ISSN: 2305 - 3771

CUBA TABACO

CIENCIA Y TÉCNICA

Vol. 16, No. 2, 2015

ALOE VERA: BENEFICIOS Y APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA

EFECTOS ADVERSOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROCESO AGRÍCOLA DEL TABACO NEGRO

CUBA TABACO

Ciencia y Técnica

TABACUBA
Instituto de Investigaciones del Tabaco

Vol. 16, No. 2, 2015

COMITÉ EDITORIAL

PRESIDENTE:
MSc. Ana Yansy Cuellar González

SECRETARIA:
Lic. Roxana García Menéndez

MIEMBROS:
Dra. Verónica Toledo Sampedro
Dr. Nelson Rodríguez López
MSc. Ailyn Villalón Hoffman
MSc. Betty Hernández García
MSc. Amaury Borges Miranda
MSc. Antonio Núñez Mansito
MSc. Julio M. Lobo Malo
MSc. Humberto L. García Cruz
DMV Yarely Centeno Miranda
Ing. María de los Ángeles Barbería
Ing. Dayán Hernández Pérez
Técn. Maribel Pérez Menéndez

ÁRBITROS
Dra. Verónica Toledo Sampedro
Dra. Luisa Anabel Pino Pérez
Dra. Nancy Hernández Almanza
Dr. Yunior M. Morán Gómez
MSc. Ailyn Villalón Hoffman
MSc. Lisette Monzón Herrera
MSc. Milagros Domínguez Molina
MSc. M. Walkiria Williams Jiménez
MSc. Julio M. Lobo Malo
MSc. Amaury Borges Miranda
MSc. Humberto L. García Cruz
MSc. Betty Hernández García
MSc. Yarilis León González
MSc. Emis C. Mena Padrón
MSc. Nancy Santana Ferrer
MSc. Pedro L. Cordero Hernández
MSc. Miguel Díaz Hernández
MSc. Mileidy Cabrera Esmory
MSc. Madeleyne Jacomino Hernández
MSc. Nayrobi Aguirre Vergara
MSc. Juan Luis Pérez Rodríguez
MSc. Yoan Rodríguez Marrero
MSc. Leonardo Hurtado Luna
MSc. Guillermo Quintana Vara
DMV. Yarely Centeno Miranda
Ing. Vanessa Martín Abreu
Lic. Milagros García Alemañy
Lic. Rosario Domínguez Larrinaga
Lic. Isabel Márquez Leyva
Lic. María Esther Hernández Reyes
Lic. Martín Cuervo Fernández

Revista dirigida a investigadores, técnicos y obreros del sector tabacalero y a todo aquel interesado en conocer acerca del maravilloso mundo del tabaco

La revista Cuba Tabaco tuvo sus orígenes a finales de los años 70 y se editó periódicamente hasta 1989. En ella se publicaban artículos periodísticos acerca de temas relacionados con el tabaco.

Luego de varios años, el Instituto de Investigaciones del Tabaco retomó el título para comenzar a editar su propia revista, Cuba Tabaco, que se publica semestralmente e incluye los resultados más significativos de las investigacione, así como otros aspectos de interés en la actividad.

Aborda temas como mejoramiento genético, fitotecnia y control fitosanitario, suelos y agroquímicos, fisiología, fitopatología y en general de toda la cadena agrícola, preindustrial e industrial del tabaco.

La revista tiene un corte esencialmente científico, con el 90 % de su contenido destinado a artículos investigativos originales y el resto dedicado a la divulgación científico técnica en la esfera del tabaco. Se publica en español e incluye título, palabras claves y resúmenes en inglés de cada artículo.

Pueden publicar en ella todos los investigadores y especialistas provenientes de centros de investigación afines, que aporten trabajos originales relacionados con el agronegocio tabacalero, ya sea de Cuba o desde el exterior.

Solo tienen que visitar nuestra página Web y remitirse a las *Instrucciones a los autores* que se incluyen en cada número de la revista.

No pierda la oportunidad de suscribirse a nuestra publicación semestral Cuba Tabaco, que le brinda el panorama científico técnico actual del sector tabacalero cubano, el cual con su vasta experiencia ha mantenido el liderazgo mundial del prestigioso tabaco cubano.

REDACCIÓN Y REALIZACIÓN

EDICIÓN: *Lic.Roxana García Menéndez*
DISEÑO: *Tec. Yamilka Moreno Díaz*
CORRECCIÓN: *Lic.Carmen del Pino Odio*

SITIO WEB: http://www.iitabaco.co.cu

Publicación inscrita en Registro de Publicaciones Seriadas
RNPS: 0358

Casa Editorial: *Instituto de Investigaciones del Tabaco*
Carretera Tumbadero, km 8 1/2, San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba.
Telfs.: (57-047) 32-34-42, 32-34-45
E-mail: informacion2@iitabaco.co.cu

TABACUBA
Instituto de Investigaciones del Tabaco

CUBA TABACO

CONTENIDO

Vol. 16, No. 2, 2015

ACUMULACIÓN DE CLORO EN RESPUESTA A RESTRICCIONES HÍDRICAS..... 3
Lisette Monzón Herrera, Abdón Joaquín Trémols González, Leysi Álvarez Barrabí, Ailyn Villalón Hoffman, Lázaro Chávez García

ANÁLISIS DE ALCALOIDES TOTALES COMO NICOTINA Y NITRÓGENO TOTAL EN TABACO NEGRO MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS) 9
Amaury Borges[1], Isabel Márquez[1], María Elena Torres[2], Dania Pino[3], Deliani González[1], Yudeyki Almuiña[1], Juan Jimenez[4], Carlos Pérez[5] y Manuel Álvarez[4,5]

COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE SEIS CULTIVARES DE TABACO VIRGINIA 17
Miguel Díaz Hernández, Emis C. Mena Padrón, Hilda R. Menéndez Padrón

INFLUENCIA DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE TABACO BAJO TELA TRATADO CON OLIGOELEMENTOS EN LA REDUCCIÓN DE LA MANCHA VERDE 22
Yenssi Acosta Aguiar, Betty Hernández García, Yarilis León González, Milagros García Rubido, Yoanna Cruz Hernández

EVALUACIÓN DE INDICADORES FÍSICOS DE SUELOS DEDICADOS AL TABACO BAJO TELA EN SAN JUAN Y MARTÍNEZ 29
Leonel Martínez Acosta, Daniel Ponce de León Lima, Guillermina Hernández Vigoa, José Ramón Cabrera Alfonso y Milagros García Rubido

EFECTO DE LA REINOCULACIÓN DE MICORRIZAS CON LA REDUCCIÓN DEL FERTILIZANTE MINERAL EN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL TABACO NEGRO CULTIVADO BAJO TELA 36
Yoanna Cruz Hernández, Rodolfo Plana Llerena, Milagros García Rubido, Yarilis León González, Yenssi Acosta Aguiar

INFLUENCIA DEL NITRATO Y AMONIO EN LAS AFECTACIONES POR MANCHAS EN EL CURADO, EN EL RENDIMIENTO DEL TABACO NEGRO BAJO TELA 46
Alejandro Izquierdo Medina, Betty Hernández García, Nelson Rodríguez López, Juan Miguel Hernández Martínez

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE VARIEDADES COMERCIALES DE TABACO NEGRO AL SOL EN PALO EN DIFERENTES ÉPOCAS DE PLANTACIÓN 52
Antonio Núñez Mansito, Guillermo Quintana Vara, Mileidy Cabrera Esmory, Yoan Rodríguez Marrero

Reseña
ALOE VERA: BENEFICIOS Y APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA 60
Yenssi Acosta Aguiar

Generalidades
EFECTOS ADVERSOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROCESO AGRÍCOLA DEL TABACO NEGRO 67
Ailyn Villalón Hoffman, María de los Ángeles Barbería Blanco, Abdón Joaquín Trémols González, Eumelio Espino Marrero, Yeramis Cánepa Ramos, Luis Enrique Blanco Martínez, José Mario Guardiola Pedroso

Comunicación Breve
'L-23': NUEVA LÍNEA DE TABACO VIRGINIA RESISTENTE A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES
'L-23' NEW VIRGINIA TOBACCO LINE RESISTANT TO THE MAIN DISEASES 76
Miguel Díaz Hernández, Emis C. Mena Padrón, Hilda R. Menéndez Padrón, Arnaldo Hernández Carbo

ACUMULACIÓN DE CLORO EN RESPUESTA A RESTRICCIONES HÍDRICAS

Lisette Monzón Herrera, Abdón Joaquín Trémols González, Leysi Álvarez Barrabí, Ailyn Villalón Hoffman, Lázaro Chávez García
Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera Tumbadero km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa. agricola1@iitabaco.co.cu

RESUMEN

La regulación del balance hídrico mediada por iones inorgánicos en las plantas es un fenómeno poco conocido, tanto a nivel fisiológico como molecular. Investigaciones muy recientes realizadas en plantas de tabaco sugieren que la acumulación de Cl^- en las hojas a niveles propios de un macronutriente, constituye un mecanismo adaptativo empleado por las plantas para mejorar su resistencia al estrés hídrico El objetivo de este trabajo es definir si este mecanismo de acumulación de cloro en las hojas de plantas estresadas hídricamente se expresa en nuestros cultivares. El experimento se realizó en condiciones controladas; en él se sometieron a estrés hídrico plantas de los cultivares 'Criollo 98', 'Corojo 99', 'Corojo 2006', 'Habana 92' y 'Habana 2000'. A las hojas de estas plantas se les determinó el porcentaje de materia seca y el contenido foliar de cloro y potasio. Los valores de materia seca disminuyeron en todos los cultivares, con la reducción de la disponibilidad de agua. El cultivar 'Corojo 2006' es el que menos redujo su materia seca y el que mayores valores de cloro alcanzó. El contenido de potasio disminuyó en los cultivares de mayor tolerancia al estrés hídrico y el de cloro se incrementó en todas las plantas en respuesta a este. Los cultivares de mayores niveles de cloro foliar se corresponden con los de mayor tolerancia al estrés hídrico. Los resultados de este trabajo corroboran que el incremento de cloro foliar constituye un mecanismo adaptativo empleado por las plantas para mejorar su resistencia al estrés hídrico.
Palabras clave: *cloro, potasio, estrés hídrico, tabaco*

ABSTRACT

CHLORIDE ACCUMULATION IN RESPONSE TO DROUGHT STRESS

Hydric control regulation in plants is a phenomenon not well known, in the physiological order as well as in the molecular order. There are some recent researches carried out on tobacco that suggest that chloride foliar accumulation can be an adaptive mechanism used by plants to improve water stress resistance. The aim of this paper was to define if this mechanism of chloride foliar accumulation in drought stressed plants is expressed in our cultivars. The research was carried out under controlled conditions in which the cultivars 'Criollo 98', 'Corojo 99', 'Corojo 2006', 'Habana 92' and 'Habana 2000' were submitted to hydric stress. Dry mass percentage, potassium and chloride foliar content were quantified. Chloride foliar content increases in all cultivars as a result of drought stress. 'Corojo 2006' reaches the highest chloride foliar content and the lowest dry mass reduction. Potassium content was lower in water stress tolerant cultivars. The highest chloride values were detected on the cultivars that were reported as the more tolerant to drought stress. These results corroborate that chloride foliar increments constitute an adaptive mechanism used by plant to improve its resistance to drought stress.
Key words: *chloride, potassium, drought stress, tobacco*

INTRODUCCIÓN

El proceso de reconocimiento y respuesta ante una acción que representa un estrés para una planta desencadena un conjunto de cambios, que se suceden en una estrategia para modificar en mayor o en menor grado el estado de no normalidad. Existen varias clasificaciones de los factores de estrés. En general, pueden ser físicos, químicos y bióticos; los dos primeros se clasifican como abióticos, y dentro de estos, el estrés hídrico y el producido por baja temperatura son de amplia repercusión para el crecimiento y productividad de las plantas (Tambussi, 2004).

Los mecanismos de prevención del estrés hídrico constituyen la primera respuesta de las plantas a la sequía y permiten regular el balance hídrico minimizando la pérdida de agua por los estomas y optimizando su captura desde la raíz mediante la estimulación diferencial de su crecimiento y mediante la estimulación de la conductividad hídrica radicular (Kramer y Boyer, 1995).

La regulación del cierre estomático es un mecanismo esencial en la viabilidad de las plantas y por tanto está muy finamente regulado por estas a través de diversos estímulos. El déficit hídrico, por mediación de la fitohormona ácido abscísico (ABA), activa la salida masiva de aniones (Cl^-, NO_3^-, malato) y de K^+, y por tanto de agua, de las células guarda (Schroeder y Hagiwara, 1989) reduciendo su turgencia y favoreciendo el cierre del estoma. El ajuste osmótico de las células vegetales es otro de los mecanismos empleados por las plantas para minimizar la deshidratación, asociado fundamentalmente a la biosíntesis de moléculas orgánicas u osmolitos compatibles, aunque más recientemente algunas investigaciones han demostrado la participación directa de iones inorgánicos (K+, Na+ y Cl-) en el ajuste osmótico intracelular a corto plazo (Shabala y Lew, 2002; Shabala *et al*., 2000).

