



UNISS
UNIVERSIDAD
SANCTI SPÍRITUS

*Tesis para optar por el Título Académico de Máster en
Ciencias Agrícolas*

**Influencia en algunos caracteres
morfoagronómicos de 18 especies
silvestres del género *Nicotiana* por la
emergencia del *Orobanche ramosa* L.**

Autor: Ing. Madeleyne Jacomino Hernández

Tutor: M Sc. Antonio Núñez Mansito

Año 2012

Dedicatoria

*D*edicatoria

A la memoria de mi padre porque aunque no está presente físicamente, siempre está conmigo.

A mi madre por darme la vida y enseñarme a transitar los difíciles caminos que tiene.

A mi hija por ser el mejor regalo que me ha dado la vida.

A mis hermanos por la dedicación y apoyo que siempre me brindan y el amor que les tengo.

A mi esposo por su amor y comprensión.

A todos mis familiares y amigos.

Agradecimientos

----- *Agradecimientos*

A mis compañeros de la Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán, por su contribución y cooperación en el desarrollo del trabajo.

A mis familiares de forma general por el ánimo y apoyo en los momentos más difíciles.

Al profesor Carlos Sebrango por su ayuda en el análisis estadístico realizado.

En especial a mi tutor M Sc. Antonio Núñez Mansito por el apoyo y colaboración que me ha brindado durante el transcurso de la investigación

A todos los que de una forma u otra han contribuido al desarrollo de esta investigación.

Muchas gracias.

Resumen

Considerando las limitaciones existentes para un exitoso control del *Orobanch*e *ramosa* L., es necesario reconocer que no se conoce un método que ofrezca una solución aceptable y económica. La resistencia de la planta hospedante es el método más práctico y con potencial para el control de la maleza parásita. Con el objetivo de evaluar la emergencia de ejes de *Orobanch*e y su influencia en algunos caracteres morfoagronómicos en 18 especies silvestres del género *Nicotiana* se realizó el presente trabajo en la Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán, desde diciembre a marzo durante las campañas tabacaleras 2007-2008 y 2008-2009. Las especies fueron plantadas en veinte macetas de barro, de ellas diez se llenaron con suelo Pardo sialítico carbonatado extraído de un campo intensamente afectado por *Orobanch*e y reinfestado con semillas de esta parásita y las otras diez con suelo sin infestación de la maleza. En cada especie se realizó el conteo del número de ejes de *orobanche* emergidos, se evaluó la altura de la planta así como la longitud y anchura de la hoja mayor. Se realizó un agrupamiento a través de un anova simple donde se diferenciaron siete subgrupos homogéneos. No emergieron ejes en las especies *Nicotiana glauca*, la *Nicotiana sylvestris* y la *Nicotiana obtusifolia*. La mayor cantidad de ejes de *orobanche* apareció en *N. knightiana*, *N. acuminata*, *N. ingulba* y *N. goodspedii*. A medida que aumenta el número de ejes de *Orobanch*e emergidos existió mayor afectación en los valores de los caracteres morfoagronómicos de las especies de tabaco evaluadas.

Palabras claves: tabaco, *Nicotiana*, *Orobanch*e *ramosa* L., especies silvestres, resistencia genética.

Summary

Summary

Considering the existent limitations for a successful control of the *Orobancha ramosa* L., it is necessary to recognize that there's not known method that offers an acceptable and economic solution for it. To measure host plant resistance is the most practical method, with potential for the control of the parasite overgrowth. In order to evaluate orobanche's axes emergency, and their influence in some morpho-agronomic characters in 18 wild species of *Nicotiana* gender, it was carried out the present study in Cabaiguán Tobacco Experimental Station, from December to March during tobacco campaigns 2007-2008 and 2008-2009. Species were planted in a twenty mud gavels, 10 of them ten were filled with Brown sialitic carbonated soil extracted from an intensely infected field, and latter over infected with parasite seeds, the rest were free of orobanche. Emerged axes of orobanche were counted; the height of the plant was evaluated as well as the length and width of the biggest leaf. The influence of the axes emergency on morpho agronomic characteristics was determined. A grouping was carried out through a simple anova where seven homogeneous sub-groups differed. Axes didn't emerge in species such as *Nicotiana glauca*, *Nicotiana sylvestri* and *Nicotiana obtusifolia*. The bigger axes quantity appeared in *N. knightiana*, *N. acuminata*, *N. ingulba* and *N. goodspedii*. As the number of emerged orobanche axes increased the affectation of the morpho agronomic characters increased too.

Key words: tobacco, *Nicotiana*, *Orobancha ramosa* L., wild species, genetic resistance.

Índice

Introducción	1
1. Revisión bibliográfica	6
1.1 El <i>Orobanche</i> spp. Distribución geográficas y la principales plantas hospedantes.	6
1.2 Daños que provoca el género <i>Orobanche</i> spp. en el huésped.	7
1.3 Impacto económico causado por el <i>Orobanche</i> spp.	7
1.4 Ciclo biológico del <i>Orobanche ramosa</i> . L.	9
1.5 Métodos de control: posibilidades y limitaciones	11
1.6 Consideraciones generales del género <i>Nicotiana</i> .	15
1.7 Clasificación taxonómica de las especies de <i>Nicotiana</i> en estudio.	16
1.8 Descripción botánica de las especies silvestres en estudio.	19
1.9 Importancia y estudios realizados en especies silvestres del género <i>Nicotiana</i> .	28
2. Materiales y métodos	34
2.1 Ubicación del sitio experimental.	34
2.2 Especies silvestres en estudio.	34
2.3 Diseño del experimento.	35
2.4 Evaluación de la emergencia del <i>Orobanche ramosa</i> .	35
2.5 Evaluación de tres características morfoagronómica.	36
2.6 Procesamiento estadístico.	36

3. Resultado y Discusión	28
3.1 Emergencia de ejes de <i>Orobanch</i> e en cada una de las especies en estudio.	37
3.2 Resultados de la evaluación de algunas características morfoagronómica de las especies en estudio y la influencia de la emergencia de <i>Orobanch</i> e en las mismas.	38
Conclusiones	46
Recomendaciones	47
Bibliografía	49
Anexos	-

Introducción

Introducción

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) desde su descubrimiento en América se popularizó rápidamente y recorrió el mundo. Se estableció en todos los continentes y a través de los años ha aumentado progresivamente su producción y consumo. Actualmente está dentro de las especies vegetales que aportan más beneficios al desarrollo de muchos países, en particular, a los subdesarrollados, por lo cual se cultiva ampliamente en América, Asia, Europa y África (FAO, 2004).

El *Orobancha ramosa* L. es una fanerógama parásita que pertenece a la familia de las Orobanchaceas. Es una especie holoparásita que causa severas pérdidas de rendimiento y calidad en un amplio rango de plantas dicotiledóneas. Es conocida también como "flor del tabaco", "yerba sosa", "hierba mala" y "flor mala" (Alfonso y Barroso, 2001).

El origen exacto de la misma en Cuba, es desconocido; lo que se fundamenta al consultar diferentes autores y trabajos donde existen contradicciones sobre el descubridor y la forma en que esto se produce, independientemente de que algunos coinciden en señalar una fecha común sobre la aparición del *Orobancha* en nuestro país; en 1905, en una finca cerca de Santiago de las Vegas.

En Cuba, la maleza *O. ramosa*, se considera como uno de los enemigos principales del cultivo del tabaco. En las provincias centrales, constituyen raras excepciones las vegas tabacaleras que no hayan sido azotadas en forma más o menos grave por esta devastadora epífita. Las afectaciones de esta maleza se traducen en trastornos al metabolismo de la planta que devienen en cambios significativos en el sabor del material. Las plantas atacadas se ahilan, sus hojas se tornan amarillas, las jóvenes pueden detener su crecimiento y en las más desarrolladas se presenta marchitez, produciendo hojas pajizas de poco o ningún valor comercial. Al mismo tiempo, la cosecha disminuye del 50% al 70% y en el caso de que el ataque sea muy grande puede perderse totalmente (Pérez, 2006).

La capacidad de la parásita para producir un número excepcionalmente alto de semillas que pueden permanecer viables en el suelo por varios años y su interacción fisiológica particular con las plantas hospedantes son las principales dificultades que limitan el desarrollo de medidas de control exitosas que puedan ser aceptadas y usadas por los agricultores de subsistencia. Muchos investigadores están plenamente identificados con la necesidad de buscar el método y el medio idóneo para eliminar el *Orobancha*. El Instituto de Investigaciones del Tabaco, por más de 30 años ha estudiado diferentes métodos para el control de la parásita; se ha experimentado con métodos químicos, físicos, culturales, biológicos, genéticos y manejo integrado. En la mayoría de los métodos se han obtenido resultados alentadores en el control de la fanerógama, sin embargo, algunos tienen el gran inconveniente del elevado costo y otros provocan fitotoxicidad afectando el rendimiento y la calidad del tabaco producido. (Alfonso y Barroso, 2001).

Al considerar las limitaciones existentes para un exitoso control de la maleza parásita, es necesario reconocer que no se conoce un método eficaz que ofrezca una solución aceptable y económica. Existen importantes revisiones y trabajos investigativos hechas por Torres (1974), Fernández *et al.* (1990), Pieterse *et al.* (1992), Dhanapal *et al.* (2001) y Quintana *et al.* (2006) donde proponen posibles combinaciones o métodos de control aplicables a *O. ramosa*.

La resistencia de la planta hospedante es uno de los métodos más prácticos y con potencial para el control de la maleza parásita. Hasta el momento, la mayoría de los informes sobre cultivos agrícolas hacen referencia a tolerancia y moderados niveles de resistencia y no pudiendo detectar un alto nivel confiable de resistencia. Este ha sido el caso de las siguientes relaciones parásito – hospedante: *O. aegyptiaca* Pers. y *O. ramosa*-tomate; *O. ramosa* -cáñamo; *O. crenata* -lenteja, garbanzo, guisante; *O. aegyptiaca* -cucurbitaceae; *O. aegyptiaca*, *O. ramosa* y *O. cernua*-tabaco. (Alonso, 1998)

En la Estación Experimental de Cabaiguán se encuentra el banco de germoplasma del cultivo del tabaco donde se conservan especies silvestres del género *Nicotiana* con la existencia de alta variabilidad genética y que pueden ser fuente de genes para obtención o mejoramiento de las variedades comerciales.

Problema científico: No se conoce un estudio donde se determine la influencia en algunos caracteres morfoagronómicos de 18 especies silvestres del género *Nicotiana* por la emergencia del *Orobancha ramosa* L.

Hipótesis:

Si se determina la influencia en algunos caracteres morfoagronómicos de 18 especies silvestres del género *Nicotiana* por la emergencia del *Orobancha ramosa* L. se dispondrá de información que puede ser empleada en programas de mejoramiento de variedades comerciales.

Objetivo general:

Determinar la emergencia de ejes de *O. ramosa* en 18 especies silvestres del género *Nicotiana* y su influencia en algunos caracteres morfoagronómicos.

Objetivos específicos:

1. Determinar la cantidad de ejes de *O. ramosa* emergidos en cada una de las especies en estudio.
2. Determinar la altura de la planta así como la longitud y anchura de la hoja de las especies en estudio con y sin presencia de *Orobancha*.
3. Determinar la influencia de la emergencia de ejes de *Orobancha* en las características morfoagronómicas evaluadas de las especies en estudio.

El presente trabajo es una investigación cuantitativa, fueron utilizados diferentes **métodos de investigación** en correspondencia con el problema a solucionar y con los objetivos planteados, como son:

Métodos de nivel teórico:

Análisis- Síntesis: que permitió sistematizar y concretar el marco teórico conceptual de la emergencia de ejes de *Orobanche* y la caracterización morfoagronómica de las especies estudiadas.

Inducción- Deducción: se utilizó para establecer generalizaciones en relación con los resultados científicos de la investigación a partir del análisis particular de los criterios de diferentes autores.

Histórico- Lógico: permitió determinar y ordenar los antecedentes relacionados con la historia del problema de investigación.

Métodos de nivel empírico:

Observación: se utilizó para evaluar el número de ejes de *Orobanche* y para caracterizar morfoagronómicamente las especies silvestres estudiadas.

Experimentación: se utilizó para diagnosticar y evaluar los resultados obtenidos en cada especie estudiada frente a la maleza parásita durante la investigación.

Método Estadístico- Matemático: se utilizó el paquete estadístico SPSS, 2006 Windows versión 1.5., para procesar los resultados obtenidos a través de los muestreos aplicados en el proceso de investigación.

Novedad Científica:

Al considerar la magnitud de los perjuicios que ha ocasionado el *O. ramosa* al tabaco en Cuba a través de muchos años y los esfuerzos que se han realizado con el fin de encontrar la vía más adecuada para su control, resulta de gran importancia investigar y encontrar fuentes genéticas que puedan ser empleadas en la obtención de variedades resistentes a esta maleza parásita.

El informe está estructurado de la siguiente forma:

Revisión Bibliográfica: donde se abordan los conocimientos en los que se sustenta teóricamente la investigación al tener en cuenta el problema planteado y los objetivos trazados.

Materiales y Métodos: se realiza una descripción exhaustiva del objeto de estudio, así como de los materiales y métodos seguidos para la ejecución de la investigación. Se explica también de forma cuidadosa y clara del diseño experimental que se utilizó para la investigación.

Resultados y Discusión: se expresan los resultados de la investigación y se realiza un análisis de los mismos, comparándolos además con los resultados reportados por otros autores, estableciendo bases para la comparación.

Posteriormente se muestran las **conclusiones**, las **recomendaciones**, la **bibliografía** utilizada durante la investigación, y los **anexos**.

Revisión Bibliográfica

1.1. El *Orobanche* spp. Distribución geográfica y las principales plantas hospedantes.

Las malezas parásitas de las familias de las Orobancaceas (*Aeginetia* spp., *Orobanche* spp., *orobanca*) son consideradas como las plagas agrícolas más serias y de mayor importancia económica en muchas partes del mundo. El género *Orobanche* tiene más de 100 especies de las cuales siete tienen importancia económica.

La región del Mar Mediterráneo es considerada como uno de los centros de origen de las especies de *Orobanche*. Estas especies están distribuidas universalmente, desde los climas templados hasta los trópicos semiáridos. Actualmente, las especies de *O. crenata*, *O. ramos.*, *O. aegyptiaca*, *O. cernua*, *O. cumana*, *O. minor* y *O. foetida* constituyen uno de los factores bióticos más importantes que limitan la producción de leguminosas como habas (*Vicia faba* L.), garbanzos (*Cicer arietinum* L.), lentejas (*Lens culinaris* Medick.) y cultivos de la familia de las Solanaceas como tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y Asteraceas, principalmente girasol (*Helianthus annuus* L.) (Parker y Riches, 1993).

El *Orobanche* spp a nivel mundial afecta más de 16 millones de hectáreas. Su importancia se acrecienta por la elevada incidencia en países de África, Yugoslavia, Rumania, India, Irán, Irak, Francia, Japón, México y Antigua Unión Soviética, países que sufren pérdidas hasta del 30% de la cosecha tabacalera (Foy, 1988; Dhanapal, 1996). En Francia, esta parásita perjudica hasta el 40% de las áreas tabacaleras, siendo mayor su distribución en el suroeste y noreste del país (Brault, 2003).

