	<b>1717</b>	153	1870
'Línea- 2.7'	<b>1746</b>	206	1952
'SS-96'	1539	186	1725

### **Capítulo 3**

La información recopilada resultó de gran importancia para la conformación de este trabajo, la misma se utilizó en la confección del diagrama causa- efecto.

Este diagrama causa- efecto, es una de las siete herramientas básicas de Ishikawa (1988), también utilizada por el propio autor, la cual puede ser descrita genéricamente como "métodos para la mejora continua y la solución de problemas". Consiste en una técnica gráfica que ayuda a comprender los procesos de trabajo de las organizaciones para promover su mejoramiento.

Con la aplicación del Diagrama Causa- Efecto (Anexo 1); se identificaron las dificultades que inciden negativamente en el rendimiento y la calidad del tabaco, entre ellas: baja resistencia de las variedades existentes a dicha enfermedad, falta de conocimiento de los partes de ozono emitidos por el Instituto Nacional de Meteorología, condiciones ambientales desfavorables así como características del suelo inadecuadas.

## **CONCLUSIONES**

- Para los caracteres de mayor importancia económica, como: altura total con inflorescencia, días para florecer, grosor del tallo, números de hojas útiles, largo y anchura máxima de la hoja mayor, Las líneas de tabaco negro ‘L1.5’ y ‘L 2.7’ resultaron superiores a la variedad testigo ‘Sancti Spiritus -96’
- Las líneas de tabaco negro ‘L1.5’ y ‘L 2.7’ mostraron alto grado de resistencia a la necrosis ambiental por lo que resultan líneas promisorias con alta resistencia a esta enfermedad.
- Las líneas de tabaco negro (‘L- 1.5’ y ‘L- 2.7’) presentaron un mayor valor del rendimiento total de clases exportables y clases reconsumo nacional.

## RECOMENDACIONES

Se recomiendan como candidatas a variedades comerciales las líneas ('L- 1.5' y 'L- 2.7'), las cuales deben ser sometidas a estudios en extensión agrícola, con vistas a verificar en condiciones de producción las bondades que han mostrado en este trabajo.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Akehurst, B.C. El Tabaco. Agricultura Tropical. La Habana. Editorial Ciencia y Técnica. pp 10-19. 1973.
2. Alfonso, P. Estudios agroedafológicos de las zonas tabacaleras de Cuba, Estación Experimental del Tabaco. Cubatabaco. 159pp.1975.
3. Alvarado, A. J. y H. T. Tirado. Los usos rituales del tabaco, Ciudad de La Habana. Academia, 1995.
4. Amaranto.V.O. Ficha técnica del cultivo del tabaco. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural- OPS- Bolívar, 2004.
5. Apple, J.L.: Physiological specialization with *Phytophthora parasitica* var. *nicotinae*, *Phytopatology*, 52: 351-392, 1962.
6. Bertrand, P.; M. Deom; R. Roberts: Effect of TMV on the incidence of spotted wilt in tobacco. CORESTA, CD-ROM, Versión 23, January, 2007.
7. Böhm, M., McCune, B. & Vandetta T. Diurnal curves of tropospheric ozone in the United States. *Atmospheric Environment* 25<sup>a</sup> (8), 1577-1590 (1991).
8. Ciuperca, A.; A.D. Paunescu; M. Paunescu; A.M. Burcea; D.C Militaru: Research methods used in the release of tobacco cultivars, with double resistance to PVY and TMV in Romania. CORESTA, CD-ROM, Versión 22, January, 2006.
9. CORESTA: Presentación del reglamento de CORESTA (Centro de Cooperación para las Investigaciones Relativas al Tabaco). CORESTA, CD-ROM, Versión 23, January, 2007.
10. Cortina, H. Tabaco. -- Caracas: Fernández, 59p .1939.
11. Cuba.: Instructivo técnico para el acopio y beneficio del tabaco negro al sol en palo. La Habana, SEDAGRI-AGRINFOR, 56 pp, 2004.