A nivel de planta completa, la regulación del balance hídrico mediada por iones inorgánicos es un fenómeno poco conocido, tanto a nivel fisiológico como molecular. Investigaciones recientes realizadas en plantas de tabaco sugieren que la acumulación de Cl^- en hojas a niveles propios de un macronutriente, en mayor medida que otras moléculas como el NO_3^- o incluso el K^+, constituye un mecanismo adaptativo empleado por las plantas para mejorar su resistencia al estrés hídrico (Brumós & Colmenero-Flores, citado en web). El objetivo de este trabajo es definir si este mecanismo de acumulación de cloro en las hojas de plantas estresadas hídricamente se expresa en los cultivares de tabaco cubanos que actualmente se comercializan.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en condiciones controladas; se sometieron a estrés hídrico plantas de los cultivares 'Criollo 98', 'Corojo 99', 'Corojo 2006', 'Habana 92' y 'Habana 2000'. Las plántulas provenientes de un semillero de bandejas flotantes fueron trasplantadas a macetas plásticas de 10 kg de suelo Ferralítico Rojo Compactado (Hernández *et al*., 1999). En cada maceta se sembraron tres plantas, que fueron fertilizadas según lo establecido en la estrategia para tabaco Negro tapado. Los tratamientos se replicaron cuatro veces y se distribuyeron de forma aleatoria en el interior del túnel. El valor de 80 % de capacidad de campo (CC) se corresponde con el óptimo (control) y 40 % CC, con el de estrés hídrico.

La evaluación final se realizó a los 60 días después del trasplante. Se tomaron 10 discos foliares para determinar la producción de materia seca en función de un área fija. Las muestras foliares a emplear en las determinaciones químicas fueron lavadas en tres ciclos de agua destilada para eliminar los contaminantes y luego secadas en estufa de circulación de aire forzada a 65 ºC marca BINDER, y final-

mente molinadas en molino marca KiKa (Modelo M-20, 1998, Alemania). El polvo de la muestra se conservó en frascos plásticos con doble tapa para impedir la contaminación. A estas muestras se les determinó el contenido foliar de cloro y potasio.

El contenido de cloro se determinó por valoración del extracto de cenizas con nitrato de plata, en presencia de cromato de potasio como indicador, mientras que el potasio se determinó por Espectrofotometría de absorción atómica.

El trabajo emplea la estadística descriptiva fundamentalmente y para ello se informan los resultados expresados en sus medias.

RESULTADOS

Los valores de materia seca disminuyeron en todos los cultivares, con la reducción de la disponibilidad de agua (tabla 1). Los cultivares 'Corojo 2006', 'Habana 2000' y 'Criollo 98' son los que menos redujeron la materia seca en función de las disponibilidades hídricas. El mayor valor de materia seca se alcanzó con 'Habana 92' a 80 % CC, lo que apunta hacia una eficiencia fotosintética.

En la misma tabla se muestra además, que 'Corojo 2006' es el cultivar que menos reduce su materia seca cuando hay baja disponibilidad de agua. Esto concuerda con los resultados recientemente obtenidos por Monzón *et al*. (2014) en los que se presenta como el cultivar de mayor tolerancia al estrés hídrico.

Está bien descrito que ante el estrés hídrico las plantas cierran sus estomas para evitar la pérdida de agua por la hojas, y que esto además determina la reducción en la entrada del CO_2, lo cual repercute directamente en el proceso fotosintético (Azcón-Bieto y Talón, 2001). La inducción de estos procesos está perfectamente coordinada con la disminución en la velocidad de crecimiento, lo cual permite a la planta contender contra este agobio ambiental (Covarrubias, 2007).

Tabla 1. Producción de materia seca en función de la disponibilidad de agua

Cultivar	CC (%)	Masa Fresca (Disco) (g)	Masa Seca (Disco) (g)	% MS
'Corojo 99'	80	2.058	0.640	31.11
	40	1.973	0.375	19.01
'Criollo 98'	80	1.930	0.578	29.92
	40	1.960	0.403	20.58
'Corojo 2006'	80	1.975	0.580	29.37
	40	1.928	0.458	23.74
'Habana 92'	80	2.100	0.730	34.76
	40	1.945	0.330	16.97
'Habana 2000'	80	2.140	0.615	28.74
	40	1.985	0.418	21.03

MS: materia seca estimada a partir de 10 discos foliares

Los valores de potasio (tabla 2) de las plantas de este ensayo están por encima de los obtenidos en el tabaco tipo Negro cultivado sobre suelo Ferralítico Rojo en otras investigaciones, en las cuales estos valores varían entre 3 % MS y 5 % MS (Monzón *et al.*, 2011). Sin embargo, en estudios realizados en macetas en iguales condiciones, se describen valores superiores a los encontrados en las plantas en

condiciones de campo (González, 2011 y 2012).

Asimismo, Choteau y Fauconnier (1993) refieren valores normales en tabaco entre 2 %MS – 8 %MS. Está bien descrito que en la apertura estomática hay una emigración rápida de iones potasio hacia las células oclusivas a favor del gradiente carga eléctrica, generado por el bombeo hacia el exterior de iones hidroxilos. Esta salida de iones hidroxilos está muy bien controlada a través del mecanismo que controla el pH intracelular y por ello el ion cloruro se encarga de continuar garantizando el gradiente (Azcón-Bieto y Talón, 2001). Es por esto que se esperaba que el contenido de potasio en las plantas estresadas aumentara. Sin embargo, este patrón solo se observó en los cultivares 'Corojo 99' y 'Habana 2000' que incrementaron, en 2 y 3 unidades respectivamente, sus contenidos de potasio con la restricción del agua. En cambio, 'Corojo 2006' fue el que más redujo el contenido de este ion y coincide con el cultivar de mayor tolerancia al estrés hídrico en esta investigación. Este comportamiento parece indicar que la tolerancia al estrés hídrico no está ligada a un mecanismo dependiente de los niveles de K^+.

Tabla 2. Contenido de potasio foliar expresado como porcentaje de materia seca en respuesta a la disponibilidad hídrica de las plantas

Potasio (% MS)	**'Corojo 2006'**	**'Corojo 99'**	**'Criollo 98'**	**'Habana 92'**	**'Habana 2000'**
Control 80 % CC	8.68	7.51	8.83	9.13	6.02
Estrés hídrico 40 % CC	5.39	9.21	8.44	9.63	9.60

Con relación al cloro (tabla 3), su concentración se incrementó en todos los cultivares a medida que se restringió la disponibilidad de agua. Esto concuerda con lo descrito por otros investigadores en cítricos y en tabaco (Colmenero y Morillon, 2013 resultados preliminares sin publicar). Otros especialistas, Guilliham y Tester (2005), han propuesto que los iones inorgánicos como este anión, podrían estar participando en procesos de resistencia al estrés hídrico a diferentes niveles. Esta acumulación de cloro en las hojas indica que su absorción está regulada por la planta en base al nivel de disponibilidad hídrica.

Tabla 3. Contenido de cloro foliar expresado como porcentaje de materia seca en respuesta a las condiciones hídricas propuestas

Cloro (% MS)	**'Corojo 2006'**	**'Corojo 99'**	**'Criollo 98'**	**'Habana 92'**	**'Habana 2000'**
Control 80% CC	1.05	0.64	0.88	0.72	0.67
Estrés hídrico 40% CC	1.10	0.97	1.11	0.87	0.98

El resultado obtenido concuerda con teorías muy recientes que demuestran que la acumulación de cloruro en la hoja es la base de un mecanismo para la tolerancia al estrés hídrico en las plantas, y que este se manifiesta a través de una regulación

más estricta de la transpiración y de un ajuste osmótico más eficiente. Estos investigadores demostraron que existe una correlación lineal entre el contenido de Cl^- foliar y el grado de resistencia al déficit hídrico, además de que las plantas que acumulan Cl^- se desarrollan normalmente, pero transpiran menos que las plantas control (Colmenero y Morillon, 2013 resultados preliminares sin publicar). Otros autores han descrito la participación de canales de Cl^- (Guilliham y Tester, 2005) en la regulación del balance hídrico mediada por iones inorgánicos.

La teoría de la regulación más estricta de la transpiración parece concordar con estos resultados, pues como se mostró en los resultados de la producción de materia seca, se observó una reducción que fue menos marcada en el cultivar 'Corojo 2006'. A través de la transpiración las plantas adquieren el dióxido de carbono que utilizan en la fotosíntesis para obtener carbohidratos y otros compuestos estructurales o de reserva, y como resultado además liberan el dioxígeno y vapor de agua (Syltie, 2002).

Cabe resaltar que entre los cultivares que mayores niveles de cloro muestran están precisamente 'Corojo 2006' y 'Criollo 98', que alcanzan los mayores valores cuando más limitada está el agua, con una diferencia no marcada entre los tres valores. Ambos cultivares han sido descritos como "muy tolerante" y "tolerante" al estrés hídrico respectivamente.

La planta de tabaco es poco tolerante al cloro y sus valores son monitoreados, pues afecta los atributos físico-químico-organolépticos entre los que se encuentra la combustibilidad, una de las propiedades más importantes de la hoja y del producto terminado. Los niveles de potasio y cloro en las hojas son los factores que más inciden en la combustibilidad. Se recomienda que los niveles de cloro estén por debajo del 1 % y que los de potasio oscilen entre (6 - 7) % (Minag, 2004).

En sentido general, podemos afirmar que acorde con estos resultados, resulta preocupante el hecho de que el mecanismo de tolerancia al estrés hídrico detectado según los resultados obtenidos en los cultivares estudiados está basado en la acumulación de cloro.

CONCLUSIONES

- En condiciones de estrés hídrico todos los cultivares de tabaco incrementaron el contenido foliar de cloro.
- Los cultivares de mayores niveles de cloro foliar se corresponden con los de mayor tolerancia al estrés hídrico descritos en otras investigaciones.
- Los resultados de este trabajo corroboran que el incremento de cloro foliar constituye un mecanismo adaptativo empleado por las plantas para mejorar su resistencia al estrés hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

Azcón-Bieto, J., M. Talón: *Fundamentos de Fisiología Vegetal*, 522 pp., 2da reimpresión, Edicions de la Universitat de Barcelona, Mac-Graw-Hill Interamericana, Getafe, Madrid, España, 2001.

Brumós, J. y J. M. Colmenero-Flores. Disponible en: www.bioavan.com/Tolerancia-al-deficit-hidrico-en-plantas-basada-en-la-regulacion-de-la-homeostasis-del-anion-Cl-y-e.82.0.html. [Consulta: febrero 2014].

Choteau, J. y D. Fauconnier: Fertilizando para alta calidad y rendimiento Tabaco. IPI- Boletín No. 11, 59 pp.,

Instituto Internacional de la Potasa, 1993.

Covarrubias, A. Sobrevivir al estrés: cómo responden las plantas a la falta de agua. Biotecnología V14 CS3.indd 253-262 pp., 2007.

Colmenero-Flores, J. M and R. Morillon: R. Disponible en: www.bioavan.com/Tolerancia-al-deficit-hidrico-en-plantas-basada-en-la-regulacion-de-la-homeostasis-del-anion-Cl-y-e.82.0.html, 2013. [Consulta: febrero 2014].

Gonzáles, A.: Tecnología de fertilización magnésica en los suelos tabacaleros de Pinar del Río y La Habana, Informes de seguimiento a proyecto año 2011 y 2012.

Guilliham, M. and M. Tester: The Regulation of Anion Loading to the Maize Root Xylem, *Plant Physiol*., 137:819-828, 2005.

Hernández, A., J. Pérez, D. Bosch y L. Rivero: *Nueva versión de Clasificación genética de los suelos en Cuba*, 64 pp., Instituto de Suelos, Ed. AGRINFOR, 1999.

Kramer, P. J. and J. S. Boyer: *Water Relations of Plants and Soils*, San Diego Academic Press, 1995.

Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: *Instructivo Técnico para el procedimiento y evaluación de la combustibilidad del tabaco cubano*, 16 pp., Ed. AGRINFOR, 2004.

Monzón, L., A. J. Trémols, Y. Cánepa, L. Álvarez: Tolerancia al estrés hídrico en cultivares de tabaco negro. En: *Congreso INCA, IV Simposio de Ecofisiología Vegetal*, Taller de estrés abiótico, 2014.

Monzón, L., A. J., Trémols, M. García, M. Cuan y L. Álvarez: El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada y su interacción con la expresión del potencial de rendimiento del tabaco Negro tapado en la zona de Partido, *Cuba Tabaco,* 12 (2): 56-62, 2011.

Schroeder, J. I., S. Hagiwara: Cytosolic calcium regulates ion channels in the plasma membrane of Vicia faba guard cells, 338: 427-430, 1989.

Shabala, S., O. Babourina, I. Newman: Ion-specific mechanisms of osmoregulation in bean mesophyll cells, *J. Exp. Bot*., 51: 1243-1253, 2000.

Shabala, S. N., R. R. Lew: Turgor Regulation in Osmotically Stressed Arabidopsis Epidermal Root Cells. Direct Support for the Role of Inorganic Ion Uptake as Revealed by Concurrent Flux and Cell Turgor Measurements, *Plant Physiol*., 129: 290-299, 2002.