En Cuba, la única especie reportada hasta el momento es, *O. ramosa* L., fanerógama que afecta más del 10% de los suelos tabacaleros en las provincias de Villa Clara, Sancta Spiritus, Ciego de Ávila y La Habana. En las provincias de Pinar del Río y Cienfuegos se encuentran en áreas muy localizadas y de menor cuantía. En las provincias orientales, no se ha reportado su aparición (Alfonso y Barroso, 2001).

El *Orobanche ramosa* es una planta parásita herbácea y vivaz, carente de clorofila, cuyas raíces se fijan a la planta anfitriona para extraer los nutrientes. Los tallos están a menudo muy ramificados, las flores son de color blanco azulado o malva con nerviaciones moradas. Oriunda de la Europa central y sudoccidental se ha naturalizado ampliamente en diferentes lugares.

1.2. Daños que provoca el género *Orobanche* spp en el huésped.

Es un parásito obligado de las raíces, ataca por lo tanto el desarrollo radicular de los hospederos jóvenes y adultos. Infecciones tempranas se caracterizan por pequeños tubérculos unidos a las raíces del huésped. Los tubérculos jóvenes son esféricos, de color café amarillentos y de pocos milímetros de largo. En estados más avanzados, los tubérculos pueden crecer hasta 1 cm, frecuentemente de color naranja o café y forma una corona alrededor del sitio de infección en la superficie radicular del huésped.

El proceso de infección conlleva a un déficit hídrico y nutritivo para la planta hospedero, traducándose en una alteración del crecimiento y desarrollo con consecuencias en la producción y calidad (Muñiz, 1980).

Zhelev *et al* (1974) Investigaron los carbohidratos solubles en el tabaco parasitado por el *Orobanche*. La comparación de la composición de los carbohidratos de las

hojas y raíces del *Orobancha* y del tabaco fue cualitativamente idéntica. El nivel de azúcar soluble en el tabaco parasitado por el *Orobancha* decreció considerablemente.

1.3. Impacto económico causado por el *Orobancha spp.*

Información recopilada por Parker y Riches (1993) menciona al *orobanche* como un grave problema en diversos países de África, América, Europa y Oriente Medio, con pérdidas de producción de 16% al 32% en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) y de 21% al 29% en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Entre los diversos hospederos de *O. ramosa*, el tomate es uno de los cultivos más afectados, con disminuciones en el peso de fruto de 53 a 78% y pérdidas en el rendimiento que varían entre 77% a 85% (Díaz, 2004).

En China, se efectuaron estimaciones de las pérdidas ocasionadas por este en el cultivo del girasol, estas estimaciones fueron del orden del 38% al 70% de la producción y una pérdida del 3% al 18% de aceite, además, ha limitado las áreas productivas de este cultivo. En España, se estima que los cultivos de girasol como flor están infectados en su totalidad, mientras que el girasol para la producción de aceite está infectado en un 50%. El daño causado por la maleza parásita en los cultivos de campo y en las hortalizas es importante en el cercano Oriente, sur y este de Europa y en varias repúblicas de la ex Unión Soviética y causa pérdidas de rendimiento que varían entre cinco y 100 por ciento (Linke *et al.*, 1989).

En Marruecos, la infestación de *O. crenata* en las leguminosas alimenticias causó en el año 1994 pérdidas promedio del 32,7 por ciento, en cinco provincias, lo cual fue equivalente a una pérdida de producción de 14 389 toneladas estimadas en \$E.E.U.U. 8,6 millones. Como resultado de la completa devastación causada por *Orobancha* en muchas áreas, los métodos de producción han tenido que ser modificados y/o el

cultivo de algunas especies hospedantes susceptibles ha tenido que ser abandonado (Geipert *et al.*, 1996).

En un estudio realizado en Cuba en 1965 se señala que en una plantación de tabaco, el 8,5% de la superficie total se afectó por la incidencia de esta maleza (Rodríguez, 1982). En la actualidad se estima que esta cifra de afectación se ha multiplicado varias veces, ocasionando cuantiosos daños a las cosechas (sobre todo a las capaduras), y al mismo tiempo el alto grado de infestación manifestado en determinadas zonas restringe el uso de las tierras para la producción de tabaco.

Es de suma importancia destacar la situación crítica de algunas empresas tabacaleras del país, por el alto porcentaje de áreas afectadas. La tabla 1 refleja las afectaciones por esta parásita que presenta la Empresa de Acopio y Beneficio Cabaiguán en las campañas del 2000 al 2006, según (Pérez, 2006).

Tabla 1. Afectaciones por *O. ramosa* L. en la Empresa Cabaiguán

Campaña	Área total plantada (ha)	Área afectada (ha)	Afectación (%)
2000 - 2001	3 422	1 001	29
2001 - 2002	3 127	1 179	38
2002 - 2003	1 906	538	28
2003 - 2004	2 228	812	36
2004 - 2005	1 178	373	32
2005 - 2006	2 322	521	22

1.4. Ciclo biológico del *Orobanche ramosa*. L.

Las semillas de las malezas que parasitan las raíces varían en su capacidad para germinar inmediatamente después que han llegado a la madurez. Las semillas de *Orobanche* tienen latencia y requieren un período de maduración poscosecha (Riches, 1989).

La germinación de las semillas ocurre cuando las maduras son expuestas durante varios días a condiciones cálidas y húmedas seguidas por señales químicas exógenas producidas por las raíces hospedantes (y por algunas no hospedantes) conocidas como estimulantes de la germinación (Worsham, 1987).

El ciclo vital de *O. ramosa* comprende una fase subterránea (hipogea) y otra aérea (epigea), como se observa en la tabla 2. Las fases de desarrollo se inician con la germinación de la semilla y conexión del tubo germinativo con el tejido vascular del hospedero (instalación), formándose una estructura denominada haustorio que sirve como puente entre el parásito y el hospedante del cual toma agua, nutrientes minerales y carbohidratos, causando a la planta estrés de sequía y marchitándola. Un crecimiento raquítico, clorosis de las hojas y reducción en la fotosíntesis pueden ser observados en plantas huéspedes susceptibles con la consecuente reducción del rendimiento (Frost *et al.*, 1997).

La mayor parte de las semillas de la maleza que caen al suelo no llegarán al estimulante pero pueden permanecer viables por más de 15 años formando un banco de semillas para los próximos cultivos. La penetración de las células del haustorio en los tejidos del hospedante (xilema y/o floema) se lleva a cabo en forma mecánica por presión en las células endodérmicas del hospedante y por medio de enzimas hidrolíticas. El desarrollo de condiciones favorables para la germinación, el

contacto o adherencia del parásito y la penetración son facilitadas por sistemas elegantes de comunicación química entre el hospedante y el parásito (Maass, 2001).

Después de varias semanas de desarrollo bajo la tierra, el parásito emerge y después de un breve período comienza a florecer y producir semillas. La producción de semillas es muy abundante; una planta puede producir más de 100 000 semillas y de ese modo reinfestar el terreno. Por lo tanto, si las plantas hospedantes son cultivadas con frecuencia en la misma parcela, la población de semillas en el suelo se incrementa enormemente y la producción del cultivo es cada vez más antieconómica (Kroschel, 2001).

Tabla 2. Fases de desarrollo de la especie *Orobancha ramosa*. L

Fases	Procesos	Días de plantado el tabaco
Hipogea Ocurre bajo la superficie del suelo. Tiene una duración de 50 a 55 días	Germ inación	0-15
	Formación de yemas y estrellas	30
	Formación de nódulos	50
Epigea: Ocurre sobre la superficie aérea. Tiene una duración de 30 a 35 días.	Emergencia	60
	Floración	70
	Fructificación	80
	Maduración	90

Fuente: Conferencia de Raúl Relova. Septiembre 2005

1.5. Métodos de control: posibilidades y limitaciones.

Las medidas de lucha contra *O. ramosa* se hacen más complejas debido a una serie de características que posee la semilla de la parásita, que hace difícil su erradicación (Lolas, 1986; Vasilakakis, 1993; Dimeska, 2003); se fraccionan muy fácilmente los tallos en el arranque manual, cercanía a la planta hospedante desde la germinación hasta el final del ciclo biológico, el hecho de tener un alto coeficiente de multiplicación, las semillas con una elevada producción (hasta 5000 por cápsula) y su minúsculo tamaño, su bajo peso y rugosidad en su superficie la hace muy adherente.

Sin embargo, se han ensayado varios métodos para el control de las malezas parásitas incluyendo métodos culturales y mecánicos (rotación de cultivos, cultivos trampa y cultivos de captura, barbecho, remoción manual, fertilización nitrogenada, época y método de siembra, cultivos intercalados o mezclados), físicos (solarización), químicos (herbicidas, estimulantes artificiales de la germinación de las semillas, p. ej., etileno, ethephon, strigol), uso de variedades resistentes y biológicos. Estos métodos de control fueron revisados por Parker y Riches (1993) y recientemente resumidos por (Kroschel, 2001). El éxito de las medidas culturales es evidente solo a largo plazo y no mejora inmediatamente los rendimientos del cultivo en razón de la larga fase de desarrollo subterráneo de la maleza (Dhanapal and Struik, 1996). El factor limitante más importante entre los herbicidas promisorios es el grado de selectividad de los cultivos a las tasas requeridas para su control y el momento crítico de aplicación, sobre todo en los casos de herbicidas sistémicos de aplicación foliar (Díaz, 2004; Quintana *et al.* 2004).

El control biológico de la maleza con insectos y agentes microbianos se hace por medio de la utilización de organismos vivos para manipular, reducir o erradicar la parásita; tópico que ha ganado considerable atención en los últimos años y parece ser un suplemento promisorio para otros métodos de control. (Klein, 2002)

Para que los herbicidas sean efectivos en el control de las malezas parásitas -es necesario recordar que están caracterizadas por largas etapas de desarrollo subterráneo dentro de la misma temporada de crecimiento pueden ser aplicados en formulaciones de pre- o pos emergencia del cultivo, pero en todos los casos de preemergencia de los parásitos. Durante las últimas décadas se han identificado algunos productos químicos útiles para el combate de las malezas parásitas. Sin embargo, la falta de tecnología para su aplicación, la escasa selectividad de los cultivos, la baja persistencia y la escasa disponibilidad son limitaciones importantes para un uso exitoso de esos herbicidas en los países en desarrollo donde los ingresos de los agricultores pueden ser muy bajos para realizar esa inversión (García, 1999).

En varios países se han llevado a cabo intensas investigaciones y varios intentos para seleccionar potenciales herbicidas para el control de *Orobancha*. El glifosato es el primer herbicida promisorio desarrollado para el control de *Orobancha cristata* en el cultivo de habas, (Schmitt *et al.*, 1979) y es aún el herbicida más usado con este propósito. Desde entonces se han hecho un considerable número de estudios para tratar de clarificar la selectividad y el uso de glifosato en otros cultivos de leguminosas y de otras familias susceptibles a *Orobancha*.

Se han obtenido éxitos en algunos cultivos bajo condiciones específicas como el tiempo y la dosis de aplicación. Los cultivos en los cuales el uso del glifosato es considerado seguro incluyen haba (*Vicia faba* L.), zanahoria (*Daucus carota* L.) y apio (*Apium graveolens* L.). Sin embargo, los incrementos de rendimiento son variables en los casos de infestaciones severas. Además del glifosato, otros herbicidas como sulfonilurea, imazethapyr e imidazoline fueron efectivos en muchos cultivos hospedantes, tanto en demostraciones como a nivel comercial, en numerosos lugares de Cercano Oriente en Israel, Jacobson, (2002) y la región del Mediterráneo en España, (García *et al.*, 1999). Se ha demostrado que la fitotoxicidad

de algunos herbicidas de postemergencia sobre los cultivos puede ser evitada o reducida alterando la técnica de aplicación. Por ejemplo, por medio de la aplicación de chlorsulfuron y triasulfuron con el agua de riego, *O. aegyptiaca* puede ser bien controlada y el rendimiento de los tomates puede ser incrementado sin dañar el cultivo (Kleifeld *et al.*, 1999).

En España, se obtuvieron resultados promisorios con un control de 60% -80 % de *O. crenata*, embebiendo o recubriendo las semillas de haba y de guisante (*Pisum sativum* L.) o las semillas de lenteja con bajas concentraciones de imazethapyr o imazapyr, respectivamente. La germinación de la semilla y el crecimiento del cultivo no fueron afectados por la fitotoxicidad de ambos herbicidas. Sin embargo, esta tecnología aún no sido desarrollada u optimizada para su aplicación en el campo. (Jurado, 1997; García *et al.*, 1999).

La resistencia de la planta hospedante es el método más práctico y con potencial para el control de las malezas parásitas. Usando enfoques biotecnológicos (incluyendo bioquímica, cultivo de tejidos, fitomejoramiento y genética vegetal y biología molecular) se han realizado progresos significativos para desarrollar metodologías de selección y nuevos ensayos de laboratorio que han llevado a la identificación de mejores fuentes de resistencia de los hospedantes a las malezas parásitas (Ejeta *et al.*, 2000)

Se han desarrollado variedades de distintos cultivos tolerantes/resistentes a *Orobancha*, las que han estado en uso por algunos años. El ejemplo más destacado lo constituye el desarrollo de variedades de girasol resistentes a *O. cernua/cumana*. Lamentablemente, esta resistencia ha sido superada por razas nuevas y más virulentas de *O. cumana* en muchos países de la región del Mediterráneo, este de Europa y la ex Unión Soviética (Rodríguez *et al.*, 2001).

Según Asociación argentina del Girasol, 2008 en el cultivo del girasol la identificación de la fuente de resistencia se investigó tanto en plantas cultivadas como en silvestres. En las primeras se comprobó poca resistencia, pero en especies silvestres perennes se encontró más. Se debe extraer de esas especies silvestres estos genes resistentes", manifestó Pérez Vich, y añadió: "Hay ensayos en la materia en Estados Unidos, España y Rumania"

Dos cultivares de haba, 'Giza 429' y 'Giza 674', con un buen nivel de resistencia a *O. crenata* han sido entregados a la producción en la zona central y alta de Egipto (Khalil, 1993). Más aún, un nuevo genotipo de haba, 'X-843', derivado de 'Giza 402' y resistente a *O. crenata*, ha mostrado un buen rendimiento y fue recomendado para su utilización en el norte de Egipto (Saber, 1999).

El cultivar de alto rendimiento de haba 'Baraca' desarrollado en España ha mostrado un alto nivel de resistencia a *O. crenata*. Hasta el momento, las semillas de los cultivares de habas recomendados no son comercializados y, por lo tanto, no están disponibles para los agricultores (Cubero, 1994).

Alonso *et al*, (1998) revisó cuidadosamente los resultados más importantes obtenidos por medio del fitomejoramiento para resistencia a otras especies de *Orobanchae*. Sin embargo, la mayoría de los informes sobre otros cultivos hicieron referencia a tolerancia y moderados niveles de resistencia y no pudieron detectar un alto nivel confiable de resistencia. Este ha sido el caso de las siguientes relaciones parásito-hospedante: *O. aegyptiaca* y *O. ramosa* (tomate); *O. ramosa* (cáñamo); *O. crenata* (lenteja, garbanzo, guisante); *O. aegyptiaca* (cucurbitáceas); *O. aegyptiaca*, *O. ramosa* y *O. cernua* (tabaco).

En algunos estudios se confirmó la completa resistencia en condiciones de campo de algunas líneas de vicia '473A', según Gil (1987); Goldwasser (1997) y de líneas de tomate 'PZU-11' según Foy *et al.*, (1988). De cualquier manera, bajo inoculación artificial y con una alta dosis de *Orobanche*, incluso las líneas resistentes fueron atacadas por la maleza.