## ***Referencias Bibliográficas***

12. Cuba.: Instructivo técnico para el cultivo del tabaco. La Habana, SEDAGRI-AGRINFOR, 128 pp, 1998.
13. Cubatabaco. Mapa tabacalero de Cuba. Habanos. --Ciudad Habana: Empresa Cubana del Tabaco, 1p.1997.
14. Chevalier, A. y H. Enmanuel. El tabaco. Barcelona: Hispano Americana. (Colección Surco. 109. Serie A.), 130p.1953.
15. Davison A.W. & Barnes J.D. Effects of ozone on wild plants. New Phytology 139, 135-151 (1998).
16. Espino, E. Cuban cigar Tobacco, TFH publication. Inc. USA. 1996.
17. Espino, E.: El mejoramiento genético del tabaco (*N.tabacum* L). en Cuba”, Boletín de Reseñas Tabaco, No. 14, CIDA, La Habana, 1988.
18. Espino, E.; V. Andino; G. Quintana; O. Pita; J. Guardiola; G. Guerra; Ana Fernández; B. Carmenate; M. Gil; Luisa A. Pino; P. Alfonso; J. L. Redonet; E. Cabrera; V. García; N. Rodríguez y M. Cuervo. Instructivo técnico para el cultivo del tabaco. Instituto de Investigaciones del tabaco. SEDAGRI / AGRIFOR. Ministerio de la Agricultura. La Habana. 128 p. 1998.
19. Espino, E.; L.E. Blanco; P. Cordero et al.: Resultados de los experimentos de regionalización de variedades(2001-2002), CUBA TABACO ,4(1):61-73,2003.
20. FAO: Cultivo del tabaco, 2001.
21. FAO: Producción mundial de tabaco, Anuario de Cuba, pp 202, FAO, 2006.
22. FAO: Producción mundial de tabaco, Roma, FAO: 176 – 177, 2002.
23. FAO: Producción mundial de tabaco. Anuario de Cuba, p 202, FAO,
24. Figueroa, M. La producción de tabaco en Cuba. Conferencia. En: Jornada Científica Internacional del cultivo del Tabaco, 4. --San Juan y Martínez: Instituto Investigaciones del tabaco, 29-31 enero 1997.

## ***Referencias Bibliográficas***

25. Finlayson-Pitts, B.J. & Pitts Jr J.N. Atmospheric chemistry of tropospheric ozone formation: scientific and regulatory implications. J. Air Waste Manage. Assoc. 43, 1091-1100 (1993)
26. Fiscos, E.L., Booker, F.L. Burkey, K.O. 2005. Crop responses to ozone: uptake, modes of action, carbon assimilation and partitioning. Plant, Cell and].
27. Fumagalli, I., Gimeno, B., Velissariou, D., De Temmerman, L., Mills, G. Evidence of ozone-induced adverse effects on crops in the Mediterranean region. Atmospheric Environment 35, 2583-2587(2001).
28. García, V.: Necrosis ambiental. Nueva metodología para la evaluación de resistencia en el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), CUBA TABACO ,9(1) ,2008.
29. Gisquet, P. et H. Hitier. La production du tabak.-- París: Editeurs Paris. 345 p.1961.
30. Goodpeed, G.T. The genus *Nicotiana*. Chronica Botánica. 16: 1-6. 1954.
31. Hernández, P. R.; Tairi Martínez; José E. González; Adela Pairol; Yilian Gonzalez; Delaine Rivero y María Menéndez (1999): "El plateado de la calabaza una enfermedad no parasitaria", Centro Agrícola, año 27 (1): 10 – 15.
32. Herrera, I. L.; Ubaldo Alvarez; Delaine Rivero y Maria Menendez (2001): "La necrosis ambiental del Tabaco. Concentraciones de ozono y respuesta varietal". Centro Agrícola, año 28 (1): 75-78.
33. Herrera, L.: Fitopatología general. Ed. Pueblo y Educación, Ministerio de Enseñanza Superior. La Habana, Cuba, 153 pp (1981).
34. Instituto de Investigaciones del Tabaco (IIT). Propuesta de desarrollo de la actividad agrícola del tabaco. 31pp. 1997.
35. Ishikawa, K 1988]. Introducción al control de la calidad. Edit. Díaz de Santos. España.