Syltie, P.: How soils works, 165 pp., Xulon Press, USA, 2002.

Tambussi, E. A.: Fotosíntesis, Fotoprotección, Productividad y Estrés Abiótico: Algunos casos de estudio. Tesis en opción al grado de Doctor en Biología, 210 h., Universidad de Barcelona, España, 2004.

ANÁLISIS DE ALCALOIDES TOTALES COMO NICOTINA Y NITRÓGENO TOTAL EN TABACO NEGRO MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS)

Amaury Borges[1], Isabel Márquez[1], María Elena Torres[2], Dania Pino[3], Deliani González[1], Yudeyki Almuiña[1], Juan Jimenez[4], Carlos Pérez[5] y Manuel Álvarez[4,5]

[1]Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera Tumbadero, km 8 ½, San Antonio de los Baños. Artemisa. industria1@iitabaco.co.cu
[2]Scanco Tecnología S.A. Reparto Kolly. Miramar La Habana.
[3]Laboratorio de Bromatología del Departamento de alimentos para el consumo animal. CNHA. La Víbora. La Habana.
[4]Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE). Universidad de La Habana. Zapata y G. Vedado. La Habana. Cuba.
[5]Facultad de Química Universidad de La Habana. Zapata y G. Vedado. La Habana. Cuba.

RESUMEN

La industria del tabaco en Cuba necesita incorporar la información química a la selección de las materias primas que se utilizan en las ligadas de puros como la única forma de mantener las propiedades sensoriales típicas de las marcas de Habanos en intervalos estrechos y reproducibles de lote a lote y de año en año. La espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano ofrece una alternativa rápida, barata y precisa, para estimar las concentraciones de alcaloides totales como nicotina y nitrógeno total en todos los tipos de materia prima y en las ligadas con que se confeccionan los puros Habanos. Se tomaron los espectros de reflectancia NIR a 319 muestras de tabaco de diferentes momentos de la cadena productiva (hojas de tripas al final de la escogida, capas, tripas y capotes listas para el torcido y ligadas de puros). De ellas, 199 fueron utilizadas para el set de calibración, y 120 en el de validación. Todas las muestras se analizaron para alcaloides totales como nicotina y nitrógeno total. El pre-tratamiento de los espectros involucró el procedimiento de corrección multiplicativa de la señal de forma ponderada, y el cálculo de la primera derivada de los datos espectrales. Se utilizó un modelo quimiométrico de calibración PLS 2. Cuando se evaluó la habilidad predictiva de los modelos con las muestras de validación, se obtuvieron coeficientes de determinación elevados (0.98 y 0.91) para los alcaloides y el nitrógeno respectivamente. Los errores estándar de la predicción fueron bajos (0.10 y 0.12) para ambos analitos respectivamente, y no existió sesgo. La introducción de esta tecnología permitiría un muestreo representativo de la concentración de estas sustancias por zonas tabacaleras dentro de la región de Vueltabajo con excelente desempeño analítico y alta capacidad de análisis. Basado en el promedio anual de análisis realizados en los últimos tres años, se dejarían de importar 397.33 CUC por concepto de reactivos. Se dejarían de consumir 6 142.7 kW (que significa un ahorro de 9 224 CUC); 3 498.6 L de agua corriente y 780 L de agua destilada. Se dejarían de verter al medio ambiente 107 L de desecho de las reacciones químicas involucradas en los procedimientos analíticos de referencia que se usaron, y tradicionalmente se utilizan para analizar estos componentes.

Palabras clave: *espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano, selección químicamente asistida de la materia prima, nicotina, nitrógeno, tabaco.*

ABSTRACT

ANALYSIS OF TOTAL ALKALOIDS AS NICOTINE AND TOTAL NITROGEN IN CUBAN DARK-AIR CURED TOBACCO USING NEAR-INFRARED REFLECTANCE SPECTROSCOPY (NIRS).

The tobacco industry in Cuba is strongly required to add the chemical information to the selection process of the raw matter to be used for Havana cigar manufacture. This is the unique way to keep the traditional tasting properties of the trademarks in reproducible and narrow intervals from batch to batch and from year to year. Near-infrared spectroscopy offers a fast, cheap and accurate alternative to estimate the concentrations of total alkaloids as nicotine and total nitrogen in samples of every type of tobacco leaf and blends used for Havana cigars manufacture. NIR reflectance spectrums of 319 tobacco samples belonging from different moments inside the tobacco network were recorded (filler leaves from the sorting and classification workshop, wrappers, fillers and binders ready for cigar manufacture and cigar blends). The calibration set comprised 199 samples and the remaining 120 were used in the validation set. All the samples were analyzed for total alkaloids as nicotine and total nitrogen. Spectral pre-treatments included weighted multiplicative scatter correction and the first derivative of the spectral data. A PLS 2 chemometric calibration model was adjusted. When the predictive ability of the model was evaluated, high determination coefficients (R: 0.98 y 0.91) and low standard errors of prediction (SEP: 0.10 y 0.12) were obtained for total alkaloids as nicotine and total nitrogen, respectively with not significant bias. NIRS analysis would allow a representative sampling of the concentration of these substances on the typical tobacco growing locations inside the Vuelta Abajo region with an excellent analytical performance and a high throughput. According to a one year basis (as the average number of analysis in the last 3 years), it would be possible to reduce costs by about 397.33 CUC as a consequence of reagents importation. It would be feasible to diminish electricity consumption by about 6 142.7 kW (9 224 CUC would be saved), to reduce normal and distilled water utilization by about 3 498.6 L and 780 L, respectively. It would be achievable to reduce the direct delivery to the environment of about 107 L of chemical reaction wastes typical of the reference analytical procedures currently used.

Key words: *near-infrared reflectance spectroscopy, chemically assisted raw matter selection, nicotine, nitrogen, tobacco.*

INTRODUCCIÓN

Es necesario introducir una selección de la materia prima asistida por la información química, no solo para cumplir con futuras regulaciones sobre los niveles de compuestos nocivos en el humo, sino también para asegurar la autenticidad de las propiedades sensoriales típicas de cada marca de Habanos.

La necesidad de utilizar la información química como uno de los criterios de selección de las materias primas que conformarán una ligada de puros, presupone la disponibilidad de un procedimiento analítico simple, rápido, preciso y barato. La espectroscopia por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS: Near-infrared reflectance spectroscopy) es un método instrumental de análisis que cumple con estas características ideales en el ambiente industrial de la cadena productiva del tabaco (MacClure y Williamson, 1986 y 1994).

El procedimiento de análisis por NIRS consiste en calibrar el instrumento con la

lectura de las reflectancias de un número considerable de muestras, previamente analizadas por técnicas analíticas tradicionales que sirvan de referencia (Workman Jr., 2008). Posteriormente se computa un modelo quimiométrico multivariado que reduce la información espectral contenida en un gran número de variables predictoras (las reflectancias), que son muchas veces redundantes y colineales, en un pequeño grupo de factores relevantes capaces de predecir la concentración del analito problema. Los tratamientos previos de los datos permiten mejorar la relación señal-ruido y disminuir el carácter no lineal que, a veces, presenta la relación entre los datos químicos y las reflectancias (Boysworth y Booksh, 2008). Finalmente, se evalúa la capacidad predictiva del modelo quimiométrico (validación del modelo), frente a muestras de la misma naturaleza y rango de variabilidad, pero independientes del grupo utilizado para efectuar la calibración (Workman Jr., 2008).

El objetivo del trabajo es desarrollar y validar un modelo quimiométrico multivariado PLS 2 que permita predecir las concentraciones de alcaloides totales como nicotina y nitrógeno total en tabaco Negro cubano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Adquisición de los espectros

Se prepararon un total de 319 muestras consistentes en grupos de 150 g de hojas de tabaco Negro curado, seco y molido, provenientes de tres etapas diferentes del procesamiento preindustrial e industrial: escogida, listas para el torcido y ligadas de puros. Después del secado a 45 °C en estufa con circulación de aire, se les molió en molino de acero inoxidable, a un tamaño de partícula de aproximadamente 500 µm. Las muestras fueron apropiadamente homogeneizadas y almacenadas en potes plásticos para análisis posteriores.

Los espectros de reflectancia NIRS de las muestras analizadas en Cuba se colectaron en un XDS NIR RAPID CONTENT ANALYZER con módulo de sólidos y un monocromador en el rango visible e infrarrojo cercano del espectro, de (400-2500) nm a intervalos de 2 nm. Los datos espectrales se reportan por el equipo como log (1/R) con R: reflectancia. Cada muestra se escaneó dos veces introduciendo aproximadamente la misma cantidad de polvo en la celda cuadrada típica de este modelo de espectrofotómetro. Se tuvo cuidado de disponer la celda en la posición adecuada para el escaneo, así como evitar la estratificación por diferencias en el grado de compactación entre una muestra y otra.

Archivos de calibración y validación

Se realizaron análisis químicos convencionales por duplicado a cada muestra de polvo (199 del set de calibración y 120 de validación), usando métodos de referencia: Alcaloides totales como nicotina según ISO 2881, (1992) y Nitrógeno total según Kalra, (1998).

El modelo de predicción de cada parámetro a partir de los datos espectrales se realizó utilizando el algoritmo Mínimos cuadrados parciales modificados 2 (Modified PLS 2) (Martens y Naes, 1996), con una población de datos previamente centrada usando los estadígrafos G (Global) y H (Neighbor) o distancias de Mahalanobis con 10 componentes principales. Las muestras consideradas no típicas (outliers) se eliminaron de los archivos ordenados según sus valores de puntuaciones (scores).

Pre-procesamiento de los datos espectrales y desarrollo del modelo de calibración.

El tratamiento de los datos espectrales fue como sigue:

- Se aplicó el procedimiento ponderado de corrección multiplicativa de la señal (weighted MSC) (Martens y Naes, 1996) para el desarrollo del modelo. Esto reduce el efecto no lineal de tipo multiplicativo que ejerce la dispersión de la luz en muestras sólidas de polvo

y aísla dicho efecto de la información analítica relevante, lo que mejora la linealidad entre los datos de reflectancia y concentración.
- Para una mejor extracción de la información analítica de los espectros, y para reducir la tendencia al aumento de la línea base se calculó su primera derivada, así como técnicas de suavizado de la señal que permiten reducir el ruido espectral provocado por la derivación. (Martens y Naes, 1996).

La mejor ecuación de calibración para cada componente se realizó según los criterios de: error estándar de la validación cruzada (SECV), y coeficiente de determinación de la validación cruzada (1-VR).

Validación de los modelos

La habilidad predictiva de la ecuación de calibración multivariada para ambos analitos fue evaluada a través del grupo de muestras de validación (independientes del set de calibración), comparando los valores medidos por las técnicas de referencia y los predichos por el modelo NIRS. Se emplearon los criterios estadísticos: Error estándar de predicción (SEP) y coeficiente de determinación (R^2) (Burns y Ciurczak, 2008).

Análisis de las ventajas económicas y medioambientales de introducir esta tecnología

Considerando la cantidad media de análisis de estos compuestos que se realizaron en los últimos dos años en el laboratorio, se calculó el ahorro por: compra de reactivos, uso de la energía eléctrica, gasto de salario (por tiempo empleado realizando los procedimientos de referencia) y consumo de agua. Se valoró la cantidad de desechos nocivos que se dejarían de verter al medio ambiente si se sustituyen los procedimientos tradicionales por la metodología NIRS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo de los modelos NIRS

Los estadísticos relevantes de los datos de referencia, así como de la calibración y validación cruzada para cada uno de los analitos (tabla 1) muestran características satisfactorias. Los valores de SECV se consideran como errores de predicción teóricos de cada modelo de calibración, pues estiman la desviación estándar promedio de las diferencias entre los valores de referencia y los predichos (Workman Jr, 2008). Este dato es una medida de la precisión de la predicción para cada analito. Se asume por regla general que SECV está supeditado al SEL (precisión de los datos del laboratorio), por lo que se acepta que SECV ≈ 2 * SEL (ISO 12 099, 2010). En ambos modelos de calibración SECV < 2 * SEL, por lo que se puede decir que las ecuaciones son excelentes.

Tabla 1. Estadígrafos relevantes en las calibraciones por espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) para los dos analitos estudiados. SEL y SECV (% en materia seca); 1-VR y R^2 (coeficientes en tanto por uno); SECVR (%)

Analito	N	SEL	SECV	1-VR	R^2	SECVR
Alcaloides totales como nicotina	384	0.053	0.081	0.991	0.994	2.010
Nitrógeno total	376	0.065	0.086	0.952	0.962	4.130

Alcaloides: 1.10 - 5.13 %; Nitrógeno: 3.43 – 5.51 %.

Todos los coeficientes 1-VR superan el 90 %. Este es el porcentaje de la variabilidad total que puede ser explicado por la ecuación de calibración en el proceso de validación cruzada. Para el cálculo de este parámetro, al igual que en el del SECV, aproximadamente 2/3 de las muestras de calibración se usan para desarrollar la ecuación de calibración y el restante 1/3 se emplea en evaluar la capacidad predictiva del modelo (Workman Jr., 2008). Se destaca el caso de los alcaloides totales donde este parámetro supera el 99 %.