Krishnamurthy, Lal y Nagarajan en (1982) citado por Dhanapal *et al.*, (1996) hicieron un screening en 49 variedades de tabaco para buscar resistencia contra *orobanche* y no encontró ningún tipo de resistencia.

1.6. Consideraciones generales del género *Nicotiana*.

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).

Espino (1996), expresó que no hay registro auténtico de la existencia de la especie *tabacum* en estado silvestre y que su probable origen fue una anfiploidía (hibridación natural), a partir del cruzamiento de la especie *Nicotiana sylvestris* L. y un miembro de la sección *Tomentosae* (*Nicotiana tomentosiformis*, Goodspeed). Así también, su coincidencia con el origen híbrido del tabaco, a partir de experimentos bioquímicos, y en estudios citogenéticos probaron que la *N. sylvestris* L. fue el progenitor femenino y la *tomentosiformis* el masculino.

Los indios Americanos desde tiempos remotos hicieron múltiples usos del mismo, fumaron, mascaron, 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).

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).

1.7. Clasificación taxonómica de las especies de *Nicotiana* en estudio.

La familia *Solanaceae* es una de las más extensas dentro de las angiospermas por el número de géneros y especies que incluye. El género *Nicotiana* constituye dentro de la familia *Solanaceae* el sexto entre los de mayor número de especies, después de *Solanum* L., *Lycianthes* Hassl., *Cestrum* L., *Physalis* L. y *Lycium* L. (Chase *et al.*, 2003).

La primera aproximación de la clasificación actual del género *Nicotiana* la realizó Linnaeus (1753), quien describió las especies *Nicotiana glutinosa* L., *Nicotiana paniculata* L., *Nicotiana rustica* L. y *Nicotiana tabacum* L. en América Tropical. Pero no fue hasta 1818 que Lehmann le da el tratamiento de género, al incluir en éste 21 especies, entre las que se encontraban las descubiertas en Australia.

En 1954, Goodspeed proporcionó un estudio detallado de la taxonomía del género *Nicotiana* basado en los caracteres morfológicos y citológicos de las especies,

distribución geográfica y comportamiento de los cromosomas en híbridos interespecíficos de las especies de este género. Esto permitió ordenar las especies en tres subgéneros *Tabacum*, *Rustica* y *Petunioide*, con 14 secciones.

Esta clasificación se mantuvo vigente durante 50 años, hasta que Knapp *et al.* (2004) proponen una nueva clasificación taxonómica (tabla 3) basada en la sistemática del grupo y los resultados de estudios realizados en el genoma nuclear y plastídico de las especies, además se consideraron los requerimientos del Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Greuter *et al.*, 2000). Entre los cambios propuestos por estos autores se encuentran:

- Cuatro especies diploides y un anfidiplóide cambiaron de sección, como sigue: *N. glutinosa* L. de la sección *Tomentosae* y *N. thyrsoiflora* Bitter ex Goodsp de la sección *Thyrsoiflorae* se incluyeron en la sección *Undulatae*. *N. glauca* Graham de la sección *Paniculatae* pasó a la sección *Noctiflorae* y *N. sylvestris* Speg. y Comes de la sección *Alatae* se consideró el único miembro de la nueva sección denominada *Sylvestris*. El anfidiplóide *N. nudicaulis* S. Watson, único miembro de la sección *Nudicaules*, se integró a la sección *Repandae*.
- Dos especies cambiaron sus nombres por los que tenían anterior a la clasificación de Goodspeed (1954), ellas fueron *N. trigonophylla* Dunal por *N. obtusifolia* M. Martens & Galeotti y *N. bigelovii* (Torr) Wats por *Nicotiana quadrivalvis* Pursh.
- Se cambió el nombre de tres secciones de acuerdo al Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Greuter *et al.*, 2000). En lugar de las secciones *Acuminatae*, *Bigelovianae* y *Genuinae*, se nombraron *Petunioides*, *Polydichliae* y *Nicotiana*, respectivamente.

Tabla 3. Clasificación del género *Nicotiana* según Knapp et al. (2004). Se incluyen los tres subgéneros, secciones y especies que lo integran.

Subgénero	Secciones	Especies incluidas
<i>Rustica</i>	<i>Paniculatae</i>	<i>Nicotiana benavidesii</i> Goodsp.; <i>Nicotiana cordifolia</i> Phil.; <i>Nicotiana cutleri</i> D'Arcy; <i>Nicotiana knightiana</i> Goodsp.; <i>Nicotiana paniculata</i> L.; <i>Nicotiana raimondii</i> J.F. Macbr. <i>Nicotiana solanifolia</i> Walp.
	<i>Rusticae</i>	<i>Nicotiana rustica</i> L.
<i>Tabacum</i>	<i>Nicotiana</i>	<i>Nicotiana tabacum</i> L.
	<i>Tomentosae</i>	<i>Nicotiana kawakamii</i> Y.Ohashi; <i>Nicotiana otophora</i> Griseb.; <i>Nicotiana setchellii</i> Goodsp.; <i>Nicotiana tomentosa</i> Ruiz & Pav.; <i>Nicotiana tomentosiformis</i> Goodsp.
	<i>Alatae</i>	<i>Nicotiana alata</i> Link & Otto; <i>Nicotiana azambujae</i> L.B. Smith & Downs; <i>Nicotiana bonariensis</i> Lehm.; <i>Nicotiana forgetiana</i> Hemsl.; <i>Nicotiana langsdorffii</i> Weinm. ; <i>Nicotiana longiflora</i> Cav.; <i>Nicotiana mutabilis</i> Stehmann & Samir; <i>Nicotiana plumbaginifolia</i> L.
	<i>Noctiflorae</i>	<i>Nicotiana acaulis</i> Speg.; <i>Nicotiana ameghinoi</i> Speg.; <i>Nicotiana glauca</i> Graham; <i>Nicotiana noctiflora</i> Hook; <i>Nicotiana paa</i> Mart. Crov.; <i>Nicotiana petunioides</i> (Griseb.) Millan
<i>Petunioides</i>	<i>Petunioides</i>	<i>Nicotiana acuminata</i> (Graham) Hook.; <i>Nicotiana attenuata</i> Torrey ex S. Watson; <i>Nicotiana corymbosa</i> J. Remy; <i>Nicotiana linearis</i> Phil; <i>Nicotiana longibracteata</i> Phil.; <i>Nicotiana miersii</i> J. Remy; <i>Nicotiana pauciflora</i> J. Remy; <i>Nicotiana spegazzinii</i> Millan
	<i>Polydichiae</i>	<i>Nicotiana clevelandii</i> A. Gray; <i>Nicotiana quadrivalvis</i> Pursh
	<i>Repandae</i>	<i>Nicotiana nesophila</i> I.M. Johnston; <i>Nicotiana nudicaulis</i> S. Watson; <i>Nicotiana repanda</i> Willd.; <i>Nicotiana stocktonii</i> Brandegee
	<i>Suaveolentes</i>	<i>Nicotiana africana</i> Merxm.; <i>Nicotiana amplexicaulis</i> N.T.Burb.; <i>Nicotiana benthamiana</i> Domin; <i>Nicotiana burbidgeae</i> Symon; <i>Nicotiana cavicola</i> N.T.Burb.; <i>Nicotiana debneyi</i> Domin; <i>Nicotiana excelsior</i> (J.M.Black) J.M.Black; <i>Nicotiana exigua</i> H.M.Wheeler; <i>Nicotiana fragrans</i> Hooker; <i>Nicotiana goodspeedii</i> H.M.Wheeler; <i>Nicotiana gossei</i> Domin; <i>Nicotiana hesperis</i> N.T.Burb.; <i>Nicotiana heterantha</i> Kenneally and Symon; <i>Nicotiana ingulba</i> J.M.Black; <i>Nicotiana maritima</i> H.M.Wheeler; <i>Nicotiana megalosiphon</i> Heurck & Muell.Arg.; <i>Nicotiana occidentalis</i> H.M.Wheeler; <i>Nicotiana rosulata</i> (S. Moore) Domin; <i>Nicotiana rotundifolia</i> Lindl.; <i>Nicotiana simulans</i> N.T.Burb.; <i>Nicotiana stenocarpa</i> H.M.Wheeler; <i>Nicotiana suaveolens</i> Lehm; <i>Nicotiana truncata</i> D.E. Symon; <i>Nicotiana umbratica</i> N.T.Burb.; <i>Nicotiana velutina</i> H.M.Wheeler; <i>Nicotiana wuttkei</i> Clarkson & Symon
	<i>Sylvestris</i>	<i>Nicotiana sylvestris</i> Speg. & Comes
	<i>Trigonophyllae</i>	<i>Nicotiana obtusifolia</i> M. Martens and Galeotti; <i>Nicotiana palmeri</i> A. Gray
	<i>Undulatae</i>	<i>Nicotiana arentsii</i> Goodsp.; <i>Nicotiana glutinosa</i> L.; <i>Nicotiana thrysiflora</i> Bitter ex Goodsp.; <i>Nicotiana undulata</i> Ruiz and Pav.; <i>Nicotiana wigandioides</i> Koch & Fintelm.

1.8. Descripción botánica de las especies silvestres en estudio.

Nicotiana longiflora

Planta herbácea perenne de vida breve o vigorosa, 0.5 a 1 m de altura, el eje principal más o menos deliquescente arriba, ramas basales largas, erectas, ascendente o extensivas. Tallo delgado, raramente pubescente, usualmente algo tubercular, a veces viscoso. Hojas arrosetadas de 10 a 30 (6 a 30) cm de largo, algo gruesa inconspicuamente pubescente, oblanceolada-subpecioladas o elípticas-ovaladas con la base atenuada en peciolo alado. Hojas caulinas mucho menores, sentadas, auriculadas, algo ovaladas, lanceoladas o lineales-lanceoladas. Inflorescencia falsamente racemosas, ocasionalmente escasa y distintamente ramificadas. Pedúnculos de 5 a 12 mm de largo, más tarde 10 a 15 mm de largo. Flores vespertinas, de leve fragancia. Cáliz floral de 15 a 20 mm, tubo elíptico, 10 nervios, membranas largas, estrechas, segmentos aleznados, usualmente igualando al tubo. Corola puberulenta por fuera, parte tubular de 10 a 120 mm de largo, comúnmente 1.5 a 2.5 mm de ancho, amarillo claro, gris oleico o purpurino exteriormente, no diferenciada claramente el tubo propiamente dicho y garganta pero arriba $\frac{1}{3}$ o $\frac{1}{4}$ gradualmente ensanchando. marfil o lavanda por fuera con nervios oscuros, por dentro blanco o lavanda. Anteras de 4 estambres un poco bajo la boca la corola. Embrión recto. Número de cromosomas, 10 pares.

***Nicotiana acuminata* (Graham) Hooker**

Planta anual, erecta de rápido crecimiento, 0.5 a 2 m de altura. Tallo viscoso en toda su extensión pelos inconspicuos, apretados, muy cortos, dorados o parduzcos, ramas inferiores largas, ascendentes, a menudo numerosas, las superficies progresivamente más cortas. Hojas radicales pocas, pronto marchitas, lámina de 6 a 12 cm de algo, usualmente aovadas a orbiculares-aovadas, ápice acuminado, hojas caulinas con lámina de 10 a 25 cm de largo, aovada a lanceolada o triangular, peciolo comumente $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{6}$ el algo de la lámina. Falsos racimos o panículas algo planas, largos. Corola, excluido el limbo de 25 a 90 mm de largo, algo verdosa por

fuera con matiz gris metálico oleoso y estrías purpurinas, limbo de 10 a 18 mm de ancho, extendido, blanco por dentro. Estambres incluso. Cápsula anchamente ovoide de 10 a 15 mm de largo, inclusa. Semilla angular-reniforme o triangular de 0.9 a 1.0 mm de largo, gris parda, superficie reticulada-estriada. Embrión encorvado. Número de cromosomas, 12 pares.

Nicotiana Occidentalis

Planta anual erecta, viscosa, 2 dm a 1m de altura. Tallo uno o varios. Hojas de 4 a 25 cm de largo, las radicales espátulas u oblanceoladas, en rosetas, las caulinas sésiles, abrazadoras, las inferiores auriculadas-obovadas o lanceoladas-obovadas con el ápice agudo, las superiores lanceoladas con base auriculada o redondeadas. Falsos racimos paniculados por ramificación ulterior. Pedicelo de 5 a 9 mm de largo, más tarde 5 a 14 mm. Flores vespertinas, fragantes. Cáliz floral de 9 a 12 mm de largo, viscoso, acampanado, membranas largas, estrechas, conspicuas, dientes lineales, usualmente obtusos. La mitad del largo del tubo calicino. Corola color verdoso claro por fuera, a menudo matizada de lavada, parte tubular 25 a 50 mm de largo, algo más angostada hacia la base, un poco obcónicamente expandida en la boca oblicua, limbo blanco por dentro, 10 a 12 mm de ancha, obtusa, aguda, emarginadamente (u obcecadamente) lobado. Estambres inclusos, 4 subdínamos en la boca, 2 de estos poco menos que sésiles, 2 con filamentos de 2 mm de largo, el quinto estambre más abajo inserto en e medio de la corola, con filamentos de unos 6 mm de largo. Cápsula oblonga, 10 u 11 mm de largo, inclusa o subexerta. Embrión encorvado. Número de cromosomas, 21 pares.

Nicotiana alata

Hierba perenne limitada, coriácea, viscosa, 1 a 1,5 de altura con pocas ramas, mayormente basales, ascendentes. Hojas bajas en rosetas escasas, usualmente no persistentes, 20 a 25 cm de largo, espatulazas o con corto subpeciolo alado, lámina

elíptica, algo abrazadora, algo gruesa, algo gruesas, hojas caulinas decurrente, ovalada a ovatoelípticas, subsésiles y de ala ancha o sésil y auriculadas, cerca de la inflorescencia bruscamente reducidas a angostadas, lanceoladas o lanceoacuminadas brácteas decurrentes. Falsos racimos cortos, sueltos, de pocas flores, a veces bifurcadas. Pedúnculos 5 a 20 mm de largo, más tarde 12 a 21 mm. Flores vespertinas, fragancia fuerte. Cáliz floral 15 a 25 mm de largo, poculiforme a acampanado, nervado, más o menos áspero, membranas estrechas, segmentos aleznados-aciculados, aproximadamente tan largas como el tubo calicino, comúnmente desiguales. Corola menudamente pubescente, verdoso claro por fuera, 50 a 100 mm de largo excluyendo el limbo, tubo propiamente dicho 3 a 4 mm de diámetro, gargante 1/3 a 1/2 de largo del tubo, 6 a 8 de diámetro incluyendo dilatación apical corta, a menudo ventricular, limbo 15 a 25 mm de ancho, blanco yeso por dentro, cigoniforme, profundamente hendido en lóbulos anchamente ovalados. Filamentos estaminales insertos en la base de la garganta corolina, lampiño, 4 se extienden a la boca o cerca, a veces geniculados, el quinto 4 a 5 mas corto, no geniculados, anteras púrpuras. Embrión curvado, casi doblado. Número de cromosomas, 9 pares.