## ***Referencias Bibliográficas***

36. Kelly, N.A., Wolff, G.T. & Ferman M.A. Sources and sinks of ozone in rural areas. Atmospheric Environment 18, 1251-1266 (1984).
37. Krupa, S.V.; Manning, W.J. Atmospheric ozone: Formation and effects on vegetation. Environmental Pollution 50, 101-137 (1988).
38. Lahoz E.; F. Porrone.; A. Carella; R. Caiazzo; G. Aecangeli: Fenamidone: a new active ingredient registered for the control of Peronospora tabacina Adam on tobacco in Italy. CORESTA, CD-ROM, Versión 22, January, 2006.
39. Li, B.C.; W. T. Bass; P. L. Cornelius: Resistance to Tobacco Black Shank in Nicotiana Species, Crop Sci, 46:554-560, 2006.
40. Linares, F. Comercialización del Tabaco. En Reunión Nacional de Investigadores y Productores de tabaco 3, La Habana. Instituto de Investigaciones del Tabaco, 25-26, Junio, 1998
41. Lucas, G. B.: Enfermedades del tabaco, 711pp., Edición Revolucionaria, Ed. Instituto del Libro, Ciudad de la Habana, 1965.
42. Lucas, G. B.: Enfermedades del tabaco, 711pp., Edición Revolucionaria, Ed. Instituto del Libro, Ciudad de la Habana, 1965.
43. Lucas, G.B. 1975. Diseases of tobacco.
44. Mac- Pherson, M. J. De la conquista a nuestros días. Historia del Tabaco. -- Caracas: Elite, 420 p.1933.
45. Main, C.E.: The Blue Mold Disease of tobacco. En sitio Web: <http://www.ces.ncsu.edu/depts/pp/bluemold/index.php>, 2005.
46. Marí, J. A. y L. N. Hondal. El cultivo del tabaco en Cuba, La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 122pp.1984.
47. Martínez C,R y otros. La quemadura foliar en el ajo, producida por el ozono troposférico. Resúmenes del Evento de la Liliana Dimitrova La Habana, 1998.

## ***Referencias Bibliográficas***

48. Martínez Fortun, J. Centro Agrícola. V. 15. No. 1, 1987.
49. MINAG. Ministerio de la Agricultura. Orientaciones para disminuir las afectaciones producidas por ozono troposférico (O3) en el cultivo del tabaco. Informe del Centro Nacional de Sanidad Vegetal, La Habana. 9 de enero de 2004.
50. Mondragón, Juana. Malezas de México. *Nicotiana tabacum*. En sitio Web: [http://www. Conabio. gob.mx/ malezas de méxico/ solanaceae/ nicotianatabacum/htm](http://www.Conabio.gob.mx/malezas_de_mexico/solanaceae/nicotianatabacum/htm), 2005
51. Morrera, S; S. Chase; B. Colbort. Habanos. Una combinación única de sol, suelo y sabiduría. 2da Edición. 1995.
52. Muiño, Berta L.; F. Rodríguez; Maribel Espino et al.: Uso del Propamocarb para el manejo de la resistencia de *Phytophthora nicotianae* al metalaxil en semilleros de tabaco en Cuba, CUBA TABACO, 2(2):30-36, 2001a.
53. Murphy J.F.; T.A Zitter; A Erb: Tobacco mosaic virus in Jalapeno pepper in New York. *Plant Disease*, 87-2, p. 202, ISSN.0191-2917, 2003.
54. Ngugi, H. K.; H. Scherm: Biology of flower-infecting fungi. *Annual Review of Phytopathology*, Vol.44:261-282, 2006.
55. Núñez, A. Influencia de la rotación y alternancia de cultivos en suelos de Pardos con Carbonatos dedicados a la producción de tabaco en las provincias centrales.[inédito]. Tesis para optar por el Título Académico de Master en Agricultura Sostenible, UCLV, 2003.
56. Núñez, J. A. El viaje del Habano. Ciudad Habana: Empresa Cubana del Tabaco, 123 pp, 1994.
57. Pandidam, M.; R.N. Beachy; C.F. Fauquet: Clasification and identification of geminivirus using sequence comparisons, *J. Gen. Virol.*, 76:249-263,1995.