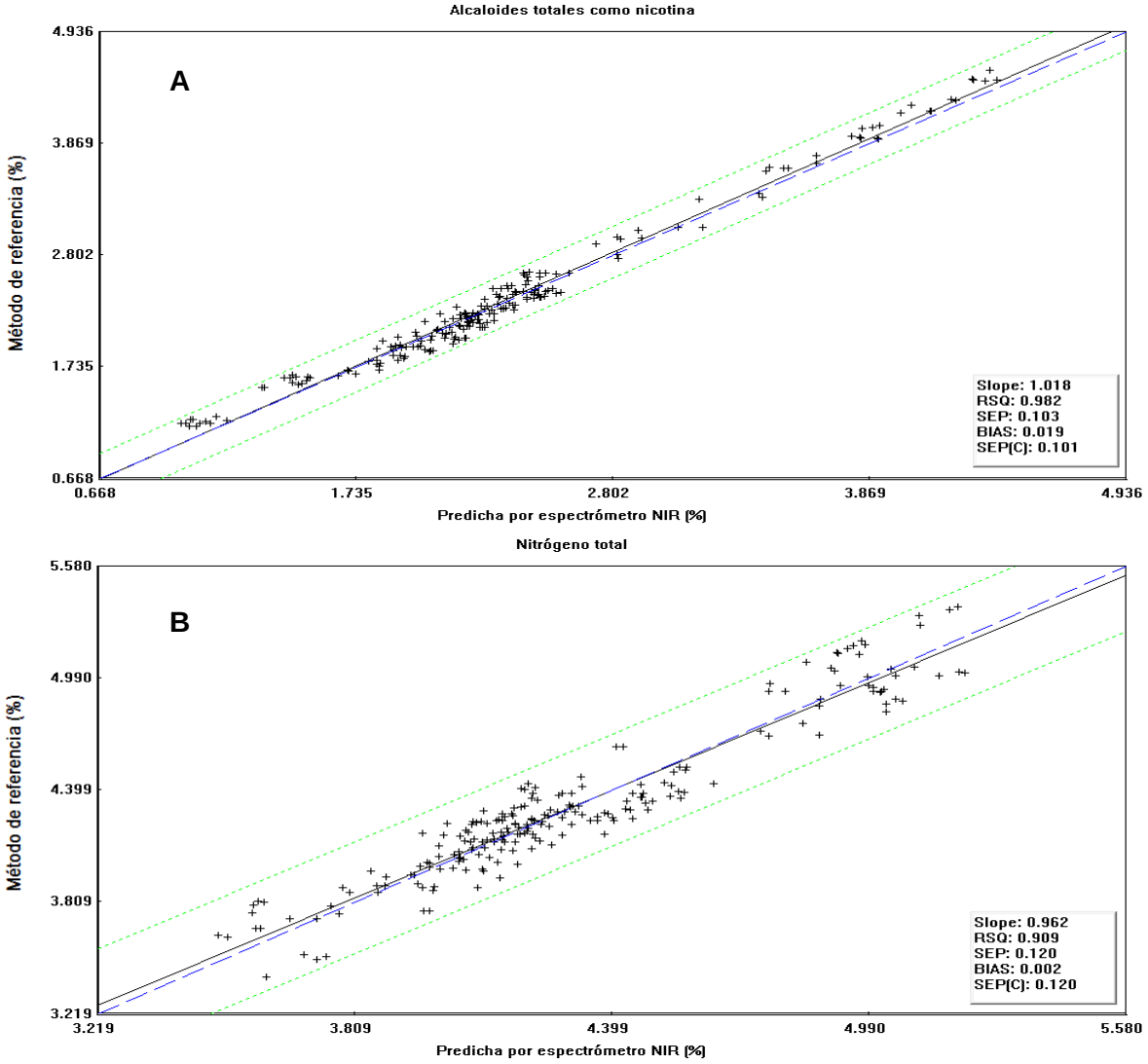


Figura 1. Resultados de la validación. Gráficos de dispersión que predicen los valores medidos a partir de los predichos en un set independiente de las muestras usadas en la calibración. (A): Alcaloides totales como nicotina. (B): Nitrógeno total. Línea sólida: puntos experimentales. Línea de guiones: Recta perfecta (Y = X), con pendiente 1 y sesgo 0. RSQ = R^2 (coeficientes en tanto por uno). BIAS y SEP(C): (% en materia seca).

Un parámetro muy útil además para evaluar *a priori* la capacidad predictiva de una ecuación es el error estándar de la validación cruzada relativo (SECVR) (Campos, 2011, comunicación personal). Este valor expresa el porcentaje que representa el SECV dentro del rango de datos de calibración. Se asume como aceptable hasta un 5 % (AACC, 2002).

Evaluación de la capacidad predictiva de las ecuaciones de calibración

La validación del modelo de predicción NIRS (figura 1) para alcaloides totales como nicotina y el nitrógeno total brindó también resultados satisfactorios en ambos analitos. Este proceso consiste en tomar las reflectancias NIR a un set de muestras diferentes a las usadas en la calibración, las que se usan para predecir la concentración de ambos analitos y posteriormente se evalúa la concordancia entre los valores predichos y los obtenidos por medio de los procedimientos analíticos convencionales.

El error estándar de predicción (SEP) debe ser lo menor posible (Workman Jr., 2008). Este se define como el error o desviación estándar de los residuos o diferencias entre los valores medidos (experimentales) y predichos (sobre la recta de mejor ajuste). La ecuación de mejores características vuelve a ser la correspondiente a los alcaloides totales como nicotina. La Asociación Americana de Químicos Cerealeros (AACC, 2002), indica que el cociente R/SEP ≥ 15 para considerar buena la ecuación de calibración. En nuestro caso los valores son: 39.12 para alcaloides totales como nicotina y 17.33 para el nitrógeno total.

Los alcaloides totales como nicotina son un conjunto de analitos de naturaleza orgánica con características de absorción muy similares (Rodgman y Perfetti, 2009). Los análisis NIRS son técnicas de la espectroscopia molecular que están especialmente diseñadas para este tipo de sustancias. Es por eso que las predicciones para este grupo de constituyentes muestran las mejores características de desempeño. El nitrógeno total presente en las hojas curadas de tabaco Negro cubano, corresponde casi exclusivamente a nitrógeno mineral NO_3 y NH_4, por lo que se acepta que estas predicciones por NIRS presenten estadígrafos más pobres que las de los alcaloides totales como nicotina.

Análisis de las ventajas económicas de la introducción de esta tecnología.

Por concepto de gastos de reactivos (datos no mostrados) se dejarían de importar 397.33 CUC si se tiene en cuenta la cantidad promedio de muestras analizadas en los últimos dos años. Si se decide realizar los muestreos para estimar la composición química por regiones (Borges *et al*., 2015), el monto ascendería a 951.69 CUC. El consumo de electricidad (datos no mostrados) del IIT se reduciría en 9 224 kW lo que representa un ahorro de 2 403 CUC al año. El consumo de agua corriente se realiza a un flujo de 0.1 L/s, la cual se utiliza para el enfriamiento de las cámaras de destilación en los destiladores de ambos procedimientos. Teniendo en cuenta la cantidad de días necesarios para completar la cantidad de muestras promedio reportada en un año, e incluyendo 7 h trabajadas por cada día, se obtiene un gasto de 2 100 L de agua en el procedimiento para alcaloides totales como nicotina y 1 398,6 L de agua en el de nitrógeno total. El volumen total ahorrado ascendería a 3 498.6 L de agua en un año de trabajo. El consumo de agua destilada sería de 780 L por año, por concepto de estos dos procedimientos. Se dejarían de verter al medio ambiente 107.7 L de desechos de las reacciones químicas que intervienen en los procedimientos en estudio.

Tabla 2. Capacidad de análisis de ambos procedimientos en estudio y su comparación con la alternativa NIRS. Repercusión en el gasto de salario

	Alternativa actual		NIRS	
	Alcaloides	Nitrógeno	Alcaloides	Nitrógeno
Muestras/día	14	9	50	50
Días/año	50	34	14	6
Salario básico/año	625	425	175	75
Días necesarios/servicio	30		≤ 10	

La capacidad de análisis del procedimiento de cuantificación por NIRS (tabla 2) es sensiblemente mayor, por lo que se reduce considerablemente el tiempo empleado para realizar la cantidad promedio de análisis por año para cada analito estudiado. Se reduce el salario que se les paga a los técnicos por realizar los análisis y esto supone la necesidad de un reordenamiento del trabajo dentro del laboratorio. Nuestro laboratorio se está modernizando, y se necesita que los técnicos se formen en los procedimientos de análisis cromatográficos, que son más modernos y potentes. La alternativa NIRS se podría emplear simultáneamente, tanto para los compuestos analizados en el presente trabajo, como para el análisis de humedad, color, ácidos orgánicos totales, cenizas totales, alcalinidad de la ceniza y resinas (Poisson *et al.,* 2006). Esto permitiría reordenar el personal técnico que labora en los procedimientos que tradicionalmente analizan dichos componentes, para los análisis de humo y de residuales de plaguicidas, que son más especializados y demandados tanto por el grupo Tabacuba como por las regulaciones internacionales.

Glosario de abreviaturas empleadas

SEL: Error estándar del laboratorio. En algunos textos aparece como SDD:
Desviación estándar de la diferencia.
SEC: Error estándar de calibración
SECV: Error estándar de la validación cruzada
R^2: Coeficiente de determinación de la ecuación de calibración
1-VR: Coeficiente de determinación de la validación cruzada
SECVR: Error estándar relativo de la validación cruzada
SEP: Error estándar de predicción
SEPC: Error estándar de predicción corregido por el sesgo
Slope: Pendiente de la ecuación de regresión
R: Rango de los datos

CONCLUSIONES

Se desarrolló y validó satisfactoriamente un modelo PLS 2 para analizar alcaloides totales como nicotina y nitrógeno total con errores estándar de la validación cruzada (SECV) de (0.081; 0.086 y 0.302) % respectivamente. Cuando se utilizó el modelo para predecir la concentración de estos analitos en muestras desconocidas, se obtuvieron errores de predicción bajos (0.10 y 0.12) % para los alcaloides y el nitrógeno respectivamente. Es posible un ahorro de 397.33 CUC por sustitución de importaciones de reactivos teniendo en cuenta la cantidad actual de análisis que se realiza en un año en nuestro laboratorio para ambos analitos. En este mismo período, se dejarían de consumir 2 403 kW, (que representa un ahorro de 9 224 CUC); 3 498.6 L de agua corriente y 780 L de agua destilada, y se dejarían de verter al medio ambiente 107 L de desechos de las reacciones químicas involucradas en los procedimientos de referencia utilizados. Una vez puesto en práctica este procedimiento, solo sería necesario analizar por los procedimientos de referencia, aquellas muestras que por su composición, queden

fuera del rango de concentraciones usado en la calibración.

BIBLIOGRAFÍA

AACC: American Association of Cereal Chemists, 10th ed. Vol. I, II, ISBN 1-8910127-12-8, 2002.

Borges, A., I. Márquez, M. González *et al*.: Tamaño muestral mínimo para estimar la concentración de analitos relevantes en las materias primas utilizadas para elaborar los Habanos, *Cuba Tabaco*, 16 (1), [En prensa], 2015.

Boysworth, M. K. and K. S. Booksh: Aspects of multivariate calibration applied to near-infrared spectroscopy. In: Burns, D.A. y E.W. Ciurczak.: *Handbook of Near – Infrared Analysis*, 820 pp., 3rd ed. CRC Press, Taylor and Francis Group, London, 2008.

Burns, D. A. y E. W. Ciurczak: *Handbook of Near–Infrared Analysis*, 820 pp. 3rd ed. CRC Press, Taylor and Francis Group, London, 2008.

ISO 12099: Animal feeding stuffs, cereals and milled cereal products – Guidelines for the application of near-infrared spectrometry, 1st Ed., 2010.

ISO 2881: Tobacco and tobacco products – Determination of alkaloid content - Spectrometric method, 1992.

Kalra, Y. P.: *Handbook of reference methods for plant analysis*, 300 pp., Soil and Plant Analysis Council, Inc.CRC Press, USA, 1998.

MacClure, W. F. y R. E. Williamson: Status of near-infrared technology in the tobacco industry, 51 pp. [En línea] Disponible en: http://tobaccodocuments.org/lor/87839078-9128.html, 1986.

MacClure, W. F.: Near-Infrared Spectroscopy. The giant is running strong, *Analytical Chemistry*, 66 (1): 43A-52A, 1994.

Martens, H., and T. Naes: *Multivariate calibration*, 419 pp., 4th ed. John Wiley & Sons. Chichester, 1996.

Poisson, C., M. Jourdain and J. L. Verrier: Application of near Infrared reflectance spectroscopy to tobacco plant breeding. In: *CORESTA Congress*, Paris, AP02, 2006.

Rodgman, A. y A. T. Perfetti: *The chemical components of tobacco and tobacco smoke*, 1784 pp., New York, CRC Press, Taylor and Francis group, 2009.