Nicotiana glutinosa

Planta anual coriácea, viscosa-pubescente, 1 a 2,5 m de altura. Tallo algo grueso, ramas tiesas, estrechamente divergentes. Lámina foliar 5 a 20 cm de largo, cordiforme, orbicular-cordiforme, triangular-cordiforme o cordiforme-acuminada, lóbulos basales vueltos hacia arriba, ápice contorto, peciolo más corto que la lámina. Falsos racimos largos, robustos. Pedúnculo 5 a 12 mm de largo, comúnmente no muy alargados más tarde. Cáliz floral acampanado, tubo de 5 a 7 mm de largo, lóbulos notablemente desiguales, de 1 a 3 veces el largo del tubo calicino, usualmente lineales a partir de su base triangular, recurvados, a veces atenuados o erectos. Tubo corolino propiamente dicho unos 3 a 5 mm de largo, 5 mm de ancho, garganta amarillo verdoso claro o con algún rojo, superficie exterior viscosa, cilindro de 5 a 10 mm de largo, copa oblicua, 10 a 20 mm de largo, aproximadamente tan

ancha como larga, pasando gradualmente a limbo corolino para formar campana, limbo de 2 a 8 mm de ancho, rosado, rojo o amarillo limón por dentro, ceroso, lampiño, superpies exterior viscosa-puberulenta, lóbulos por lo común anchamente ovalados, recurvados, acanalados, ocasionalmente lóbulos cortos, llegan a ser truncado. Estambres todos finalmente exentos de la garganta corolina pero incluidos por el limbo, o uno más corto, filamentos raramente lanosos en la mitad inferior, inserto cerca de base de la corola, después orientados, con el estilo, contra el lado superior de la flor. Cápsula ancha ovoide. Embrión recto. Número de cromosomas, 12 pares.

Nicotiana debneyi

Planta anual erecta de 5 a 12 dm de altura, menudamente pilosa, algo escabrosa, aviscosándose arriba. Tallo primeramente uno, después varios. Hojas mayormente de 15 a 35 cm de largo, coriáceas, las basales pocas, en roseta, espatulazas-obovadas a oblanceoladas, el ápice agudo, las caulinas sentadas, obovadas, oblanceoladas, ocasionalmente obcuneadas. Paniculadas grandes, holgadas, ramosas. Pedicelos 2 a 6 mm de largo, más tarde de 12 a 13 mm. Cáliz floral viscoso, anchamente tubular o su campaniforme, a menudo con nervios a matices morados, 5 a 9 mm de largo, membrana presentes, dientes triangulares, a veces desiguales. Corola frecuentemente matizada de rosado o morado por fuera, usualmente puberulenta allí 15 a 21 mm de largo excluido el limbo tubo propiamente dicho uno 4 mm de largo y 2 mm de ancho, garganta 2,5 mm de ancho, cilíndrica, apicalmente un poco vermicular, limbo 3 a 5 mm de ancho, lóbulos cortos, obtusos, subenteros o emarginados tres más altos y reflexos, dos más bajos, algo más grande e inclinados. Estambres insertos en o cerca de la base de la garganta corolina, 4 alcanzando a la boca, algo didínamos, uno algo más corto, su filamento corto. Cápsula ovoide. Embrión recto, Número de cromosomas, 24 pares.

Nicotiana glauca

Arbusto de madera blanda y ramaje holgado de rápido crecimiento o árbol pequeño de vida breve de 3 a 6 m de altura. Tallo en las partes nuevas lampiño, verdoso o azul - purpurescente, haciéndose pardo rojizo superficialmente al empezar a formarse el corcho y gris después. Hojas algo gruesas, gomosas, lampiñas, lámina de 5 a 25 cm de largo. Panículas cortas, chatas, más o menos escamiformes por mayor alargamiento de las ramas inferiores. Cáliz floral de 10 a 15 mm de largo, cilíndrico, lampiño, membranas ausentes. Estambres subyúgales, extendiéndose casi hasta la boca. Cápsulas de 7 a 15 mm de largo, pardas. Embrión erecto, presenta 12 pares de cromosomas.

***Nicotiana ingulba* Black**

Planta anual poco menos que lampiña de 30^a 60 cm de altura. Tallos delgados, comúnmente varios, ascendentes erectos, poco ramificados, pasando pronto a panículas largas, erguidas, poco ramificados. Hojas numerosas, casi todas basales, en roseta, de 8 a 10 cm de largo. Pedicelos de 3 a 10 mm de largo, más tarde de 8 a 15 mm, puberulentos. Cáliz floral subcilíndrico de 12 a 17 mm de largo, nerviado, puberulento. Corola puberulenta exteriormente, parte tubular algo verdosa de 30 a 5^a mm de largo. Estambres inclusos. Cápsulas angostamente elípticas de 11 a 12 mm de largo. Semillas comprimidas-reniformes o angulares-subreniformes, aproximadamente de 0.9 mm de largo, pardas, superficie foveolar. Embrión encurvado.

Nicotiana langsdorfii

Planta anual viscosa de exuberante crecimiento, 1 a 1,5 m de altura. Hojas radicales pocas, arrossetadas, 15 a 30 cm de largo, oblanceolada con peciolo de alas cortas y base levemente auriculada, las hojas se van haciendo sésiles, elípticas-ovaladas. Panícula holgada. Pedúnculo 4 a 6 mm de largo y más tarde de 7 a 15 mm. Cáliz

floral 8 a 10 mm de largo, subcilindrico, viscoso, membranas escasas, dientes o segmentos angostamente triangular-acuminados, desiguales, los más largos comúnmente excediendo el tubo calcino. Corola toda verde brillante, arqueada, tubo propiamente dicho 3 a 4 mm de largo, 2 mm de ancho oblicuo respecto a la garganta, garganta inmediatamente ancha, puberulento por fuera apicalmente brusco y desigualmente inflada en corta oblicua de 6 a 8 mm de ancho, contraída en la boca, limbo 5 a 7 mm ancho, casi entero, algo asimétrico, oblicuamente ascendente, exteriormente pubescentes. Estambres insertos en la base de la garganta corolina, pubescentes inmediatamente arriba, un par exento de la garganta corolina, el segundo para incluso, quinto estambres inserto más abajo, más erecto, algo más corto, antera púrpura, polen azul. Cápsula ovoide, 7 a 10 mm de largo, inclusa o erecta. Embrión encorvado. Número de cromosomas, 9 pares.

Nicotiana obtusifolia

Planta anual perenne limitada, pubescente, 0.5 a 1 m de altura con pocos a muchos tallos esbeltos, frágiles y hojosos. Hojas 5 a 20 cm de largo, raras veces muy reducidas hasta cerca de la inflorescencia, las más bajas oblanceoladas, espatuladas o elípticas con pecíolo de ala corta, las demás sentadas, aviolinadas elípticas, oblongas-trianguulares o triangulares, base algo abrazadora, ápice obtuso, agudo o acuminada. Falsos racimos cortos, unilaterales, a veces 3 a 4 se convierte en ramas estrictas de una panícula angosta. Pedúnculos 2 a 5 mm de largo subacampañada-copuliforme, áspero, viscoso-pubescente, 10 nervios visibles, membranas cortas, dientes lineales a lineales-trianguulares. Corola verdosa-crema, 12-23 mm de largo excluyendo el limbo, tubo propiamente dicho 3 a 6 mm de largo, 2 a 4 mm de ancho, tomentoso por dentro, garganta 2 a 3 veces el largo, bruscamente algo más ancha que el tubo, limbo 3 a 4 mm de ancho, pentagonal a circular-crenado. Estambres algo piloso inmediatamente encima de la inserción de la base de la garganta corolina, los 4 más largos a veces geniculados, el quinto nunca geniculado y usualmente curvado hacia dentro. Cápsula anchamente ovoide, aguda, 8 a 11 mm

de largo. Semillas oblongas, a veces suborbiculares, largas, pardas, superficie, reticulada.

***Nicotiana suaveolens* Lehmann**

Planta anual de 0.5 a 1.5 m de altura. Tallos varios a muchos, esbeltos, lampiños. Hojas basales al principio en roseta, más tarde confundándose con las caulinas inferiores en cojín poco denso de 10 a 25 cm de largo, lampiñas o poco menos, algo carnosas, hojas superiores más pequeñas, usualmente remotas. Panículas poco densas, poco ramificadas, comúnmente remotamente bifurcadas. Cáliz floradle 10 a 16 mm de largo con 5 nervios débiles menudamente pubescente. Corola de 22 a 45 mm de largo excluido el limbo. El limbo blanco por dentro, por fuera crema rayado con venas verdes y maticos morados, lóbulos cortos, anchos, obtusos. Cápsula angostamente ovoide-oblonga, unos 10 mm de largo. Semillas reniformes o angulares-subreniformes de 0.8 a 1.0 mm de largo, pardas, superficie foveolar a subrugosa-foveolar. Embrión encorvado. Número de cromosomas, 16 pares.

***Nicotiana sylvestri* Spegazzinii y Comes**

Planta herbácea viscosa, robusta, perenne, de 1 a 2 m de altura. Tallos de uno a varios, erectos, fuertes, ramas oblicuas o rápidamente erectas, hojas numerosas, alzándose más o menos oblicuamente, de 20 a 50 cm de largo, lámina elíptica, auriculada, al principio en roseta, después confundidas con hojas caulinas inferiores apinadas, a poco las caulinas sentadas, a veces decurrentes. Panículas en columna corta, apiñadas. Flores inclinadas o colgantes, de suave fragancia. Corola blanca, excluyendo el limbo de 65 a 85 mm de largo, puberulenta por fuera, cilíndrica o cilíndrica desde una base algo ensanchada. Estambres desigualmente o subigualmente insertos en la base de la garganta carolina. Cápsula oval de 15 a 18 mm de largo, inclusa o exerta. Semillas ovales a ovales - angulares de 0.5 mm de

largo, pardo claro mate, superficie reticular estriada. Embrión erecto. Número de cromosomas, 12 pares.

Nicotiana knighthiana

Añual, arbustiva o perenne limitada robusta de 1 a 3 m de altura con muchas ramas vigorosas oblicuamente ascendente a lo largo del eje principal. Tallo pulverulento-puberulento, finalmente viscoso en la región de la inflorescencia. Láminas foliares de 10 a 25 cm de largo, cordiformes, con menos frecuencia anchamente ovaladas o elípticas, obtusas, retusas o acuminadas, de puberulencia blanquecina en la página inferior, peciolo $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ de largo de indumento similar. Panículas más largas que anchas, un poco holgadas, eje central más bien delgado. Pedúnculos de 3 ó 4 mm de largo, más tarde de 5 a 8 mm. Cáliz floral de 6 a 11 mm de largo, cilíndrico con diámetro descendiente hacia la base. Corola 20 a 25 mm de largo excluyendo el limbo. El limbo de 3 mm de ancho, verde oscuro, aterciopelado, levemente muescado para formar 5 lóbulos subtruncados, con frecuencia mucronatos. Estambres extendidos casi hasta la boca de la corola, filamentos ligeramente curvados inmediatamente encima de la inserción de la garganta corolina, allí pubescentes. Cápsulas de 6 a 10 mm de largo, anchamente ovoide. Semillas casi cuadradas o angulares a subrotundas, por lo general lateralmente comprimidas, de color oscuro, superficie ranurada-reticular. Embrión erecto. Número de cromosomas 12 pares.

***Nicotiana megalosiphom* Heurck y Mueller**

Planta anual erguida, de 0.5 a 1 m de altura. Tallos varios a muchos, esbeltos, menudamente pubescentes, algo escabrosos. Cáliz floral de 10 a 20 mm de largo, puberulento. Corola de 60 a 90 mm de largo excluido el limbo, por fuera verdoso-crema, usualmente con matices rosados o morados, puberulenta. Cápsula angostamente ovoide de 11 a 15 mm de largo inclusa o algo excerta. Semillas

arqueadas-oblongas de 0.8 mm de largo, pardas. Embrión arqueado o encorvado. Número de cromosomas, 20 pares.

Nicotiana velutina

Planta anual aterciopelada de uno a muchos tallos pocos dm de altura. Hojas radicales en roseta en la planta joven, después menos conspicuamente, lamina 4 a 12 cm de largo, oblanceolas o cliptica, algo gruesa, ahusándose en peciolo sin ala o apenas marginado, hojas caulinas con lamina tan grande o mayor, eclíptica obtusa a anchamente lanceolada, peciolo mas corto. Panículas más bien largas de muchas flores. Pedicelos 5 a 11 mm de largo, mas tarde 6 a 18 mm. Flores vespertinas, fragantes. Cáliz floral 7 a 12 mm de largo, pubescente, tubular- tubular acampanada, membranas cortas, angostas. Corola crema, verdosa o purpurina por fuera, pulverulenta allí 14 a 22 mm de largo excluido el limbo, el tubo propiamente dicho un 4 mm de largo, 1,5 mm de ancho, garganta cilíndrica-claviforme cerca de dos veces ese ancho. Limbo unos 4,5 mm de ancho, blanco por dentro casi crenado o con lóbulos definidos pero muy cortos, anchos, marginados. Cuatro anteras sésiles en la boca de la corola, con frecuencia subdivididas, 2 a 8 mm mas abajo en filamento curvo inserto en lo alto del tubo propiamente dicho y por lo menos de 6 mm de largo. Capsula angostamente ovoide a subecliptica, 7 a 10 mm de largo. Semillas obviculares-reniformes, pardas, superficie arrugada-reticular. Embrión encorvado o emicíclico. Numero de cromosomas 16 pares.

Nicotiana simulans

Planta anual poco menos que lampiña, aproximadamente 80 cm de altura. Tallos delgados, comúnmente varios, ascendente-erectos, poco ramificados, pasando pronto a panículas largas, erguidas, poco ramificadas. Hojas numerosas, todas o casi todas basales, en roseta, aproximadamente 16 cm de largo, angostamente espatulazas o lanceoladas. Corola puberulenta exteriormente, parte tubular algo

verdosa , limbo blanco en la superficie interior, lóbulos anchamente obtusos, muy cortos, Estambre inclusos cuatro con frecuencias didínamos, filamentos de unos 4 mm de largo, insertos cerca de la boca de la corola el quinto a 15 mm de largo, inserto cerca del medio de la corola. Capsula angostamente elíptica, 11 a 12 mm de largo. Semillas comprimidas-renitiformes.

Nicotiana Goodspeedii

Planta anual lampiña, 3 dm a 1 m de altura con numerosos tallos erectos y delgados que continúan con largas inflorescencias erguidas. Hojas radicales 10 a 30 cm de largo, espatulazas u oblanceoladas, algo suculentas, las caulinas tan largas o más cortas. Panículas varias veces compuestas sin densidad, a veces bifurcadas, las ramas principales largas, más tarde 7 a 20 mm. Flores fragantes, vespertinas. Cáliz floral 5 a 7 mm de largo, tubular o poco menos, puberulento, membranas largas, bastante conspicuas. Corola verdosa por fuera, a menuda también matizada de púrpura, parte tubular 12 a 17 mm de largo, 2 a 2,5 mm de ancho, puberulenta en la superficie exterior, limbo por dentro blanco. Todos los estambres inclusos, las anteras de cuatro al mismo nivel o casi cerca de la boca de la corola, antera de quinto estambre 1 a 2 mm más baja. Cápsula elíptica-oblonga. Embrión encíclico. Número de cromosomas, 20 pares.