## ***Referencias Bibliográficas***

58. Pandiello, D.: Presencia del moho azul en la zona de tabaco de Partido, Agrotecnia 13:32-35, 1958.
59. Pino, Luisa Ana; G. Quintana; G. Torrecilla et al. : 'Cabaiguán 7' Una nueva variedad de tabaco negro Cultivos Agroindustriales, 1 (2-3), 1991.
60. Quintana, G. :Comportamiento del rendimiento y calidad del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) bajo condiciones de monocultivos y en rotación sobre un suelo Pardo con carbonatos,(inédito), Tesis de Master en Ciencias, Instituto de Investigaciones de Tabaco, Ministerio de la Agricultura, 2005.
61. Quintero, S.: Nueva variedad del virus del mosaico del tabaco, En Quinto Seminario Científico del CINC, Universidad de La Habana, 4 de mayo de 1975.
62. Richards, B.L., Middleton, J.T. & Hewitt, W.B. Air pollution with relation to agronomic crops:V. Oxidant stipple of grape. *Agro. J.* 50, 559-561 (1958).
63. Rogers, H.J.: Programmed cell death in floral organs: How and why do flowers die? *Ann. Bot.* march 1,97(3): 309-315, 2006.
64. Ruisanchez, J.: Estudio y medidas preventivas para el control del moho azul, Agrotecnia 13:70-81, 1958.
65. Santiesteban, J.; S, Quintero: "Modo de herencia de la resistencia por hipersensibilidad al VMT", *Cubatabaco*, 1(4): 25-32, 1975.
66. Stange, C.: Interacción planta-virus durante el proceso infectivo, *Cien. Inv. Agr.* 33(1): 3-21, 2006.
67. Ternovsky, M. Fundamentos genéticos de la selección de plantas. Informe, 1971. 116p
68. Toledo, Verónica: Primer reporte de la raza 1 de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan en Cuba, *CUBA TABACO*, 4(1):13-17, 2003.

## ***Referencias Bibliográficas***

69. Torrecilla, G.; Luisa A. Pino; Dora Franganillo y Mileidy Cabrera. El banco de genes de tabaco en función de garantizar una adecuada distribución varietal a nivel de país. En: VI Festival Internacional de Habano. Palacio de las Convecciones, Habana. 19-21 Febrero 2004.
70. Torrecilla, G.; Mileidy Cabrera y Perez, J.L. R. Principales descriptores para la caracterización morfo-agronómica del género *Nicotiana*. En proceso de edición. Revista Cuba Tabaco. 2011.
71. Toupance, G. L'ozone dans la basse troposphere. Théorie et pratique. Pollution Atmosphérique Janvier- Mars, 32-42 (1988).
72. Wayne, R.P. Review article: The photochemistry of ozone. Atmospheric Environment 21 (8), 1683-1694 (1987).
73. Wilkinson C.A.; J.J. Jones; T.D. Reed; S.A. Tolin: Seed transmission of tobacco mosaic virus in tobacco, CORESTA, CD-ROM, Versión 23, January, 2007.

**ANEXO 1: Diagrama Causa- Efecto.**