Workman, Jr.: NIR Spectroscopy calibration basics. In: Burns, D.A. y E.W. Ciurczak.: *Handbook of Near–Infrared Analysis*, 820 pp., 3rd ed. CRC Press, Taylor and Francis Group, London, 2008.

COMPORTAMIENTO AGROPRODUCTIVO DE SEIS CULTIVARES DE TABACO VIRGINIA

Miguel Díaz Hernández, Emis C. Mena Padrón, Hilda R. Menéndez Padrón
UCTB Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigacion3@eetsj.co.cu

RESUMEN

La actividad del mejoramiento genético del tabaco en Cuba se ha dirigido desde sus inicios, a la búsqueda de nuevos cultivares mejor adaptados a las condiciones del país y que a la vez posean la calidad organoléptica que exige el mercado. Con el objetivo de determinar el comportamiento agroproductivo de seis cultivares de tabaco Virginia se realizó una investigación en la Empresa Agropecuaria Sandino, durante las campañas tabacaleras 2012-2013 y 2013-2014. Para ello se utilizaron los cultivares: 'Speight G-28', 'K 326', 'San Luis 20', 'San Luis 40', 'San Luis 21', y 'San Luis 22'. Se evaluó el comportamiento morfológico y su influencia en el rendimiento y la calidad del tabaco. Los resultados mostraron que los cultivares introducidos 'Speight G-28' y 'K 326' presentaron menor desarrollo morfológico, rendimiento y calidad. La 'San Luis 22' alcanzó el mejor comportamiento en rendimiento total 2 111.4 kg/ha y en clases exportables la 'San Luis 21' con 80 %.

Palabras clave: *mejoramiento, resistencia, enfermedades, tabaco*

ABSTRACT

AGROPRODUCTIVE BEHAVIOUR OF SIX VIRGINIA TOBACCO CULTIVARS

In Cuba the tobacco genetic breeding has been focused since the beginning, on the search of new better cultivars adapted to the country's conditions and at the same time to have the organoleptic quality demanded by the market. In order to evaluate the behaviour of six Virginia tobacco cultivars at the Experimental Tobacco Station of San Juan y Martínez, in Pinar the Río province, specifically in "Sandino" Agricultural Enterprise, a research was carried out during 2012-2013 and 2013-2014 tobacco crops. 'Speight G-28', 'K 326', 'San Luis 20', 'San Luis 40', 'San Luis 21', and 'San Luis 22' cultivars were used. The morphological behaviour and its influence on tobacco yield and quality were evaluated. The results were the following: 'Speight G-28' and 'K 326' cultivars showed a lower morphological development, yield and quality. 'San Luis 22' reached the best total yield (2 111.4 kg/ha) and the best high quality wrapper yield (80 %) was obtained with 'San Luis 21'.

Key words: *breeding, resistance, diseases, tobacco*

INTRODUCCIÓN

El cultivo comercial del tabaco Virginia en Cuba se estableció durante el período 1931-1995 con cultivares procedentes de Estados Unidos y Canadá, en una parte de la llanura suroccidental, donde existen más de 6 500 ha de suelos de baja fertilidad natural, y una alta infestación de plagas, aspecto que obliga a la utilización de cultivares resistentes y de alto potencial agro productivo, por los daños irreversibles que estas provocan en el rendimiento y la calidad.

Debido a las grandes afectaciones provocadas por el moho azul (*Peronospora hyosciami de* Bary) y su implicación en los bajos rendimientos, la empresa se vio afectada con pérdidas en su economía y la de los productores. Debido a ello fue una tarea priorizada realizar un programa de mejoramiento genético en nuestro país, para la obtención de cultivares resistentes a las principales plagas que afectan al cultivo y con mayores potencialidades productivas, por lo que el continuo trabajo del mejoramiento genético ha posibilitado contar con nuevos cultivares con las características que exige el mercado.

El objetivo de la investigación consistió en evaluar el comportamiento agroproductivo de seis cultivares de tabaco Virginia en áreas productivas de la Empresa Agropecuaria Sandino.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Empresa Agropecuaria Sandino, durante las campañas tabacaleras 2012-2013 y 2013-2014, en un suelo Ferralítico Amarillento lixiviado arénico cuarcítico según Hernández *et al.*, (1999).

Los cultivares utilizados fueron:

- 'Speight G-28': Cultivar introducido, resistente a la pata prieta (*Phytophthora nicotianae*) y a los nemátodos *Melodogyine* incógnita (Gil *et al.*, 1992).
- 'K 326': Cultivar introducido, altamente resistente a la pata prieta, de buena calidad. (*Casino,* 1988 citado por Gil *et al.*, 1992).
- 'San Luis 20' Cultivar de alto potencial de rendimiento, resistente a la pata prieta y a los nemátodos *Melodogyine* incógnita (Gil *et al.*, 1992).
- 'San Luis 40': Cultivar resistente al moho azul, pata prieta y otras enfermedades, con rendimiento y calidad medios (Díaz *et al.,* 2002).
- 'San Luis 21': Cultivar resistente al moho azul, a la pata prieta, a los nematodos tipo (*Meloidogyine* incógnita), y a la necrosis ambiental, de altos rendimientos y buena calidad (Díaz *et al.,* 2005).
- 'San Luis 22': Cultivar moderadamente resistente al moho azul, resistente a la pata prieta y a los nemátodos tipo *Meloidogyine* incógnita, de altos rendimientos y buena calidad (Díaz *et al.,* 2008).

Se utilizó un diseño de parcelas largas con seis tratamientos. Para la caracterización morfológica se midieron los principales caracteres cuantitativos: longitud y anchura de la hoja mayor, número de hojas aprovechables y altura total de la planta, según la metodología descrita por Torrecilla *(*2001).

Las labores culturales se realizaron según el Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba (Minag, 2012). Concluido el proceso de curado de las hojas, se realizó la selección y beneficio del tabaco para determinar los rendimientos totales y en clases según la clasificación de la Lista Oficial de Precio.

Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y las diferencias entre las medias se determinaron mediante la

prueba de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad del 5 % del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los cultivares obtenidos en nuestro país: 'San Luis 20', 'San Luis 40', 'San Luis 21', y 'San Luis 22', superan significativamente a los introducidos 'Speight G-28' y 'K 326', en relación a las dimensiones de la hoja mayor, así como en el número de hojas aprovechables (tabla 1), aspectos que influyeron en sus altos rendimientos, ello coincide con lo informado por Nakakawaji *et al.* (1997)**,** quien expresó que con la obtención de una nueva variedad con dos hojas más que la comercial, se lograba un aumento superior en los rendimientos. Rehman y Qureshia (1999) aseveran que el número de hojas aprovechables está relacionado con el rendimiento total de las variedades.

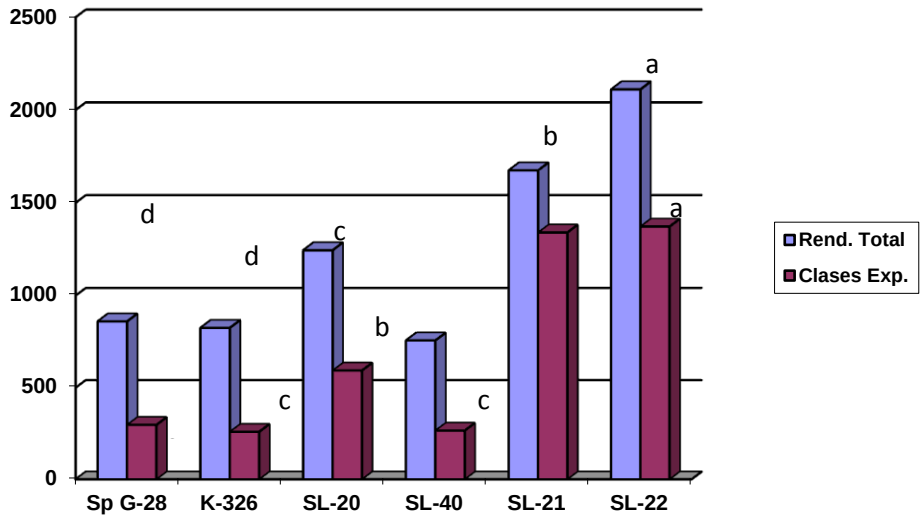
La 'Speight G-28' y 'K 326' se caracterizaron por poseer un porte más bajo y menor cantidad de hojas que el resto. Ello influyó en que no alcanzaran rendimientos superiores a los 1 000 kg/ha.

Tabla 1. Análisis de las observaciones morfológicas

Cultivares	No. de hojas útiles	Hoja mayor		Altura total (cm)
		Longitud (cm)	Anchura (cm)	
'Speight G- 28'	18 e	57.0d	26.7d	117.0 f
'San Luis-20'	20 d	58.9 c	31.4b	122.1 d
'K 326'	18 e	57.0d	26.7d	115.0 e
'San Luis 40'	22 c	59.0c	28.0c	139.0 b
'San Luis-21'	24 b	63.2b	30.0a	134.0 c
'San Luis-22'	26 a	65.4 a	28.0c	145.0 a
Cv %	3.2	4.0	4.5	5.0

En cuanto al rendimiento en clases exportables, que es el objetivo principal del tabaco Virginia en nuestro país (figura 1), los cultivares 'San Luis-21' y 'San Luis-22', mostraron los mayores valores, con lo que se puede apreciar que existió una tendencia al aumento en la calidad en aproximadamente un 10 %. Estos cultivares produjeron hojas de mejor calidad, con menos afectaciones por las plagas, coloración uniforme y textura adecuada, aspectos importantes a tener en cuenta a la hora de seleccionar un cultivar con perspectivas para el comercio y que posteriormente puedan ser introducidos en la producción. Ello coincide con lo planteado por Nakakawaji *et al*. (1996), citado por Díaz *et al.* (2002).

Figura 1. Influencia de los nuevos cultivares en el aumento de los rendimientos y calidad del tabaco



En la figura 1 se puede apreciar que existió una tendencia al aumento de los rendimientos con los nuevos cultivares, excepto con la 'San Luis 40', cuyos rendimientos fueron medios a pesar de que este cultivar posee resistencia al moho azul. Con el cultivar 'San Luis 22' se llegaron a alcanzar los mayores rendimientos totales en esta empresa 2 111.4 kg/ha, debido al mayor número de hojas producidas, peso y dimensiones de estas. Ello coincide con lo que plantean Rehman y Qureshia (1999), citados por Díaz *et al.* (2002).

Los cultivares 'San Luis 20', 'San Luis 40', 'San Luis 21', y 'San Luis 22', presentaron ganancias superiores a la 'K-326' y a la 'Speight G- 28' que fue el cultivar introducido en nuestro país que llegó a ser comercial (tabla 3). Sus hojas eran de menores dimensiones y grandemente afectadas por el moho azul, aspectos que influían negativamente en los rendimientos. La 'San Luis 22' produjo la mayor ganancia. Con ello aumentó el valor de la producción, el beneficio económico de la empresa y de sus productores, de ahí el nivel de aceptación de esta variedad.

Tabla 3. Principales indicadores para la evaluación económica de los cultivares

Cultivares	% Clases Exp.	Valor de la producción ($/ha)	Ganancia ($/ha)
'K 326'	45	46 484.50	-
'Speight G- 28'	58	58 256.00	11 771.50
'San Luis-20'	67	70 264.66	12 008.66
'San Luis 40'	71	76 032.00	17 776.00
'San Luis-21'	80	81 825.00	23 569.00
'San Luis-22'	79	89 856.00	31 600.00

CONCLUSIONES

- El cultivar 'San Luis 22' presentó el mejor comportamiento agroproductivo en la Empresa Agropecuaria Sandino y produjo el mayor valor de la producción, 89 856.00 $/ha, con una ganancia de 31 600.00 $/ha.

BIBLIOGRAFÍA

Díaz, M., V. García, M. Gil, H. García y E. C. Mena: Nuevos genotipos de tabaco Virginia resistentes al moho azul y a la pata prieta, *Cuba Tabaco,* 3(2): 43-47, 2002.

Díaz, M., M. Gil V. García, y E. C. Mena: Nuevas variedades de tabaco Virginia resistente a las principales enfermedades de alto rendimiento y buena calidad, *Cuba Tabaco,* 6 (1 y 2): 26-31, 2005.

Díaz, M., M Gil, y E. C. Mena: 'San Luis 22': Nueva variedad de tabaco Virginia resistente a las principales enfermedades y de alto potencial de rendimiento, *Cuba Tabaco,* 9 (2): 22-26, 2008.

Gil M., N. Peñalver y N. del Castillo: Comportamiento de nuevas variedades de tabaco Virginia en Cuba, *Cultivos agroindustriales*, 2 (2), 1992.

Hernández, A., J. Pérez, D. Bosch y L. Rivero: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.* 64 pp., Instituto de Suelos, Ed. AGRINFOR, La Habana, 1999.

Minag, Ministerio de La Agricultura, Cuba: *Instructivo Técnico para el cultivo del tabaco en Cuba,* 148 pp., Ed. Instituto de Investigaciones del Tabaco, Artemisa, 2012.

Nakakawaji, T., Y. Yamamoto, T. Matsuoka: Breeding of a multiple disease-resistant mild flue-cured tobacco, F65 Bulletin, *CORESTA*, p.113, 1997.