1.9. Importancia y estudios realizados en especies silvestres del género *Nicotiana*.

En el curso de la historia los recursos fitogenéticos han contribuido a la estabilidad de los agroecosistemas, proporcionando la materia prima fundamental para el surgimiento del fitomejoramiento científico moderno. En este sentido, los bancos de germoplasma surgen como una respuesta a la necesidad de conservar el patrimonio genético vegetal. La caracterización de la variabilidad genética contenida en ellos constituye un factor decisivo para garantizar su utilización eficiente y racional en los

programas de mejoramiento genético (Lewis *et.al.*, 2007). De ellas, *Nicotiana tabacum* L. y *Nicotiana rustica* L. son las únicas especies cultivadas comercialmente en el mundo, el resto son consideradas como silvestres y la mayoría poseen caracteres morfológicos muy diferentes a los de las variedades comerciales. Sin embargo, estas especies silvestres conservan genes de resistencia a plagas, así como para rasgos cualitativos y fitoquímicos importantes que no están presentes en las variedades cultivadas (Siva, 2009).

Según Rodríguez en 2006 citado por (Valdés, 2010) se ha encontrado una pérdida considerable de la variabilidad genética en las variedades comerciales, detectada mediante estudios isoenzimáticos y de marcadores moleculares de ADN debido fundamentalmente a la preferencia de los cultivadores por determinadas variedades, a los métodos utilizados en la obtención de las mismas a partir de progenitores comunes y a la selección artificial continua a favor de aquellos caracteres de interés comercial. En tal sentido, las especies silvestres ofrecen un potencial genético para su empleo en los programas de mejoramiento con el fin de introducir genes de resistencia a plagas.

Las especies representantes del género *Nicotiana* han sido usadas como modelos biológicos en diversos estudios genéticos, bioquímicos, moleculares y en análisis del crecimiento vegetal y de fisiología reproductiva (Khan, 2007).

Esta diversidad genética encontrada en el mundo ha sido localizada y adquirida a través de colectas meticulosamente llevadas a cabo durante los últimos tiempos y aún se continúa el trabajo realizado en este sentido. El banco de germoplasma del género *Nicotiana* de Cuba creado en 1970 por el Instituto de Investigaciones del Tabaco, ubicado en las instalaciones de la Estación Experimental de Cabaiguán, en la provincia de Sancti Spiritus, tiene como parte de su quehacer científico, estudiar

los materiales y evitar la erosión genética en este género (Torrecilla, 2011). Se han realizado evaluaciones basadas en los descriptores planteados por Torrecilla *et al.* (1980). En relación a las enfermedades se han estudiado el moho azul, pata prieta y el virus del mosaico del tabaco según Torrecilla *et al.* (2001).

En el mundo se reportan trabajos por Goodspeed (1950), Orstein (1964), Psareba, (1969), Lewonton (1979), Li, (2006), Murthy *et al.* (1994), García (1996), Harald *et al.* (1996), McDaniel (1998), Specht *et al.* (1998), Lakshminarayana (1998), Subhashini (1998), Jaramillo y Baema (2000) y Paunescu *et al.* (2001) incluyen en sus investigaciones especies silvestres del género.

La variabilidad genética de este banco de genes, es amplia, obtenida por las vías de la introducción foránea, variedades mejoradas derivadas de programas de fitomejoramiento, materiales nativos, naturalizados y locales del país, además de un número de especies silvestres del género *Nicotiana*. Muchas especies poseen las características de tener particularidades en su sistema reproductor.

Los cruzamientos interespecíficos han sido utilizados fundamentalmente como una vía para transferir genes de resistencia a las variedades comerciales, de ahí la importancia de identificar en las especies consideradas como silvestres aquellas que puedan constituir fuentes de resistencia a las principales plagas que afectan el cultivo.

Florentine (2006) reportó el efecto alelopático de *Nicotiana glauca* Graham sobre la germinación de semillas de *Lactuca sativa* L. Esta especie en algunos países es conocida como árbol del tabaco, pues toma forma de arbusto. Su descripción se remonta a épocas muy antiguas; uno de los primeros en estudiarla fue Goodspeed

(1950). Está dispersa por Australia, Europa, América y el Caribe. En Cuba, Fuentes *et al.*, (2004) y Fuentes (2005) la reportan en un inventario realizado a las *Solanaceae* donde plantean que son utilizadas en el país con fines ornamentales. Por otra parte Naredo (1985) afirma que es muy común observarla cercana a las costas orientales cubanas y en jardines domésticos. Su llegada a Cuba aun no se sabe con exactitud pero se supone haya sido por los indios primitivos o los españoles, utilizando las distintas rutas de navegación donde dispersaron en el país semillas de diferentes cultivos procedentes de Suramérica.

Se conoce que las especies *N. debneyi*, *N. exigua* Wheeler, *N. megalosiphon*, *N. goodspeedii* H-M. Wheeler, *N. rustica* L, *N. excelsior* J.M.Black y *N. velutina* poseen genes de resistencia al moho azul, enfermedad causada por el hongo *Peronospora hyosciamy* f.sp *tabacina* Adam (Delon *et al.*, 1999). De ahí que las variedades comerciales hayan incorporado estos genes de algunas de estas fuentes, las que pueden manifestar diferente tipo de herencia y comportamiento frente al patógeno (Delon, 1992).

En Cuba la fuente de resistencia al moho azul más utilizada es la proveniente de *N. debneyi*, la cual es de tipo poligénica según lo planteado por Schmelzer en 2002 y citado por (Valdés, 2010), pero tiene el inconveniente de expresarse después de varias semanas del trasplante y alcanzar el máximo grado de expresión en la etapa de floración. De ahí que las variedades comerciales aunque posean genes de resistencia se comporten como susceptibles durante la etapa de semillero y primeras semanas de trasplantadas las posturas. Por esta razón, pueden ocurrir pérdidas por el ataque de este patógeno en éstas etapas del desarrollo, si no se toman las medidas necesarias (Espino, 2009).

Por ello en la actualidad se desarrollan proyectos dirigidos a introducir genes de resistencia al moho azul, mediante cruzamientos interespecíficos con *N. megalosiphon*, la cual tiene la ventaja de expresar la resistencia desde la etapa de semillero. De esta manera se desarrollan investigaciones con vistas a la obtención de híbridos entre *N. megalosiphon* y dos variedades de *N. tabacum*, en los que se han combinado el método de cruzamiento interespecífico con el método biotecnológico haploide-diploide (Valdés, 2010).

Las principales fuentes de genes de resistencia a la pata prieta, enfermedad causada por el hongo *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* Breda de Haan, la aportan las especies *N. plumbaginifolia* Viv. de herencia monogénica dominante y que sólo confiere resistencia a la raza 0 (Apple, 1962). Por su parte, *N. longiflora* confiere resistencia tanto a la raza 0 como a la 1 y, aunque el gen que la determina tiene herencia dominante, existen además genes modificadores que influyen en su expresión según expresa Lucas en 1975 citado por (Valdés 2010). En Cuba las variedades de tabaco tipo Virginia poseen la fuente de resistencia proveniente de *N. plumbaginifolia*, mientras que las variedades de tabaco tipo Burley poseen la resistencia proveniente de *N. longiflora* (Espino, 1988).

El virus del mosaico del tabaco (TMV) es otra plaga que ataca al tabaco. La principal fuente de resistencia proviene de la especie *N. glutinosa*, la cual ha sido incorporada a las variedades comerciales. (Scholthof, 2004).

Varias especies de *Nicotiana* poseen genes de resistencia a plagas que aún no existen en Cuba o son menos frecuentes, por ejemplo, para el fuego salvaje, enfermedad causada por *Pseudomonas syringae* pv *tabaci* (Wolf & Foster) Stevens, se puede encontrar fuente de resistencia en las *N. longiflora* y *N. megalosiphon*. Mientras que a mildiu pulverulento provocado por el hongo *Erysiphe cichoracearum*

DC, se informan como fuentes de resistencia las especies *N. digluta*, *N. glutinosa* y *N. debneyi*. Esta última también se ha empleado como fuente de resistencia a la pudrición negra de la raíz causada por el hongo *Chalara elegans* Nag Raj and Kendrick (Japan Tobacco Inc., 1994).

La especie *N. megalosiphum*, no presenta el fenotipo empleado en la explotación comercial, pero muestra resistencia a *Peronospora hyoscyami* f.sp. tabacina, prácticamente desde los primeros estadios de desarrollo de la planta, lo que la hace diana de los programas de mejoramiento del cultivo del tabaco. Los híbridos sexuales de *N. tabacum* x *N. megalosiphon* son obtenidos con dificultad y son estériles sin embargo es posible obtener la F1 realizando múltiples polinizaciones y germinando la semilla híbrida en medio líquido de ya que la F1 presenta una alta mortalidad en estado embrionario. Basándose en esos reportes se realizó el cruzamiento sexual entre la variedad comercial cubana de tabaco 'Virginia Resistente-14' (*N. tabacum*) y *N. megalosiphon*; luego a partir de un híbrido F1 parcialmente fértil de este cruzamiento se efectuó el retrocruzamiento con el progenitor *N. megalosiphon* del cual se obtuvieron una serie de 96 híbridos R1, a los cuales se les realizaron las mediciones de 12 descriptores morfológicos de interés, análisis de cuatro sistemas isoenzimáticos y las proteínas totales, así como el estudio de la meiosis y fertilidad del polen. Los caracteres morfológicos en los híbridos tuvieron valores intermedios entre ambos progenitores. Las proteínas presentaron bandas comunes con ambos progenitores y bandas nuevas o híbridas. Los progenitores presentaron meiosis normales con porcentajes de fertilidad del polen elevados, mientras que los híbridos mostraron irregularidades en todas las fases de la meiosis tales como puentes, cromosomas retardados, multivalentes y univalentes acompañando los bivalentes y porcentajes de fertilidad del polen entre 43 y 87%. (Quesada et al, 2008).

Resultados anteriores de Ternosvsky citado por Espino (1988) que estudió durante tres años un elevado número de las especies *Nicotiana* conocidas y llegó a la conclusión de que no existía dentro del género *Nicotiana*, ninguna inmune a la *O. ramosa*, pero que podían considerarse como muy resistentes la *N. setchellii*, la *N. attenuata* y la *N. occidentalis*. Sin embargo estas fueron introducidas en Cuba y plantadas en un área fuertemente infestada de la Estación Experimental de Tabaco de Cabaiguán y todas fueron atacadas por la parásita.

En Cuba, hasta el momento, no se cuenta con variedades resistentes y sólo la variedad 'Habana 92' se comporta como altamente tolerante, lo que hace recomendable para plantar en suelos infestados, como una medida más de control (Espino, 2007).

Se han desarrollado variedades de distintos cultivos tolerantes/resistentes a *Orobancha*, las que han estado en uso por algunos años. El ejemplo más destacado lo constituye el desarrollo de variedades de girasol resistentes a *O. cernua/cumana*. Lamentablemente, esta resistencia ha sido superada por razas nuevas y más virulentas de *O. cumana* en muchos países de la región del Mediterráneo, este de Europa y la ex Unión Soviética (Rodríguez, 2001).

En un trabajo realizado en la Estación experimental del tabaco de Cabaiguán por Valdés (2010), se caracterizó la variabilidad genética en 10 especies del banco de germoplasma del género *Nicotiana* en Cuba, mediante el análisis de nueve sistemas isoenzimáticos y las proteínas totales. Se emplearon los sistemas peroxidasa, polifenoloxidasas, esterazas, anhidraza carbónica, superóxido dismutasa, diaforasa, fosfatasas ácidas, fosfatasas alcalinas, enzima málica, así como las proteínas totales. Se realizaron las electroforesis en geles de poliacrilamida (PAGE) en lámina vertical. El grado de polimorfismo total entre las especies para los sistemas

estudiados fue de un 92,7%, siendo los sistemas peroxidasa, fosfatasa ácida y enzima málica los más polimórficos con un 100%. Los resultados obtenidos en la caracterización genética de las 10 especies del género *Nicotiana* estudiadas, permitieron proponer seis especies (*N. alata*, *N. velutina*, *N. longiflora*, *N. debneyi*, *N. suaveolens*, *N. megalosiphon*) como progenitores en los futuros programas de cruzamientos que se planifiquen, como parte del mejoramiento genético de las variedades comerciales de *N. tabacum* en cuanto a resistencia a las principales enfermedades que afectan al tabaco como antracnosis, pudrición negra de la raíz, virus del mosaico del tabaco y almoho azul.

Materiales y Métodos

2.1. Ubicación del sitio experimental.

La investigación fue realizada en el período de diciembre a marzo durante las campañas tabacaleras 2007-2008, y 2008-2009, en la Estación Experimental del Tabaco, ubicada a dos kilómetros del municipio Cabaiguán, en la carretera de Santa Lucía, provincia de Sancti Spíritus. Este centro de investigación presenta una extensión superficial de 60,09 hectáreas y limita al norte con la UBPC Cabaiguán, al sur y el este con la Unidad Genética Porcina y al oeste con el productor individual Reimundo Sánchez. Esta localizada entre los 22° y 25' de latitud Norte y 79° 32' longitud Oeste, con una elevación de 134 metros sobre el nivel del mar.

2.2 Especies silvestres en estudio

Se estudiaron 18 especies silvestres del género *Nicotiana* (Tabla 4). Estas se encuentran conservadas en el banco de germoplasma ubicado en la Estación Experimental del Tabaco de Cabaiguán.

TABLA 4. Especies vegetales del género *Nicotiana* en estudio y su clasificación

Especies silvestres	Sección	Sub- género
1.- <i>Nicotiana longiflora</i>	<i>Alatae</i>	<i>Petunoides</i>
2.- <i>Nicotiana acuminata</i>	<i>Acuminatae</i>	<i>Petunoides</i>
3.- <i>Nicotiana occidentalis</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunoides</i>
4.- <i>Nicotiana alata</i>	<i>Alatae</i>	<i>Petunoides</i>
5.- <i>Nicotiana glutinosa</i>	<i>Tomentosae</i>	<i>Tabacum</i>
6.- <i>Nicotiana debneyii</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunoides</i>
7.- <i>Nicotiana glauca</i>	<i>Paniculatae</i>	<i>Rustica</i>

8.- <i>Nicotiana Ingulba</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunioides</i>
9.- <i>Nicotiana langsdorfii</i>	<i>Alatae</i>	<i>Petunioides</i>
10.- <i>Nicotiana obtusifolia</i>	<i>Trigonophyllae</i>	<i>Petunioides</i>
11.- <i>Nicotiana. suaveolens</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunioides</i>
12. - <i>Nicotiana sylvestris</i>	<i>Alatae</i>	<i>Petunioides</i>
13.- <i>Nicotiana knightiana</i>	<i>Paniculatae</i>	<i>Rustica</i>
14.- <i>Nicotiana. megalosiphon</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunioides</i>
15.- <i>Nicotiana sanderae</i>	<i>Alatae</i>	<i>Petunioides</i>
16.- <i>Nicotiana velutina</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunioides</i>
17.- <i>Nicotiana simulans</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunioides</i>
18. <i>Nicotiana. goodspeedii</i>	<i>Suaveolentes</i>	<i>Petunioides</i>

2.3 Diseño del experimento

Las posturas se obtuvieron de un semillero de bandejas flotantes ubicado a 100 m del lugar experimental. Cuando las plántulas alcanzaron los 35 días de edad se extrajeron cuidadosamente de las bandejas, se seleccionaron al tener en cuenta el vigor, porte, desarrollo y el estado fitosanitario de las mismas a esa edad y posteriormente se procedió a su trasplante en macetas de barro. Por cada especie se utilizaron veinte macetas, de ellas diez se llenaron con suelo Pardo sialítico carbonatado (Hernández *et. al.*, 1999) que se extrajo de un campo intensamente afectado por el *Orobanche* evaluado según (Espino, 2006) y se reinfestó con semillas de la parásita a razón de 0.3g por macetas, pero anteriormente se comprobó el poder germinativo de dichas simientes en presencia de tabaco. Las otras diez macetas se llenaron con el mismo tipo de suelo pero sin infección de *Orobanche* extraído de un campo que se le dio seguimiento por cinco años y durante la cosecha del cultivo del tabaco no hubo presencia de la maleza. El suelo empleado en ambos

casos fue pasado a través de un cernidor de 0.5 cm² en sus orificios y se plantó una postura por macetas. (Ver anexo 1)

Los datos de los factores climáticos se obtuvieron a través de la estación agro meteorológica de la estación.

2.4. Evaluación de la emergencia del *orobanche ramosa*.

A las especies plantadas en las macetas llenadas con suelo infestado por *Orobanche* y reinfestado con semillas de la parásita, se le contaron los ejes emergidos de la maleza por cada especie y se calculó la distribución de infestación expresada en % según la metodología de Muñiz (1980).

Plantas afectadas

Distribución de infestación = ----- X 100

Plantas muestreadas

2.5. Evaluación de tres características morfoagronómicas.

A todas las especies silvestres plantadas, tanto en las macetas con suelo infestado con semilla de *Orobanche*, como en suelo sin infestación de la parásita se les realizaron las evaluaciones de tres indicadores del crecimiento como altura de la planta, longitud y anchura de la hoja, a los 70 días después del trasplante.

Para realizar dichas mediciones se tuvo en cuenta la metodología para las mediciones de los caracteres cualitativos y cuantitativos de la planta de tabaco, propuesta por Torrecilla *et al.* (1980), la cual plantea que se debe realizar de la siguiente forma:

- Altura de la planta: Se medirá desde el nivel del suelo hasta el extremo superior.
- Longitud de la hoja: Se tomará la medida de la longitud de la hoja desde su base hasta la punta del ápice.
- 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.

2.6 Procesamiento estadístico.

Los resultados obtenidos fueron procesados en Modelo Lineal General (MLG) Univariante del paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows (Español) versión 15.01 (22 Nov. 2006) proporcionando un análisis de varianza de clasificación simple.

Resultados y Discusión

3.1. Emergencia de ejes de *Orobanche* en cada una de las especies en estudio.

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos sobre el comportamiento de las especies silvestres estudiadas frente a la maleza parásita y se representa la media de ejes de *Orobanche* para cada una de ellas.

Tabla 5: Comportamiento de las especies en estudio

Especies	Orobanche ramosa		Ejes de Orobanche	% de infestación
	emergió	No emergió		
1.- <i>Nicotiana longiflora</i>	X		5.20	70
2.- <i>Nicotiana acuminata</i>	X		8.90	90
3.- <i>Nicotiana occidentalis</i>	X		3.70	60
4.- <i>Nicotiana alata</i>	X		4.90	70
5.- <i>Nicotiana glutinosa</i>	X		4.50	90
6.- <i>Nicotiana debneyii</i>	X		7.20	80
7.- <i>Nicotiana glauca</i>		X	0	0
8.- <i>Nicotiana Ingulba</i>	X		8.90	100
9.- <i>Nicotiana langsdorfii</i>	X		4.00	80
10.- <i>Nicotiana obtusifolia</i>		X	0	0
11.- <i>Nicotiana. suaveolens</i>	X		6.60	60

12. - <i>Nicotiana sylvestris</i>		X	0	0
13. - <i>Nicotiana knightiana</i>	X		8.70	100
14. - <i>Nicotiana megalosiphon</i>	X		5.40	70
15. - <i>Nicotiana sanderae</i>	X		5.90	80
16. - <i>Nicotiana velutina</i>	X		1.80	60
17. - <i>Nicotiana simulans</i>	X		3.00	50
18. <i>Nicotiana. goodspeedii</i>	X		11.10	100

Resultados de dos años de investigación.

LEYENDA: DDT (Días después del trasplante)

Dentro de las especies en que brotó la parásita, la *N. velutina* fue en la que menos ejes emergieron, con un promedio de 1.8 seguida por la *N. simulans* con 3 y la *N. occidentalis* con 3.7. La especie en que mayor número de ejes se observaron fue en la *N. goodspeedii* con un promedio de 11.1, seguida por la *N. ingulba* y la *N. acuminata* con un promedio de 8.9 cada una

De las 18 especies silvestres probadas en el experimento las que mejores resultados obtuvieron fueron las especies *Nicotiana glauca*, *Nicotiana obtusifolia* y *Nicotiana sylvestris* (ver anexos 2, 3 y 4), ya que se observó que no emergieron ejes de *Orobanch*e durante todo el período de evaluación.

Resultado similar de la *N. sylvestris* fue obtenido por Racovitza en 1973 citado por Muñiz (1980) al realizar experimento sobre la susceptibilidad de algunas especies de *Nicotiana* a *O. ramosa* y observó la mayor resistencia para esta especie.

Según estudios realizados por Torrecilla (2011), la especie *N.glauca* ha mostrado resistencia ante los virus TEV (Virus del grabado del tabaco), al PVY (Virus Y de la papa), al TMV (Virus del mosaico del tabaco) y al Falso Orobanche. Frente al ataque de Pata Prieta (*Phytophthora nicotianae* Breda de Haan) se comportó Moderadamente Susceptible.

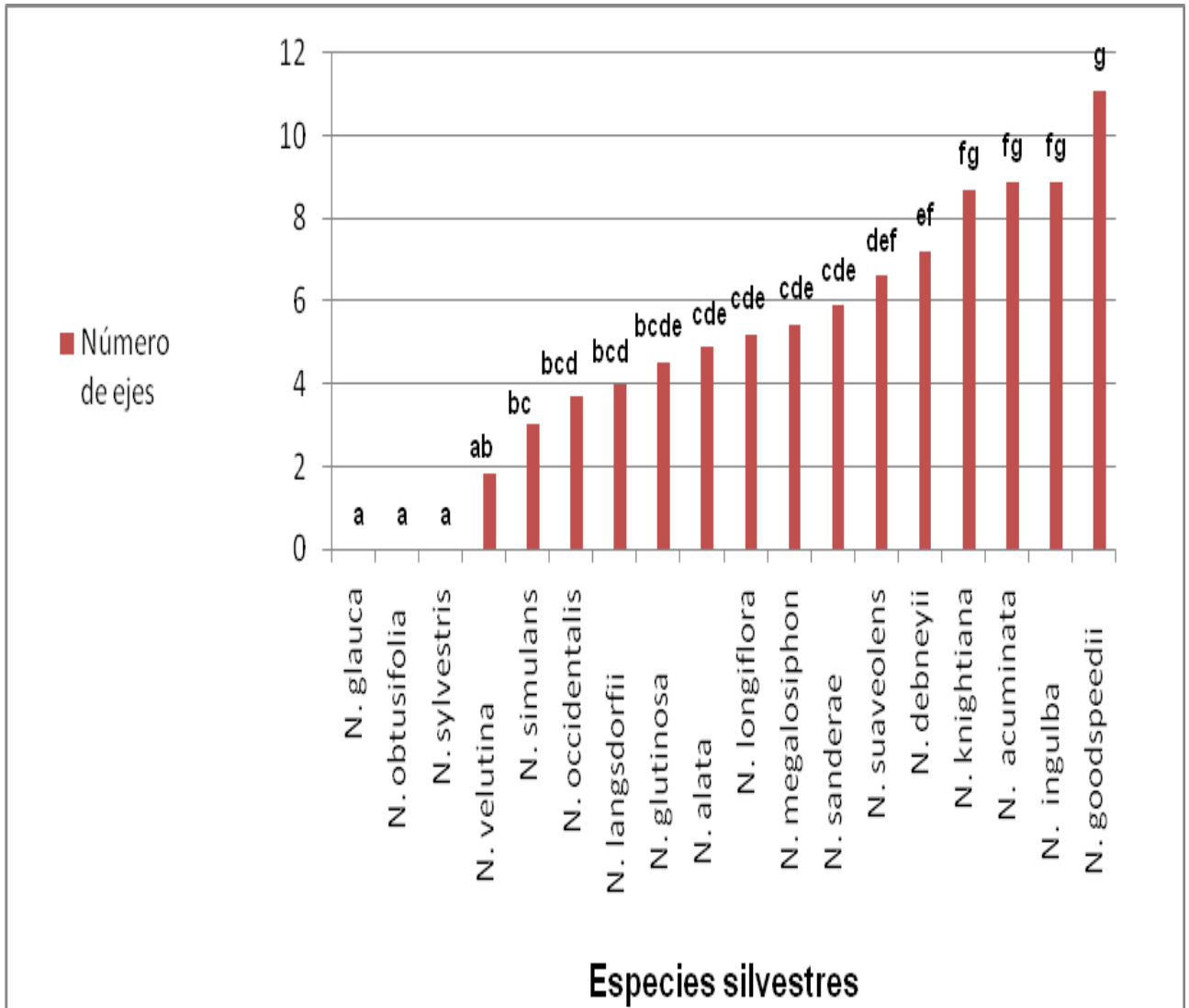
Se destaca que en las especies *N. ingulba*, *N. knightiana*, *N. goodspeedii* emergió la parásita en el 100% de las plantas en estudio. En el resto de las especies silvestres donde emergió el por ciento de infestación osciló entre el 50% y 90%.

La supervivencia o capacidad de emergencia de las plantas de *Orobanche* está interrelacionada con la instalación, ya que las primeras plantas en conectarse a la raíz del cultivo hospedero tienen mayores posibilidades de emerger (García *et al*, 1994).

En estudios realizados por Donev en 1973 citado por Torres (1986), se plantea que no basta solamente la humedad y la temperatura necesarias para la germinación de la parásita, sino que solo pueden germinar cuando están presentes determinadas sustancias químicas que únicamente las producen algunas especies de plantas.

En la figura 1 se aprecia el número de ejes de *Orobanche* emergidos en cada una de las especies estudiadas, así como la formación de los subconjuntos homogéneos.

Figura 1: Subconjuntos homogéneos de las especies en cuanto al número de ejes de *Orobanche* emergidos



En la figura 1 se aprecia la formación de siete subconjuntos homogéneos (a, b, c, d, e, f, g) los que fueron obtenidos mediante Duncan. El subconjunto a formado por las especies *N. glauca*, *N. obtusifolia*, *N. sylvestris* y la *N. velutina* con una significación de 0.203. El subconjunto b por las especies *N. velutina*, *N. simulans*, *N. occidentalis*, *N. langsdorfii* y *N. glutinosa* con una significación de 0.060. El subconjunto c constituido por *N. simulans*, *N. occidentalis*, *N. langsdorfii*, *N. glutinosa*, *N. alata*, *N. longiflora*, *N. megalosiphon* y *N. sanderae* con una significación de 0.052. El subconjunto d

integrado por *N. occidentalis*, *N. langdorffii*, *N. glutinosa*, *N. alata*, *N. longiflora*, *N. megalosiphon*, *N. sanderae* y *N. suaveolens* con una significación de 0.052. En el subconjunto e las especies *N. glutinosa*, *N. alata*, *N. longiflora*, *N. megalosiphon*, *N. sanderae*, *N. suaveolens* y *N. debneyii* con una significación de 0.069. El subconjunto f compuesto por *N. suaveolens*, *N. debneyii*, *N. knightiana*, *N. acuminata* y *N. ingulba* con una significación de 0.111. El subconjunto g formado por la *N. knightiana*, *N. acuminata*, *N. ingulba* y la *N. goodspedii*.

Desde el punto de vista estadístico no hay diferencia significativa entre las especies que conformaron cada subconjunto homogéneo y en el caso de las especies que estuvieron formando parte de dos subconjuntos es que posee algún grado de similitud con el resto de las especies que conformaron ambos grupos.

Durante el estudio se observó que las condiciones climáticas que prevalecieron en el ciclo de vida del sistema *Orobanchae*-tabaco fueron favorables para su desarrollo. En el período de diciembre 2007 hasta marzo 2008, el valor promedio de la temperatura máxima fue de 29.5 °C, el de la temperatura mínima de 16.9 °C, la temperatura seca de 24.4 °C, la humedad relativa fue de 72.5% y la lluvia se comportó en un promedio de 45.6 mm. La temperatura máxima en la campaña 2008-2009 se comportó en un 28.2 °C, la temperatura mínima en un 16.9 °C y la seca en un 23.3 °C.

En estudios realizados por (Díaz et al, 2001) se obtiene que varios factores climáticos influyen en la germinación de especies de *Orobanchae* como la humedad relativa, la lluvia y la temperatura siendo esta uno de los factores abióticos de mayor influencia y se estima que el rango óptimo para su ciclo de vida es entre 22 °C a 27 °C o levemente superior.

3.2 Resultados de la evaluación de algunas características morfoagronómica de las especies en estudio y la influencia de la emergencia de *Orobanche* en las mismas.

En el Tabla 6, se muestran los resultados obtenidos en la evaluación de la altura de las especies silvestres estudiadas del género *Nicotiana* con presencia o no de ejes de *Orobanche*.

Tabla 6: Resultados de la evaluación de la altura de la planta por especie en presencia o no de ejes de *Orobanche*.

Especies	Tratamiento	Altura de la planta (cm)	Significación
<i>N. longiflora</i>	Sin <i>Orobanche</i>	83.0	0.003
	Con <i>Orobanche</i>	81.9	
<i>N. acuminata</i>	Sin <i>Orobanche</i>	81.0	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	77.4	
<i>N. occidentalis</i>	Sin <i>Orobanche</i>	92.1	0.260
	Con <i>Orobanche</i>	91.7	
<i>N. alata</i>	Sin <i>Orobanche</i>	92.3	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	90.6	
<i>N. glutinosa</i>	Sin <i>Orobanche</i>	100.4	0.018
	Con <i>Orobanche</i>	99.0	
<i>N. debneyii</i>	Sin <i>Orobanche</i>	76.4	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	73.5	
<i>N. glauca</i>	Sin <i>Orobanche</i>	249.7	0.831

	Con <i>Orobanche</i>	249.9	
<i>N. ingulba</i>	Sin <i>Orobanche</i>	50.1	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	46.0	
<i>N. langdorffii</i>	Sin <i>Orobanche</i>	81.3	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	80.1	
<i>N. obtusifolia</i>	Sin <i>Orobanche</i>	80.4	0.301
	Con <i>Orobanche</i>	80.0	
<i>N. suaveolens</i>	Sin <i>Orobanche</i>	98.6	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	96.6	
<i>N. silvestris</i>	Sin <i>Orobanche</i>	175.9	0.522
	Con <i>Orobanche</i>	175.6	
<i>N. knighthiana</i>	Sin <i>Orobanche</i>	144.4	0.012
	Con <i>Orobanche</i>	141.7	
<i>N. megalosiphon</i>	Sin <i>Orobanche</i>	78.0	0.014
	Con <i>Orobanche</i>	76.8	
<i>N. sanderae</i>	Sin <i>Orobanche</i>	97.4	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	95.4	
<i>N. velutina</i>	Sin <i>Orobanche</i>	42.7	0.232
	Con <i>Orobanche</i>	42.2	
<i>N. simulans</i>	Sin <i>Orobanche</i>	81.6	0.020
	Con <i>Orobanche</i>	80.2	
<i>N. goodspedii</i>	Sin <i>Orobanche</i>	93.0	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	88.3	

Estos resultados muestran las diferencias entre ellas en cuanto a la altura. Se observaron genotipos de mayor altura como la *N. glauca* con 249 cm y siguiendo en orden consecutivo las especies *N. sylvestris*, *N. knightiana* y los menores en la *N. velutina*.