Rehman, H. U., A. Qureshia: Estimation of correlation genetic variability on various tobacco accessions (*Nicotiana tabacum* L.), *CORESTA*: 53, 1999.

Torrecilla, G.: Cuban tobacco collection (*Nicotiana tabacum* L.): Its composition and more significant contribution, *CORESTA,* 2001.

INFLUENCIA DE DIFERENTES DOSIS DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE TABACO BAJO TELA TRATADO CON OLIGOELEMENTOS EN LA REDUCCIÓN DE LA MANCHA VERDE

Yenssi Acosta Aguiar, Betty Hernández García, Yarilis León González, Milagros García Rubido, Yoanna Cruz Hernández
UCTB Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigacion7@eetsj.co.cu

RESUMEN

Durante las campañas tabacaleras 2012-2013 y 2013-2014 se realizó un experimento, en un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico Eútrico, perteneciente a la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, con el objetivo de determinar la influencia de diferentes dosis de fertilizantes en plantaciones tratadas con oligoelementos, en las reducciones de las manchas en el tabaco seco. Los tratamientos consistieron en: A- 125 % de la dosis, B- 100 % de la dosis (testigo), C- 75 % de la dosis y D- 50 % de la dosis. Se pudo comprobar que las aplicaciones de fertilizantes al 100 % y al 125 % mejoraron las características agroproductivas del cultivo de forma significativa con respecto a las dosis inferiores. La dosis al 125 % redujo las manchas húmedas e incrementó las hojas sin afectaciones por este concepto en más de 110 kg ha^{-1} con respecto al testigo, e incrementó los niveles de nitratos en savia del raquis y los contenidos de clorofilas en hojas al cosechar, así como las capas de exportación para el torcido de vitolas de alta regalía.
Palabras clave: *tabaco, fertilizantes, mancha verde*

ABSTRACT

INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF FERTILIZERS IN THE SHADE GROWN TOBACCO CULTIVATION TREATED WITH OLIGOELEMENTS IN THE REDUCTION OF THE GREEN SPOT

During 2012-2013 and 2013-2014 tobacco crops, at the Experimental Tobacco Station of San Juan y Martínez, in Pinar del Río province, an experiment on an Ultisol soil, in order to determine the influence of different doses of fertilizers in plantations treated with trace elements in the reduction of the green spot was carried out. Treatments consisted on: A- 125 % of the dose, B- 100 % of the dose (control), C- 75 % of the dose and D- 50 % of the dose. It was found that 100 % and 125 % of fertilizer applications improved agricultural characteristics of the crop significantly in relation with lower doses, and 125 % of application reduced the wet spots and increased unaffected leaves more than 110 kg ha-1 compared with the control. Besides, this dose increased levels of nitrates in the sap of the spine and the chlorophyll content in leaves at harvest time as well as the high quality wrapper cigars.
Key words: *tobacco, fertilizers, green spot*

INTRODUCCIÓN

La alteración comúnmente conocida en nuestro país como mancha verde, se ha convertido en una de las más importantes que afectan al cultivo del tabaco, incluso a escala mundial, pues ocasiona incontables pérdidas desde que fue reportada por primera vez hace más de cien años. Sin embargo, a pesar de ello se desconoce en esencia la causa o grupo de causas que determinan su aparición, aspecto que se agrava por la falta de existencia de un método adecuado para su predicción, toda vez que sus síntomas visuales únicamente aparecen después de recolectadas las hojas. Shew (1996) plantea que la más alta correlación con la mancha verde se obtuvo con la fertilidad del suelo y los fertilizantes aplicados, y que lo más importante era la relación internutriente.

Tso (1990) planteó que la nutrición mineral es el factor más importante de la producción de una hoja de tabaco de alta calidad, y el desorden nutricional en este cultivo es básicamente un fenómeno fisiológico y bioquímico, inducido por deficiencias o excesos, o interacción entre ciertos elementos en condiciones especiales del ambiente. Tales desórdenes son generalmente caracterizados por síntomas visibles o no, los cuales reflejan el desbalance metabólico de la planta. Estos desórdenes primarios pueden crear condiciones favorables para la infestación de enfermedades que resultan en desórdenes secundarios.

En la actualidad, en la provincia de Pinar del Río y en otras regiones del país se han detectado afectaciones por la mancha verde, en todas las formas de cultivo del tabaco Negro y adquiere relevante importancia en el tabaco Negro cultivado bajo tela, en cuyo caso se convierte en una limitante importante para la producción de capas destinadas a la elaboración de puros para la exportación. Es importante señalar que la sintomatología de la mancha verde ha evolucionado y en algunos años se presentó próxima a las venas de colores verdes y amarillos y hasta en forma de manchas húmedas; actualmente predominan las manchas húmedas de formas redondeadas, en forma de banda y otras.

Se comprobó que se debían realizar investigaciones desde el estudio del suelo hasta el curado y fermentación de la hoja, cuyos estudios fisiológicos y bioquímicos juegan un papel decisivo para la obtención del método que permita predecir la enfermedad y su control.

En tal sentido, Rodríguez (2005) obtuvo importantes resultados con la aplicación foliar de los microelementos tales como Cu-Mo-Mg a los 35 días del trasplante, pero estos resultados fueron superados cuando se aplicó Ca-Mo-Mg a los órganos subterráneos, combinado con el Zn-Cu-B foliar a los 35 días del trasplante; además, las formulaciones de 50 % de nitrógeno nítrico y 50 % amoniacal también redujeron la aparición de manchas verdes, pero se desconoce si en realidad los fertilizantes incrementan las manchas o si las deficiencias de micronutrientes disminuyen la asimilación de los nutrientes contenidos en los fertilizantes. Es por ello que se realizó el siguiente trabajo, con el objetivo de determinar la influencia de dosis crecientes de fertilizantes en plantaciones tratadas con oligoelementos, en las reducciones de las manchas en el tabaco seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en las campañas tabacaleras 2012-2013 y 2013-2014, en áreas de la Estación Experimental del Tabaco en el municipio San Juan y Martínez, Pinar del Río, sobre un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico Eútrico, según la Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández *et al*., 1999).

Los suelos se caracterizan por tener pH ligeramente ácido, bajos contenidos de

materia orgánica y pobres en bases cambiables, con altos contenidos de fósforo y potasio, resultado de la aplicación continua de fertilizantes minerales de acuerdo a las normas técnicas para el cultivo.

Tabla 1. Características agroquímicas del suelo en el área experimental

pH_{KCl}	P_2O_5	K_2O	M.O	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	S	T
	mg $100g^{-1}$		%	Cmol(+) Kg^{-1}					
5,39	40,98	29,38	1,35	4,96	1,65	0,11	0,57	7,65	8,75

Condiciones climáticas

La investigación se desarrolló en condiciones climáticas favorables (tabla 2) para este tipo de cultivo según (Guerra *et al.*, 2000), con categoría de aceptable para las fases de adaptación y roseta, y categoría óptima para las fases de desarrollo activo y maduración.

Tabla 2. Condiciones climáticas para las fases de cultivo durante la investigación

Decena del trasplante	Adaptación	Roseta	Desarrollo activo	Maduración
2da de noviembre				
Temperatura máxima °C	**29.3**	**28.7**	**27.4**	**27.0**
Temperatura mínima °C	**19.9**	**19.5**	**17.9**	**17.1**
Temperatura media °C	**24.6**	**23.9**	**22.3**	**21.7**
Humedad relativa (%)	**83**	**82**	**80**	**80**
Horas luz	**7 y $^1/_4$**	**7**	**6**	**6**
Dirección viento predo	**N**	**NE**	**NNE**	**NE**
% Componente sur	**4.3**	**4.3**	**4.2**	**4.3**
Precipitaciones	**27.1**	**18.9**	**13.3**	**16.2**
Evaluación	**Aceptable**	**Aceptable**	**Óptima**	**Óptima**

La variedad de tabaco Negro utilizada fue la 'Criollo 98', plantada a 0,84 cm entre surcos y 0,35 cm entre plantas de un mismo surco, cultivada bajo tela, para la producción de envolturas para los puros.

Actividades culturales

Los oligoelementos se aplicaron con una asperjadora manual al momento del trasplante en los órganos subterráneos y a los 35 días en los órganos aéreos.

El Zn y el Cu fueron quelados con ácido etilendiamino-tetraacético (EDTA). Las dosis de fertilizante fueron de 125 %, 100 %, 75 % y 50 %. Las demás actividades se realizaron según Instructivo técnico (Minag, 2012).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un bloque al azar y los tratamientos fueron replicados cinco veces.

Descripción de los tratamientos

A- Fertilizantes kg ha $^{-1}$ N-150, P-75, K-200, Mg-25 (125 % de la dosis)
B- Fertilizantes kg ha $^{-1}$ N-120, P-60, K-160, Mg-20 (100 % de la dosis)
C- Fertilizantes kg ha $^{-1}$ N-90, P-45, K-120, Mg-15 (75 % de la dosis)
D- Fertilizantes kg ha $^{-1}$ N-60, P-30, K-80, Mg-10 (50 % de la dosis)

Mediciones y observaciones

- Número de manchas verdes: según Martínez (1989).
- Nitratos en fluidos celulares en la base del nervio central de la hoja, se determinaron por el método del ácido difenidisulfonico.
- Concentración osmótica en savia en la base del raquis por el método crioscópico.
- Clorofila de la hoja al cosechar (SPAD-502).
- Rendimientos y calidad: se determinaron a través de la reglamentación oficial para el beneficio y selección del tabaco para capa (Valladares, 2003).

Los análisis de varianza y las comparaciones múltiples se sometieron a ANOVA de un factor con una probabilidad < 0,05 mediante la prueba de Tukey. Todos los datos fueron procesados con el paquete estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS) para Microsoft Windows versión 21.0 del 2015.

.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Influencia de la dosis de fertilizantes en los contenidos de nitratos

En la figura 1 aparece reflejado en sus resultados el efecto de las reducciones de las dosis de fertilizantes, las que provocaron disminuciones significativas de los contenidos de nitratos en savias del raquis al momento de cosechar las hojas con respecto al testigo 100 % de la dosis y este fue superado estadísticamente con la dosis al 125 %.

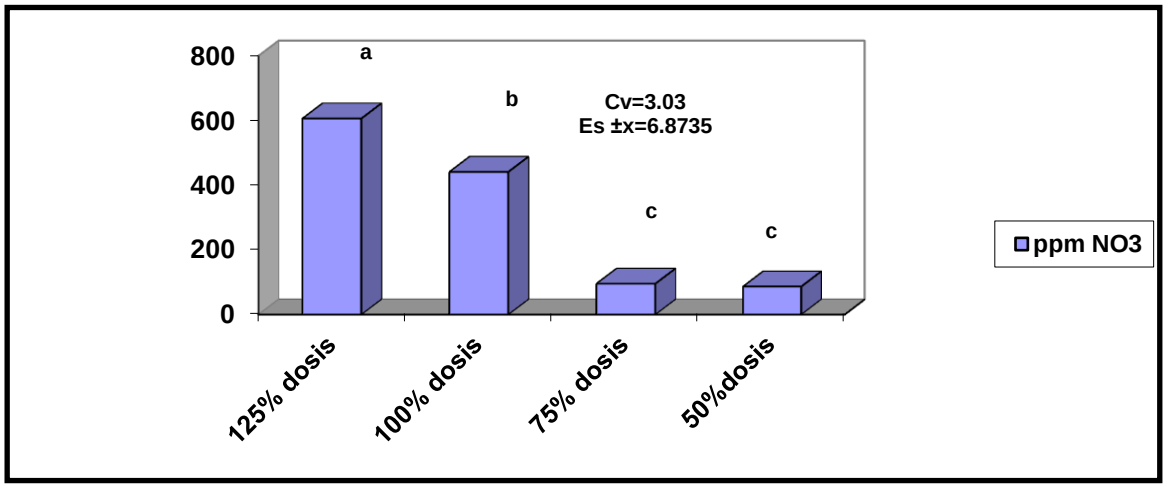


Figura 1. Contenidos de nitratos (ppm) al cosechar las hojas

Según Minag (2012) el rango óptimo de nitratos al cosechar oscila entre 400 ppm y 500 ppm, rango alcanzado con el 100 % de la dosis, en la que se aplicó 120 kg ha^{-1} de N y basándose en que la proporción nítrica-amoniacal es de 50 %, equivale a 60 kg ha^{-1} de N en forma nítrica, que pudiera ser la dosis máxima de dicho portador, por lo que sería recomendable realizar el incremento del nitrógeno en próximas investigaciones con portadores amoniacales para impedir acumulaciones excesivas de nitratos en hojas.

Los contenidos de clorofilas (SPAD) (figura 2) disminuyeron proporcionalmente al reducir las dosis de fertilizantes. Por otro lado, los tratamientos con 125 % y 100 % de las dosis de fertilizantes mostraron rangos óptimos de clorofila al cosechar según Borges e Izquierdo (2009).