Estadísticamente los valores de la altura que no presentaron diferencias significativas teniendo en cuenta la presencia o no de la parásita *Orobancha ramosa* fueron los de las siguientes especies: la (*Nicotiana glauca*, *Nicotiana obtusifolia* y *Nicotiana sylvestris*) ya que en ellas no emergió la maleza, pero además los valores de la altura de la *N. velutina* y *N. occidentalis* tampoco presentaron diferencias significativas a pesar de que si brotó la parásita con 1.8 ejes y 3.7 ejes respectivamente. El resto de los valores de la altura de las especies estudiadas si presentaron diferencias significativas.

En las especies (*Nicotiana occidentalis*, *Nicotiana alata*, *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana langsdorfii*, *Nicotiana velutina*, *Nicotiana simulans*) donde la emergencia de *Orobancha* osciló entre 1.8 ejes a 4.9 ejes se observó una disminución del valor de la altura que varió entre 0.4cm a 1.7cm. En la *Nicotiana longiflora*, *Nicotiana. Suaveolens*, *Nicotiana. Megalosiphon*, *Nicotiana sanderae* donde emergieron entre 5.2 ejes a 6.6 ejes la altura disminuyó entre un 1.1cm a 2.0cm y en las especies *Nicotiana acuminata*, *Nicotiana debneyii*, *Nicotiana Ingulba*, *Nicotiana knightiana*, *Nicotiana. Goodspeedii* donde se evidenció mayor cantidad de ejes, entre 7.2 a 11.1 la disminución de la altura fue de 2.9cm a 4.7 cm.

Estos resultados corroboran estudios realizados por Singh *et al.* (1971) sobre la fisiología de la relación huésped-hospedero donde plantean que la infestación de *O. cernua* reduce la altura del tallo, el largo de la raíz, el número de hojas y el número y área total de la relación hojas/planta.

Esta influencia del parasitismo del *Orobanche* en el crecimiento de las plantas hospederas ha sido constatada en otros complejo parásito hospedero (Ter Borg, 1986; Graves, 1995; Barker *et al.*, 1996)

Los resultados de las evaluaciones realizadas en cuanto a longitud y anchura de la hoja se aprecian en la tabla 7, donde se pudo determinar la influencia de la presencia o no de la maleza parásita con respecto a estos parámetros.

Tabla 7: Resultados de la evaluación de la longitud y anchura de la hoja por especie en presencia o no de ejes de *Orobanche*.

Especies	Tratamiento	Longitud de la hoja (cm)	Significación	Anchura de la hoja (cm)	Significación
<i>N. longiflora</i>	Sin <i>Orobanche</i>	11.9	0.000	7.6	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	9.7		5.9	
<i>N. acuminata</i>	Sin <i>Orobanche</i>	14.4	0.000	2.2	0.079
	Con <i>Orobanche</i>	10.8		2.0	
<i>N. occidentalis</i>	Sin <i>Orobanche</i>	16.5	0.009	6.5	0.081
	Con <i>Orobanche</i>	15.6		6.1	
<i>N. alata</i>	Sin <i>Orobanche</i>	20.4	0.701	9.3	0.011
	Con <i>Orobanche</i>	20.3		8.9	
<i>N. glutinosa</i>	Sin <i>Orobanche</i>	16.5	0.002	12.7	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	15.8		11.3	
<i>N. debneyi</i>	Sin <i>Orobanche</i>	16.4	0.000	6.4	0.000
	Con <i>Orobanche</i>	13.5		4.5	

<i>N. glauca</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	15.1	0.822	3.1	0.732
	Con <i>Orobanchae</i>	15.0		3.2	
<i>N. ingulba</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	11.3	0.000	5.1	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	8.1		3.3	
<i>N. langdorffii</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	15.2	0.000	6.5	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	13.7		5.8	
<i>N. obtusifolia</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	14.7	0.036	6.6	0.039
	Con <i>Orobanchae</i>	14.2		6.1	
<i>N. suaveolens</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	25.0	0.000	6.4	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	22.8		3.9	
<i>N. silvestris</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	53.7	0.238	21.3	0.098
	Con <i>Orobanchae</i>	53.2		19.5	
<i>N. knighthiana</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	28.0	0.000	17.2	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	24.0		13.5	
<i>N. megalosiphon</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	13.4	0.936	6.7	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	13.4		5.4	
<i>N. sanderae</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	48.0	0.001	17.2	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	46.8		15.8	
<i>N. velutina</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	11.0	0.211	5.7	0.502
	Con <i>Orobanchae</i>	10.9		5.6	
<i>N. simulans</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	16.1	0.030	7.5	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	15.5		6.6	
<i>N. goodspedii</i>	Sin <i>Orobanchae</i>	16.2	0.000	6.3	0.000
	Con <i>Orobanchae</i>	11.9		3.2	

Dentro de las especies estudiadas la de mayor longitud de la hoja resultó ser la *N. silvestris* seguida por la *N. sanderae* y la que presenta menor longitud es la *N. velutina*.

No presentaron diferencias significativas en cuanto a longitud de sus hojas al tener en cuenta la presencia o no del *Orobanche* las especies *N. alata*, *N. glauca*, *N. silvestris*, *N. megalosiphon*, *N. velutina*. El resto de las especies si presentaron diferencias significativas.

En las especies (*Nicotiana occidentalis*, *Nicotiana alata*, *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana langsdorfii*, *Nicotiana velutina*, *Nicotiana simulans*) donde la emergencia de *Orobanche* osciló entre 1.8 - 4.9 ejes se observó una disminución en la longitud de la hoja hasta 1.5 cm, en las especies (*Nicotiana longiflora*, *Nicotiana. Suaveolens*, *Nicotiana. Megalosiphon*, *Nicotiana sanderae*) donde los ejes emergieron entre 5.2 - 6.6 la longitud disminuyó hasta 2,8 cm y en las especies *Nicotiana acuminata*, *Nicotiana debneyii*, *Nicotiana Ingulba*, *Nicotiana knightiana*, *Nicotiana. Goodspeedii* donde se evidenció mayor cantidad de ejes entre 7.2 - 11.1 disminuyó hasta 4.3 cm.

Los valores de la anchura de las hojas de las especies evaluadas oscilan desde 2.0 hasta 21.3 cm. La de hojas más anchas resultó ser la *N. silvestris* y la de menor anchura la *N. acuminata*. No presentaron diferencias significativas los valores de la anchura de la hoja, en presencia o no de ejes de la maleza, las especies *N. acuminata*, *N. occidentalis*, *N. glauca*, *N. silvestris*, *N. velutina*. El resto de las especies si presentaron diferencias.

En las especies (*Nicotiana occidentalis*, *Nicotiana alata*, *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana langsdorfii*, *Nicotiana velutina*, *Nicotiana simulans*) donde la emergencia de

Orobanche osciló entre 1.8 ejes - 4.9 ejes se observó una disminución del ancho de la hoja hasta 1,4 cm, en las especies (*Nicotiana longiflora*, *Nicotiana. Suaveolens*, *Nicotiana. Megalosiphon*, *Nicotiana sanderae*) donde los ejes emergieron entre 5.2 - 6.6 el ancho disminuyó hasta 2.5 cm y en las especies *Nicotiana acuminata*, *Nicotiana debneyii*, *Nicotiana Ingulba*, *Nicotiana knightiana*, *Nicotiana. Goodspeedii* donde se evidenció mayor cantidad de ejes entre 7.2 - 11.1 disminuyó hasta 3.7 cm.

Resultados similares han sido obtenidos por Rguez (1982) al plantear que tanto la longitud como la anchura de la hoja en las variantes parasitadas difieren significativamente de la variante testigo.

Otros autores plantean que el parasitismo de *Orobanche* afecta negativamente la morfología del hospedero (número de hojas y ramas) y reproductivos (número de racimos florales y peso de fruto), como también la cantidad y distribución de la materia seca de follaje y raíz.

Singh *et al.* 1971 en sus estudios sobre la fisiología de la relación huésped- parásito encontraron que la infestación de *Orobanche* reduce la altura de la planta y la tasa relativa de crecimiento de la hoja. La inhibición del crecimiento parece deberse a la continua extracción de metabolitos y nutrientes inorgánicos de la maleza.

Conclusiones

----- *Conclusiones*

1.- Según la emergencia de ejes de *Orobancha ramosa* L. en las especies silvestres, se diferenciaron siete subgrupos homogéneos. En la *Nicotiana glauca*, *Nicotiana sylvestris* y *Nicotiana obtusifolia* no emergieron ejes de *Orobancha ramosa* L. bajo las condiciones estudiadas.

2.- La especie silvestre de mayor valor en la altura resultó ser la *Nicotiana glauca* y de menor valor la *Nicotiana velutina*. La especie con mayor longitud y anchura de sus hojas fue la *Nicotiana sylvestris*.

3.- A medida que aumenta el número de ejes de *Orobancha* emergidos existe afectación en los valores de la altura de la planta, así como en la longitud y anchura de la hoja en las especies silvestres estudiadas.

Recomendaciones

Recomendaciones

1.- Estudiar el resto de las especies silvestre del género *Nicotiana*, que se encuentran conservadas en el banco de germoplasma, frente a la maleza parásita *O. ramosa*.

2.- Realizar estudios citogenéticos y bioquímicos a las especies silvestres estudiadas para conocer su composición y poder comparar si existe diferencias en cuanto a este aspecto entre las especies donde emergió o no el *Orobanche*.

Bibliografía

Bibliografía

Alfonso P. y María Antonia Barroso: Orobanche. 60 preguntas y respuestas. *Folleto de Compilación, Completamiento y Diseño Divulgativo*. Estación Experimental de Tabaco. Cabaiguán. 33pp., 2001.

Alonso L. C.: Resistence to Orobanche and resistence breeding; a review. In: Wegmann, K., L. J. Musselman and D. M. Joel., eds. *Current problems of Orobanche researches*. Proc. of the 4th Int. Orobanche Workshop, Albena, Bulgaria, 233 – 258, 1998.

Alvarado, A. J. y H. T. Tirado. Los usos rituales del tabaco, Ciudad de La Habana. Academia, 1995.

Apple, J.L. Transfer of resistance to black shank (*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*) from *Nicotiana plum baginifolia* to *Nicotiana tabacum*. *Phytopatology*, 52(1): 351-354, 1962.

Asociación argentina del Girasol URL: <http://www.asagir.org.ar/asagir2008>

Barker, E.R., M.C. Press, J.D. Scholes, and W.P. Quick. 1996. Interactions between the parasitic angiosperm *Orobanche aegyptiaca* and its tomato host: growth and biomass allocation. *New Phytol.* 133:637-642.

Brault, T. M.; S. Gibot-Leclerc and G. Sallé: Main features of the recent spreading of broomrape in French tobacco crop and efficiency of control methods. In: *CORESTA Meeting, Agro-Phyto Groups*, 2003. Bucharest, Rumania.

Chase, M. W., S. Knapp, A. V. Cox, J. J. Clarkson, Y. Butsko, J. Joseph, V. Savolainen and A. Parokkonny. Molecular systematics, GISH and the origin of hybrid taxa in *Nicotiana* (Solanaceae). *Ann. Bot.*, 92: 107-127, 2003.

Cubero, J.I. 1994. Breeding work in Spain for Orobanche resistance in faba bean and sunflower. En: Pieterse, A.H, Verkleij, J.A.C. & Borg, ter Borg, S.J. eds. *Proc. 3rd Int. Workshop on Orobanche and related Striga Research*. Royal Tropical Institute, Amsterdam, Países Bajos, 465-473.

Delon, R. Sources of resistance to the tobacco blue mold (*Peronospora tabacina* Adam.). *CORESTA*, 3(4): 120-126, 1992.

Delon, R., C. Poisson, J. C. Bardon and P. Taillurat. Les Nicotianées en Collection à L'Institut du Tabac de Bergerac. 3^{ra} ed., 83, Ed. Seita, Bergerac, Francia, 1999.

Dhanapal, G.N., P. C. Struick and M. Udayakumar: Management of broomrape (*Orobanche* spp.)- A reviews. *J. Agronomy & Crop Science*, 175: 335 - 359, 1996.

Dhanapal, G.N., ter Borg, S.T. y Struik, P.C.: Integrated approach to *Orobanche* control in India. En: Fer, A.,Thalouarn, P., Joel, D.M., Musselman, L.J., Parker, C. & Verkleij, J.A.C. eds. *Proc. of the 7th Int. Parasitic Weed Symposium*. Nantes, Francia. 282-285, 2001.

Díaz, J., and H. Norambuena. 2001. Parasitism and phenology of *Orobanche ramosa* L. on tomato. p. 7. In Fer, A., P. Thalouarn, D.M. Joel, L.J. Musselman, C. Parker and J.A.C. Verkleij (eds.). *Proc. International Parasitic Weed Symposium*. 7th, Nantes, France. 5-8 June 2001. Univ. de Nantes, Nantes, France.

Díaz, J.: Control selectivo de *Orobancha ramosa* L. en tomate con herbicidas sulfonilureas. In Drolhe, E., L. C. Luchini, C. A. Spadotto y L. Soares (eds.). *Anais XXIV Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas*. 24 – 28 de mayo de 2004. CD-ROM. ISBN 85 – 98410 – 01 – 2. Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, São Pedro, Brasil.

Dimeska, V.; S. Stojkov: Possibilities for control of the broomrape disease (*Orobancha* spp) in tobacco culture. *CORESTA Meeting, Agro-Phyto Groups*, 2003.

Ejeta, G., Mohammed, A., Rich, P. Melakeberhan, A., Housley, T.L. y Hess, D.E. 2000. Selection for mechanisms of resistance to *Striga* in sorghum. *En: Hausmann, B.I.G., Hess, D.E., Koyama, M.L., Rivet, L., Rattunde, H.F.W. & Geiger, H.H. eds. Breeding for Striga resistance in cereals. Proc. of a workshop held at IITA., Ibadan, Nigeria*. Margraf Verlag, Weikersheim, Alemania, 29-37.

Espino, E. Guía para el cultivo del tabaco. Ed. AGRINFOR, Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 17-46, 2009.

Espino, E. y Xiomara, Rey. Habana 75.1; Nueva variedad de tabaco negro para cultivo bajo tela resistente al moho azul, *Agrotecnia de Cuba*, 20(1): 17-24, 1988.

Espino, E.: *Guía para el cultivo del Tabaco 2007 - 2008*. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR, La Habana. 52p., 2007.

Espino, E.: *Manual práctico del supervisor agrícola del tabaco*. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR, La Habana. 60p., 2006.

FAO. 2004. Producción mundial de tabaco. Anuario de Cuba, 202 pp.

Fernández, E., E. Pérez y F. Piedra: Manejo integrado de plagas en plantaciones de tabaco en Cuba. *En: Seminario Científico Internacional de Sanidad Vegetal*. La Habana, 10 – 14 de abril de 1990. p.174.

Florentine, S.K., Westbrooke, M.E., Gosney, K, Ambrose, G y O'Keefe, M (2006). - The arid land invasive weed *Nicotiana glauca* R. Graham

Foy, C.L., Jacobsohn, R. y Jain, R. 1988. Screening of *Lycopersicon* spp. for glyphosate and/or *Orobanchae aegyptiaca* Pers. resistance. *Weed Res.* 28: 383-391.

Frost, D.L., Gumey, A.L., Press, M.C. y Scholes, J.D. 1997. *Striga hermonthica* reduces photosynthesis in sorghum: the importance of stomatal limitations and a potential role for ABA?. *Plant cell and environment* 20: 483-492.

Fuentes, V. Especies ornamentales de Solanaceae en Cuba. En: VI Taller Internacional sobre recursos filogenéticos. FITO GEN 2005. 2-4 noviembre 2005, Sancti Spiritus. Memorias pag 95-96. 2005.

García, H.: Caracterización biométrica y citogenética de híbridos interespecíficos y progenitores de género *Nicotiana*" (inédito), Tesis para optar por el grado científico de Master en Ciencias, La Habana, 1996.

García-Torres, L., F. López-Granados, and M. Castejón-Muñoz. 1994. Preemergence herbicides for the control of broomrape (*Orobanchae cernua* Loefl.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Weed Res.* 34:395-402.

García-Torres, L., López-Granados, F., Jurado-Expósito, M. & Díaz-Sánchez, J. 1999. Chemical control of *Orobanchae* spp. in legumes: Advances in Parasitic Weed Control at On-farm Level: Achievement and constraints. En: Kroschel, J., Abderahibi, M. & Betz, H., eds. *Vol. II. Joint Action to Control Orobanchae in the WANA Region*. Margraf Verlag, Weikersheim, Alemania, 239-250.

Geipert, S., Kroschel, J. y Sauerborn, J. 1996. Distribution and economic importance of *Orobanchae crenata* in faba bean production of Morocco. En: Bertenbreiter, W. & Sadiki, M., eds. *Rehabilitation of Faba Bean. Proc. 1st Maghrebian Seminar on Faba Bean Research*. Rabat/Marruecos, 113-120.

Gil, J. Martín, L. M. y Cubero, J. L. 1987. Genetics of resistance in *Vicia sativa* L. to *Orobanchae crenata* Forsk. *Plant Breeding* 99: 134-143.

Goldwasser, Y., Kleifeld, Y. y Rubin, B. 1997. Variations in vetch (*Vicia* spp.) response to *Orobanchae aegyptiaca* Pers. *Weed Sci.* 45: 756-762.

Goodspeed, G.T. 1954. The genus *Nicotiana*. *Chronica Botánica*. 16: 1-6 pp.

Goodspeed, T. G. The genus *Nicotiana*. Description of the genus. *Crónica botánica*. Vol 16, No 1/6. 1950.

Graves, J.D. 1995. Host-plant responses to parasitism. p. 206-225. *In Press*, M.C. and Graves, J.D. (eds.). *Parasitic Plants*. Chapman & Hall, London, UK.

Greuter, W., J. McNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgueiras, D. H. Nicolson, P. C. Silva, J. E. Skog, P. Treharne, N. J. Turland, and D. L.

Harald, K; J. Pierre; P. Bonnet and P. Ricci. Physiological and molecular characteristics of eliciting induced systemic acquired resistance in tobacco. *Plant Physiology*. 10:365-376, 1996.

Hawksworth. International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code) adopted by the Sixteenth International Botanical Congress St. Louis, Missouri, July - August 1999. Koeltz Scientific Books, Königstein, 138, 2000.

Hernández, A, J. M. Pérez, D. Bosch y otros: *Nueva versión de clasificación genética de suelos en Cuba*. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. Ciudad de la Habana. 64p., 1999.

Jacobsohn, R. 2002. Chemical control of broomrape in Israel, successes and failures. In 2nd joint meeting of working groups 2 and 4 of COST Action 849, Parasitic plant management in Sustainable agriculture, Obermarchtal, Alemania. pp. 11.

Japan Tobacco International. The genus *Nicotiana* Illustrated. Japan Tobacco International, Tokio, 75, 1994.

Jaramillo, S. y M. Baema. Material de apoyo a la capacitación en conservación ex situ de recursos filogenético. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Colombia, 2000, 210pp.

Jurado, M., Castejón, M. y García, L. 1997. Broad bean and lentil seed treatments with imidazolinones for the control of broomrape (*Orobanche crenata*). *J. Agricultural Science* 129: 307-314.

Khalid, S.A., Saber, H.A. El-Sherbeeney, M.H., El-Hady, M.M. y Saleen, S.R. 1993. Present state of *Orobanche* resistance breeding in faba bean in Egypt. *En: Pieterse, A.H., Verkleij, J.A.C. & ter Borg, S.J. eds. Proc. 3rd Int. Workshop on Orobanche and related Striga Research*. Royal Tropical Institute, Amsterdam, Países Bajos. 455-464.

Khan M Q, Narayan RKJ. Phylogenetic diversity and relationships among species of genus *Nicotiana* using RAPDs analysis. *Afr J Biotechnol*. 2007; 6(2):148-162.

Kleifeld, Y., Goldwasser, Y., Plakhine, D., Eizenberg, H., Herzlinger, G. y Golan, S. 1999. Selective control of *Orobanche* spp. in various crops with sulfonylurea *parasitic weed control at on-farm level*. Vol. II. Joint Action to Control Orobanche in the WANA Region. Margraf Verlag, Weikersheim, Alemania. 251-257.

Klein, O. and J. Kroschel: Biological control of *Orobanche* spp with *Phytomyza orobanchia*: a review. *Biocontrol*, 47: 245 – 277, 2002.

Knapp, S., M. W. Chase and J. J. Clarkson. Nomenclatural changes and a new sectional classification in *Nicotiana* (*Solanaceae*). *Taxon.*, 52: 73–82, 2004.

Kroschel, J. 2001. *A Technical Manual for Parasitic Weed Res. and Extension*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Países Bajos. 256 pp.

Lakshminarayana, R. Tobacco (*Nicotiana* species) research in India progress, problems and prospects. *Indian Journal of Agricultural Science*. 68(8): 474-483, 1998.

Lewis, R. and J. Nicholson. Aspects of the evolution *Nicotiana tabacum* L. and the status of United State *Nicotiana* gemoplasm collection. *Genet Resour. Crop. Evol.*, (5a):727-740, 2007.

Lewontin, R. C. *La base genética de la evolución*. Ediciones Omega, S.A., 238pp. 1979.

Li, B. C.; W. Bass and P. Cornelius. Resistance to tobacco black shank in *Nicotiana* species. *Crop Science*. 46:554-560, 2006.

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

Linke, K.H., Sauerborn, J. y Saxena, M.C. 1989. *Orobanchae field guide*. University of Hohenheim, Germany/ICARDA, Aleppo, Siria (también disponible en árabe).

Linnaeus, C. *Species Plantarum*. ed. 1, Salvius, Stockholm, 1753.

Lolas, P. C.: Control of broomrape (*Orobanchae ramosa* L.) in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Weed Science*, 34 (3): 427 – 430, 1986.

Maass, E. 2001. Spontaneous germination in *Striga*. En: Fer, A. Thalouarn, P., Joel, D.M., Musselman, L.J., Parker, C. & Verkleij, J.A.C., eds. *Proc. of the 7th Int. Parasitic Weed Symposium*. Nantes, Francia. pp. 129.

McDaniel, C. N. Rapid flowering *Nicotiana tabacum* L. Sexual Plant Reproduction. 12 (2):123-124, 1998.

Muñiz, R. El parasitismo del *Orobanchae* en el tabaco y otros cultivos de importancia económica. II. Parte. *Boletín de Reseñas. Tabaco*. 3, 51p., 1980.

Murthy, N. S.; R. V. Rao and C. R. Nageswara: Screening of tobacco germplasm lines using modified augmented design. *Tob Res*. 20(2): 91-96, 1994.

Naredo, J. A. El Tabaco Cimarrón. *Cuba Tabaco*, 56: 64-65, 1985.

Núñez, J. A. El viaje del Habano. Ciudad Habana: Empresa Cubana del Tabaco, 123 pp, 1994.

Orstein, L: Disc electrophoresis I. Background and Theory. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1(21), 321 – 349, 1964.

Parker, C. y Riches, C.R. 1993. *Parasitic Weeds of the World: Biology and Control*. CAB International, Wallingford, Oxon, Reino Unido. pp. 332.

Paunescu, A. D.; M. Paunescu ; A. Militaru y A. Burcea. The progress achieved in tobacco breeding in Romania. En: Joint meeting of the CORESTA. Agronomy and Phytopathology study groups. September 30 - October 4, 2001. Cape Town, South Africa.

Pérez R. Comportamiento del herbicida Trefflán en el control de *Orobanche ramosa* L. en la producción tabacalera. En *Tesis de Especialista en el cultivo del Tabaco*. Centro Universitario Sancti Spiritus. 31pp. Julio 2006.

Pieterse, A. H., García Torres, L., Al Menoufi, O.A., Linke, K.H. y ter Borg, S.J. Integrated control of the parasitic angiosperm *Orobanche* (broomrape). 2nd *Int. Food Legume Research Conference*. Cairo, Egipto. pp. 9, 1992.

Psareba, E. H. Klasificacia *Nicotiana tabacum*. Cbornik. 154: 25-89, 1969

Quesada Yero Saily y Yilka Mena Linares: Trabajo Final de Curso de Farmacognosia. Especie Silvestre *Nicotiana Megalosiph*. Universidad Central de las Villas. 2008

Quintana, G. I. Martínez; A. Núñez y otros: Uso del trefflán y el flordimex en el manejo integrado contra el *Orobanche ramosa* L. en la producción tabacalera de las provincias centrales. En: *Taller de Intercambio de Experiencia entre Productores e Investigadores*. Estación Experimental del Tabaco. Cabaiguán. Plegable. Diciembre 2006.

Quintana, G.; I. Martínez; G. Bello y A. Núñez: Control de brotes de orobanche en la producción tabacalera utilizando diferentes herbicidas y rotación en el cultivo del boniato. En: *Consejo Científico del Instituto de Investigaciones del Tabaco, La Habana*. Resultado Científico. Septiembre 2004.

Relova, R.: Presencia y manejo de malezas parasíticas (*Orobanche* spp) en cultivos anuales. En: Conferencia enviada vía e-mail. 8 pp. Septiembre 2005

Riches, C.R. 1989. *The biology and control of Alectra vogelii* Benth. (Scrophulariaceae) in Botswana. University of Reading, Reino Unido. (Tesis Ph.D.)

Rodríguez R.: Efecto del Orobanche (*Orobanche ramosa* L.) sobre tabaco negro tabaco. I. Consecuencias económicas. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Tabaco*. 5 (1/2): 27 - 38, 1982.

Rodríguez Ojeda, M. J.; F. Fernández Escobar; y L. C. Alonso: Sunflower inbred line (KI - 374) carrying two recessive genes for resistance against a highly virulent Spanish population of *Orobanche cernua* Loef./*O. cumana* Wallr. Race 'F'. In: *Proc. of the 7th Int. Parasitic Weed Symposium*, Nantes, Francia, 208 - 211, 2001.

Saber, H.A., Omer, M.A., Ea-Hady, M.M., Mohmoud, S.A., Abou-Zeid, N.M., y Radi, M.M. 1999. Performance of a newly-bred faba bean line (X-843) resistant to *Orobanche* in Egypt. En: Kroschel, J., Abderahibi, M., Betz, H. eds. *Advances in Parasitic Weed Control at On-farm Level*. Vol. II. Joint Action to Control *Orobanche* in the WANA Region. Margraf Verlag, Weikersheim, Alemania. 251-257.

Schmitt, U., Schluter, K. y Boorsma, P.A. 1979. *Control químico de Orobanche crenata en habas*. Boletín Fitosanitario FAO, 29: 88-91.

Scholthof, K. B. G. Tobacco Mosaic Virus: A Model System for Plant Biology. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 42: 13-34, 2004.

Singh, Jai N., J.N Singh and T.B. RAI. Studies on the physiology of host-parasite relationship in orobanche. 2. Growth and mineral nutrition of host and parasite. *Physiologia Plantarum* 25 (3): 425-431, 1971.

Siva Raju, K., M. Sheshumadhav, C. Chandrasekhararao and T. G. K. Murphy. Molecular diversity in genus *Nicotiana* as revealed by randomly amplified polymorphic DNA. *Indian Journal of Biotechnology*, 8:61-66, 2009.

Specht, C. E.; V. Freytag; K, Hammer; a. Baner. Survey of seed germinability after long term storage in the Gaterleben genebank. *Plant genetic Resources Newsletter*. 115: 39-43, 1998.

Subhashini, R. Genetic improvement in Indian tobaccos. Tobacco symposium, Indian tobacco problems and prospects Rahamundry, India. 20-23 January 1998. p. 16-18.

Ter Borg, S. J. 1986. Effects of environmental factors on *Orobanche*-host relationships: A review and some recent results. p. 57-69. In S.J. Ter Borg (ed.). Proc. of a Workshop in Biology and Control of *Orobanche*. 13-17 January. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

Torrecilla, G. El banco de germoplasma una garantía para la conservación del género *Nicotiana*. Tobacco irrigation, 2(1): 17-18, 2011.

Torrecilla, G. 1986. Evolución del género *Nicotiana*. Su conservación y estudio en Bancos de Germoplasma. *Boletín de Reseñas. Tabaco*. 10: 3 - 8 pp.

Torrecilla, G.; A. Pino.; P. Alfonso.; A. Barroso. Metodología para las mediciones de los caracteres cualitativos de la planta de tabaco. *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Tabaco*. 3 (1): 21 - 61, 1980.

Torres, R. El Orobanche en el cultivo del tabaco. *Boletín de Reseñas*. 1 (5), 31pp. 1974.

Torres R. Orobanche ramose, Fanerogama parásita Especies de plantas hospedantes. *Ciencia Técnica Agricultura Tabaco*. 9(1):7-17, 1986.

Valdés, M. I. Caracterización de la variabilidad genética en una colección de especies del Banco de Germoplasma del género *Nicotiana* L. en Cuba. Tesis en opción del grado científico de doctor en ciencias biológicas. Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba, 2010.

Vasilakakis, C. B.; R. M. Vezirtjoglou and C. S. Hadzistavros: The effects of polydynamic agrochemical on the broom rape on the broom rape (*Orobanche ramosa* L.) of tobacco in the field. *CORESTA Congress Guangzhou*, p. 146, 1993.

Worsham, A.D. 1987. Germination of witchweed seeds. In Musselman, L.J., ed. *Parasitic weeds in agriculture*. Vol. 1. *Striga*. CRC Press, Boca Raton, Florida, Estados Unidos de América. 45-61.

Zhelev, N.S. et al. Physiology of broomrape parasitism on tobacco. III. Investigation of soluble carbohydrate. *Nauch. Trud. Bulg. Tyutyum*. 2: 276-282, 1974.

Anexos

A N E X O 1



Especies silvestres plantadas en macetas

ANEXO 2



Especie silvestre *N. glauca*



Flores de *N. glauca*

ANEXO 3



Especie silvestre *N. sylvestris*



Flor de *N. sylvestris*

ANEXO 4



Especie silvestre *N. obtusifolia*



Flor de *N. obtusifolia*