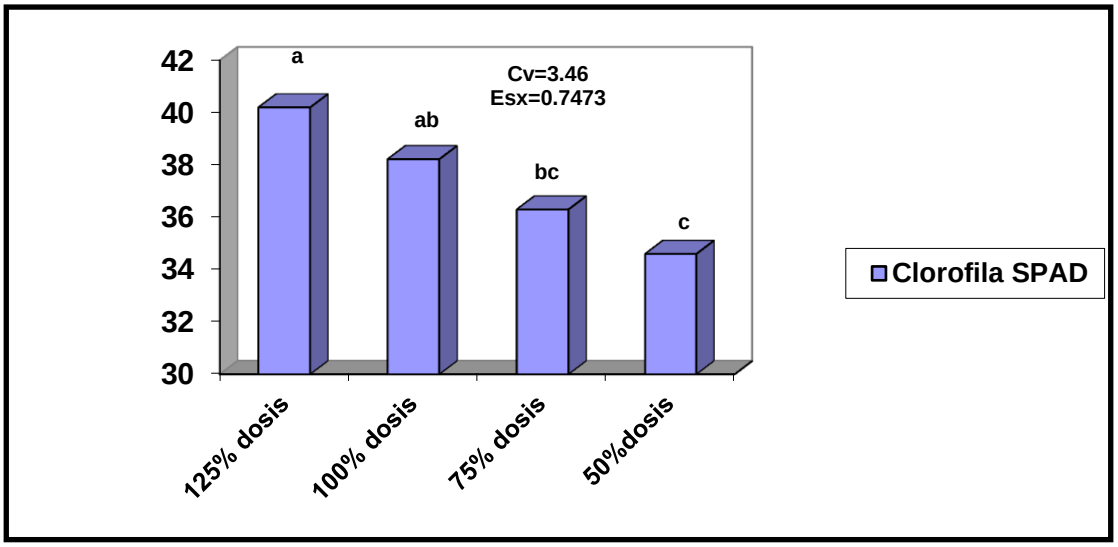


Figura 2. Contenidos de clorofila (SPAD) en hojas al cosechar

Tso (1990) demostró que el incremento de la clorofila produjo incremento de la biomasa, que redundan en incrementos de los rendimientos, y que el contenido de clorofila es proporcional al contenido de nitrógeno asimilado; además Tso en 1972 nombra a Tombesis, el cual comprobó que cuando mejoran los niveles de nitrógeno se incrementa la actividad de las catalasas y tales hojas secan sin manchas verdes.

Influencia de las dosis de fertilizantes en las manchas del tabaco seco

Tabla 3. Afectaciones por manchas (kg ha^{-1})

Tratamientos	Húmedas	Verdes	Hojas sanas
125 %	340.1 c	150.6 b	530.8 a
100 %	450.2 b	160.5 b	480.3 ab
75 %	500.7 ab	180.9 ab	420.2 b
50 %	510.3 a	210.1 a	340.2 c
CV (%)	7.38	4.65	8.91
Es (±x)	10.8137	9.3561	11.2345

Las dosis reducidas de fertilizantes incrementaron las afectaciones de manchas húmedas y verdes (tabla 3). Al aplicar el 50 % de la dosis del fertilizante mineral se observan las mayores afectaciones por manchas; el incremento de la dosis al 125 % disminuyó las manchas húmedas en más de 100 kg ha-1 con respecto al testigo, aunque no difirieron en manchas verdes. Esto puso de manifiesto que el cultivo requiere una dosis mayor de fertilizante para disminuir las afectaciones húmedas. La dosis al 100 % (testigo) solo difirió estadísticamente con la dosis al 50 % y sus síntomas se muestran en la grafica 4. Estos resultados son de suma importancia, pues en años lluviosos han ocurrido afectaciones por manchas húmedas, según Grupo multidisciplinario para la calidad del tabaco tapado (1989). Las causas de estas manchas pueden deberse a la lixiviación de los elementos nutricionales contenidos en los fertilizantes; estos quedan fuera del alcance de las raíces y las plantas disponen de una menor dosis. También Shew (1996) manifestó que las plantas sobre las que se desarrolla esta alteración son siempre deficientes en uno o más nutrientes. Las deficiencias típicas incluyen uno o más de los elementos siguientes: calcio, magnesio, fósforo, nitrógeno y potasio, entre otros.

Efectos de las dosis de fertilizantes en los rendimientos

Tabla 4. Rendimientos en clases de cada tratamiento bajo las diferentes dosis de fertilización

Tratamientos	Capas exp. superiores ($kg_{*}ha^{-1}$)	Capas de exportación ($kg_{*}ha^{-1}$)	Rendimiento total ($kg_{*}ha^{-1}$)	Capas de exportación (%)
125 %	**251.5 a**	**851.8 a**	**1948.4 a**	**44**
100 %	**197.7 b**	**780.4 a**	**1840.1 a**	**42**
75 %	**157.3 b**	**482.6 b**	**1662.4 b**	**29**
50 %	**97.3 c**	**401.0 b**	**1410.6 b**	**28**
CV %	**17.716**	**24.681**	**6.365**	
Es ± x	**14.665**	**77.62**	**54.594**	

Las dosis reducidas disminuyeron todos los indicadores de rendimientos; el incremento del 25 % de la dosis de fertilizante no superó significativamente los rendimientos con respecto al testigo (100 % de la dosis) en capas y rendimiento total, pero sí presentó mejor comportamiento en cuanto a capas de exportación superior, lo cual equivale a que el incremento del 25 % de la dosis por encima de lo recomendado por el Instructivo técnico tiene una marcada influencia en la calidad de las hojas. Esto pudo deberse a que estos estudios se realizan con la aplicación de oligoelementos, y para una óptima proporción de los portadores nitrogenados y las plantas en tales condiciones se requiere una mayor dosis. Al respecto Guardiola *et al*. (1990) plantea que las curvas de respuestas de un elemento mineral son afectadas marcadamente por las condiciones de desarrollo de las plantas, entre las que se incluye también la disponibilidad de los restantes elementos minerales.

CONCLUSIONES

- La dosis de 125 % de fertilizante mineral disminuyó las afectaciones por manchas húmedas en más de 110 kg ha^{-1} y se incrementaron los contenidos de nitratos y clorofila en hojas.
- Los mayores rendimientos en capas de exportación se alcanzaron con el 125 % de fertilizante mineral.

BIBLIOGRAFÍA

Borges, A., A. Izquierdo: Distribución de la clorofila en regiones del limbo de hojas de tabaco de diferentes niveles foliares en el momento de la emisión del botón floral, Cuba Tabaco*,* 10(1): 24-30, 2009.

Grupo multidisciplinario para la calidad del tabaco tapado. En: *Taller sobre la mancha verde de las capas*, marzo, 1989.

Guardiola, J. L y L. A. García: *Fisiología vegetal I, nutrición y transporte*, Ed: Síntesis, España, 1990.

Guerra, J. G., E. C. Mena, J. L. Rodríguez, B. Hernández, N. Rodríguez, V. Andino: Influencia de la época de trasplante en el rendimiento y la calidad del tabaco cultivado bajo tela, *Avances*, 2 (1), 2000.

Hernández, A., J. M. Pérez, D. Bosh, L. Rivero: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, 64 pp., Instituto de Suelos, Ed. AGRINFOR, La Habana, 1999.

Martínez, M. L.: Metodología para el conteo de mancha verde. En: *Taller sobre la mancha verde de las capas*, marzo, 1989.

Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: *Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba*, Ed. Instituto de Investigaciones del Tabaco, Artemisa, 2012.

Rodríguez, L.: Tesis de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo: Aplicaciones de oligoelementos en órganos aéreos y subterráneos para reducir las manchas verdes y húmedas en el tabaco para capas, 2005.

Shew, D.: Bassara disease. Scientists investigate a mysterious disease that affects oriental tobacco, *Tobacco Reporter Review*, 123 (2):56, 1996.

Tso, T. C.: *Production, physiology and biochemistry of tobacco plant*, Ed. IDEALS, 1972.

Tso, T. C.: *Production, physiology and biochemistry of tobacco plant*, p. 379, Ed. IDEALS, 1990.

Valladares, R. D.: *Instructivo para el acopio y beneficio del tabaco Negro tapado*, 59 pp., Ed. AGRINFOR, La Habana, 2003.

EVALUACIÓN DE INDICADORES FÍSICOS DE SUELOS DEDICADOS AL TABACO BAJO TELA EN SAN JUAN Y MARTÍNEZ

Leonel Martínez Acosta, Daniel Ponce de León Lima, Guillermina Hernández Vigoa, José Ramón Cabrera Alfonso y Milagros García Rubido
UCTB Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigación8@eetsj.co.cu

RESUMEN

Los indicadores de calidad de suelo demuestran la capacidad continua del suelo de funcionar dentro del ecosistema, para sostener la productividad biológica, mantener la calidad del ambiente y promover el desarrollo de las plantas. El objetivo de este trabajo es evaluar, mediante algunos indicadores físicos, la calidad de los suelos dedicados al cultivo del tabaco bajo tela en la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco "Hermanos Saíz", del municipio San Juan y Martínez en Pinar del Río. El estudio se realizó en los subtipos de suelos: Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado Concrecionario (FCALC), Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado Típico (FCARLT), Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado Típico (FCALT) y Arenoso Cuarcítico Típico (ACT), los cuales presentaron un alto grado de restricción del crecimiento de las raíces, con valores de resistencia a la penetrometría entre 1,8 MPa y 2,8 MPa. La distribución de los agregados para todos los tipos y subtipos de suelo reflejaron su estado degradante, al presentar entre 45 % y 55 % de agregados menores de 0,25 mm y entre 10 % y 20 % los agronómicamente valiosos de 1mm a 5 mm, por lo que el coeficiente de estabilidad estructural, tanto para el tamizado en húmedo como en seco, mostró la débil resistencia al impacto del agua.
Palabras clave: *tabaco, calidad del suelo, estabilidad estructural*

ABSTRACT

EVALUATION OF PHYSICAL INDICATORS OF SOILS DEDICATED TO SHADE GROWN TOBACCO IN SAN JUAN Y MARTÍNEZ.

Indicators of soil quality demonstrate the continuous capacity of the soil to work inside the ecosystem for sustaining the biological productivity, maintaining the quality of the environment, and promoting the plants development. The aim of this work is the evaluation of the quality of soils dedicated to shade grown tobacco cultivation at the Agricultural Tobacco Enterprise of San Juan y Martínez in Pinar del Río province by means of some physical indicators. Results indicated that different types of Ultisol soils which were studied presented a high roots growth restriction level showing penetrability resistance values between 1,8 MPa and 2,8 MPa. The aggregates distribution for all soil types and subtypes showed its degrading state, presenting between 45 % and 55 % of aggregates smaller than 0,25 mm and between 10 % and 20 % agronomically valuable aggregates of 1mm to 5 mm. The structural stability coefficient for the wet and dried sieving indicates the weak resistance to the water impact.
Key words: *tobacco, soil quality, structural stability*

INTRODUCCIÓN

La evaluación de indicadores de suelo permite entender y revertir el deterioro en la funcionalidad ecosistémica, como sucede con la pérdida de suelos por erosión, acumulación de sedimento por el viento e inundaciones, reducción de la infiltración, compactación de la capa superficial, pérdida de nutrientes y de materia orgánica, cambios en el pH, aumento de la solubilidad de metales pesados, reducción de la actividad biológica, infestación por organismos patógenos y reducción de la calidad del agua (Etchevers *et al*., 2009).

La calidad física del suelo no se puede medir directamente, pero se infiere a través de indicadores de calidad del suelo estáticos o dinámicos y por medición de sus atributos, que se influencian por el uso y las prácticas de manejo (Dexter, 2004). La calidad del suelo es dinámica y puede cambiar a corto plazo, de acuerdo con las prácticas de manejo, y para conservarla es necesario implementar prácticas sostenibles en el tiempo (Rodríguez, 2008).

En Cuba se han desarrollado varias investígaciones utilizando el enfoque de los indicadores físicos, químicos y biológicos de la calidad del suelo; gran parte de ellos han estado dirigidos a determinar el impacto de diferentes prácticas agrícolas sobre su estado, movimientos y condiciones generales (Orellana *et al*., 2007).

Los suelos en la zona tabacalera de San Juan y Martínez están sometidos al monocultivo con una intensa aplicación de la tecnología convencional, que provoca alteraciones en sus propiedades químicas, físicas y biológicas, como resultado de los procesos degradativos inducidos por la actividad antrópica (Cabrera *et al*., 2007). El decrecimiento constante de la fertilidad de estos suelos trae como consecuencia una reducción de los rendimientos y la calidad del cultivo, unido a un detrimento de sus principales propiedades e indicadores de su calidad (Cabrera *et al*., 2010).

El objetivo de este trabajo es evaluar mediante algunos indicadores físicos la calidad de los suelos dedicados al cultivo del tabaco bajo tela en la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco "Hermanos Saíz" del municipio San Juan y Martínez, Pinar del Río.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Empresa de Acopio y Beneficio del Tabaco "Hermanos Saíz", ubicada en el municipio San Juan y Martínez, Pinar del Río, en áreas dedicadas al cultivo del tabaco bajo tela, durante la campaña 2012–2013. Las evaluaciones se realizaron a nivel de tipo y subtipo de suelo; se seleccionaron los más representativos: Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado con un 13 %, de este: Típico el 80 % y el 20 % Concrecionario; Ferralítico Cuarcítico Amarillo Rojizo Lixiviado Típico con un 7 % y Arenoso Cuarcítico Típico con un 10 % de la superficie dedicada al cultivo del tabaco en el municipio, según la segunda clasificación genética de los suelos de Cuba, Instituto de Suelos (1975). Hernández *et al. (*1999) en la Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba los clasifica como Alítico de Baja Actividad Arcillosa y Arenosol respetivamente.

El muestreo se realizó en el mes de febrero de 2013, en el período seco, para ello se seleccionaron 35 vegas y se utilizó el método de Zigzag, según la norma cubana NC-36:2009. Se obtuvieron tres muestras, compuestas de 20 sub-muestras por cada vega a una profundidad de hasta 20 cm, con tres cilindros de 100 cm^3 de suelo.

Se evaluaron los siguientes indicadores físicos:

- ✓ Distribución de los agregados del suelo, por el método de los tamices de Orellana *et al.* (2004) a muestras sin humedecimiento previo. El porcentaje de agregados hidroestables se determinó mediante la suma de los agregados mayores de 0,25 mm.

- ✓ Coeficiente de estabilidad estructural en seco *(K es)* y en húmedo *(K eh),* según las ecuaciones E1 y E2, Yoder (1936)

$$Kes = \frac{\sum \% \, Ag \; 10 \; a \; 0.25 \; mm}{\% \, Ag > 10 + < 0.25 \; mm} \qquad (E1)$$

$$Keh = \frac{\% \, Ag < 0.25 \; mm}{\sum \% \, Ag > 0.25 \; mm} \qquad (E2)$$

- ✓ Resistencia del suelo a la penetrometría (Rpm) según el método del penetrómetro de Bradford, (1986). Para cada centímetro se obtuvo la resistencia a la penetración expresada en MPa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resistencia del suelo a la penetrometría

La resistencia a la penetrometría es, unida a la porosidad, la variable más importante en los estudios sobre la compactación del suelo, el enraizamiento, producción de cultivos y procesos degradativos del suelo (Forsythe *et al.*, 2005).

Bowen *et al*. (1994) citan valores entre (0,9 y 1,5) MPa como límites para impedir el crecimiento satisfactorio de las raíces, mientras que Threadgill (1982) indicó que valores de índice de cono superiores a 1,5 MPa dificultan el normal desarrollo radicular, y que por encima de 2,5 MPa el crecimiento puede detenerse.

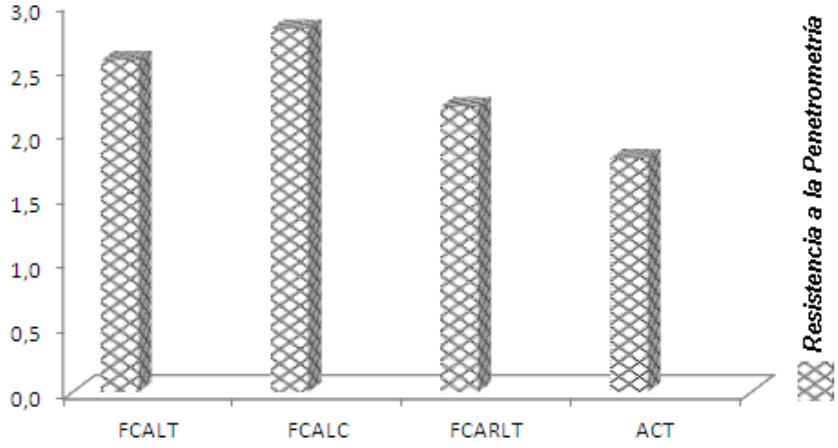


Figura 1. Comportamiento de la resistencia de los suelos a la penetrometría

Los resultados muestran en la figura 1 la existencia de compactación para todos los tipos y subtipos de suelos en los primeros 20 cm, ya que los valores de resistencia a la penetrometría se encuentran entre (1,8 y 2,5) MPa, que los clasifican como medianamente compactados, según la escala de Zerpa (2006).

Los suelos FCALC y FCALT presentan los valores más elevados de resistencia a la penetrometría, este resultado puede estar asociado a las diferencias en las características físicas, químicas y biológicas de estos (Hernández *et al.,* 2004).

Los suelos dedicados al cultivo del tabaco muestran una tendencia a la degradación y con ello a la pérdida de la fertilidad. Esta degradación está vinculada con el estado de sus indicadores físicos, todos declinantes especialmente en su horizonte superficial. En el ciclo del cultivo del tabaco existe una caída de los índices de calidad de suelo, esencialmente contenidos de carbono orgánico de suelo, estabilidad de los agregados y alta resistencia a la penetrometría, y estos últimos son los más evidentes (Cabrera, 1996).

La compactación y la pérdida de la porosidad, son características que se deben tener en cuenta para el manejo de estos suelos, pues es una de las limitantes con mayor impacto negativo sobre el desarrollo del cultivo del tabaco, debido a que afecta directamente el crecimiento de las raíces por la falta de oxígeno, la cual incrementa la formación de etileno que desencadena senescencia en las hojas del tabaco (Izquierdo, 2007).

Buchanan *et al* (2000), plantean que las características físicas de suelo son determinantes en la respiración de la planta, pues establecen el contenido de nitrato, clorofila y concentración osmótica, factores fundamentales en los procesos de respiración y fotosíntesis.

Distribución de los agregados y estabilidad estructural del suelo

Los resultados de la figura 2 muestran el predominio de agregados < 0,25 mm para todos los tipos y subtipos de suelos estudiados, que representan entre 45 % y 55 % de la masa de suelo cultivable, típico de los suelos dedicados al cultivo intensivo del tabaco. Barragán *et al*. (1999) afirman que la utilización intensiva de los suelos y la acción continua de las labores mecánicas provoca una ruptura de los agregados agronómicamente valiosos (1mm a 5 mm) y un aumento de los agregados <0,25 mm hasta de 70 %.

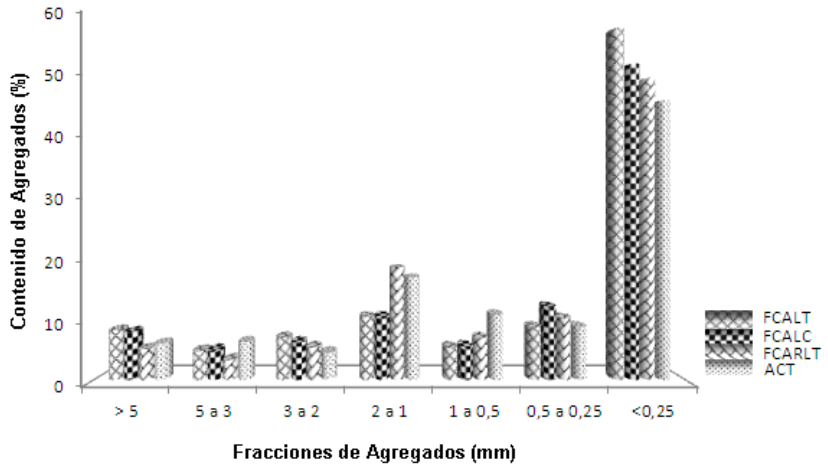


Figura 2. Distribución de los agregados en el tamizado en húmedo para los suelos estudiados

La estructura del suelo es una de las características más importantes, pues influye en el movimiento y retención del agua, la aireación, la penetración de las raíces y el ciclo de nutrientes, que al final inciden directamente en el rendimiento de los cultivos. Tiene la propiedad de disgregar la masa del suelo por sí misma en separaciones de distintas formas y tamaños (llamados agregados) que son los determinantes de la aptitud agrícola de los suelos (Hernández *et al.,* 2006).

La estabilidad estructural depende de las características de los agregados que presente el suelo. Los porcentajes de agregados agronómicamente utilizables son bajos, por ello en la figura 3 se observa que el coeficiente de estabilidad en húmedo no sobrepasa el 2 %, esto se le atribuye al predominio de la fracción arena sobre la arcillosa y a los bajos contenidos de materia orgánica, que caracterizan los suelos dedicados al cultivo del tabaco, donde no se aplican las diferentes tecnologías conservacionistas, a pesar del desarrollo vertiginoso que han tenido en los últimos tiempos.

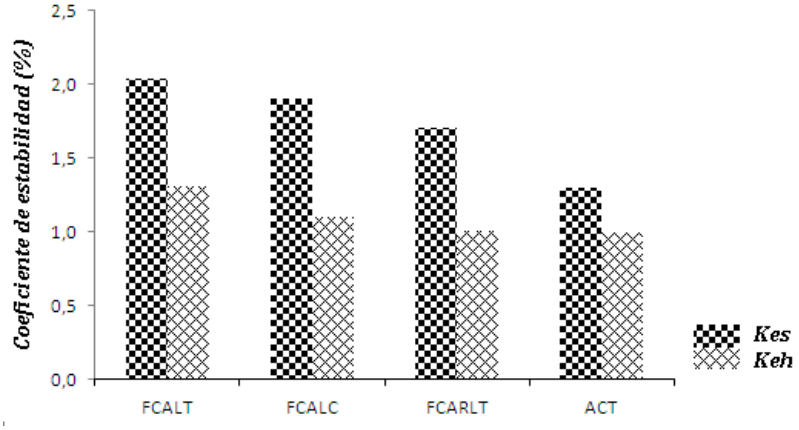


Figura 3. Coeficiente de estabilidad estructural de los agregados en el tamizado en seco y húmedo

Roger-Estrade *et al.* (2010) encontraron que el coeficiente de estructuración mejora de forma significativa en un suelo en transición a agroecológico, por lo que las fracciones edáficas pasaron a ser agronómicamente valiosas en los rangos de 7 mm y 0,25 mm. Además, los agregados que mostraron mayor aumento fueron los comprendidos en los diámetros de 2 mm y 1 mm. Estudios de Orellana *et al.* (2008) indican que de la materia orgánica depende en gran medida la estabilidad hídrica de los agregados y, por tanto, una construcción adecuada del sistema suelo.

CONCLUSIÓN

- Los indicadores de calidad de suelo evaluados muestran un deterioro de la estructura para todos los tipos y subtipos estudiados, con valores de resistencia a la penetración de las raíces entre 1,8 MPa y 2,5 MPa, lo que demuestra el estado de compactación existente, conjuntamente los agregados agronómicamente valiosos presentan valores muy bajos entre el 10 % y 20 %.

BIBLIOGRAFÍA

Barragán, L., O. Nájera, A. Hernández, Flores: Estudio de la estabilidad estructural de suelos que se hayan desarrollado bajo bosque en Txangoa (Navarra España). En: *Extend Abstracs soilwith Mediterraneum Type of climate 6th*

International Meeting Barcelona, pp. 5-7, 1999.

Bowen, H. D., T. H. Garner and D. H. Vaughn: "Advances in soil-plant dynamics". In: Advances in soil dynamics, pp. 255-280, ASAE, St. Joseph, 1994.

Bradford, J. M.: "Penetrability". In: A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis, Part 1, Physical and mineralogical methods*, pp. 468-471, ASA and SSSA, Madison, WI, 1986.

Buchanan B., W. Gruissen, R. L. Jones: *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, pp. 1318, American Society of Plant physiologists, Rockville, Maryland, USA, 2000.

Cabrera, E.: Tecnología antierosiva para suelos dedicados al cultivo del tabaco de sol. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias en el cultivo del tabaco, Universidad de Pinar del Río, 60 pp., 1996.

Cabrera., E., A. Otero., V. Gálvez, E. Márquez, Y. Morejón: Introducción de tecnologías sostenibles de manejo y uso de suelo, agua, sanidad vegetal y rendimiento de tabaco Negro tapado en la cooperativa "Rigoberto Fuentes" de San Juan y Martínez en la provincia de Pinar del Río, *Avances*, 9 (3), 2007.

Cabrera, C. E., E. Iglesias, N. García Mena, A. Otero Martínez, Y. León, y E. Fernández: Diferentes dosis y combinaciones de humus y turba para el cultivo del tabaco bajo tela. En: *VII Congreso SCCS, C-VII-29*, La Habana, 2010.

Dexter A. R.: Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth, *Geoderma,* 120: 201-214, 2004.

Etchevers J., C. Hidalgo, M. Vergara, M. Bautista y J. Padilla: "Calidad de suelo: conceptos, indicadores y aplicación en agricultura". En: López-Blanco J. y Rodrıguez-Gamiño M. de L.: Desarrollo de indicadores ambientales y de sustentabilidad en México, 196 pp., Ed. Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM Colección Geográfica para el siglo XXI, Serie Libros de Investigación, No. 3, 2009.

Forsythe, W., F. Sancho, M. Villatoro: Efecto de la compactación de los suelos sobre el rendimiento de maíz en tres localidades de Costa Rica, *Agronomía Costarricense,* 29(3):175-185, 2005.

Hernández, A., O. Ascanio, M. Morales, I. Bojórquez, E. Norma y J. García: *El suelo. Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo,* 255 pp., Ed Universidad Autónoma Nayarit, 2006.

Hernández, A., J. M. Pérez, D Bosh, L Rivero: *Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*, 64 pp., Instituto de Suelos, Ed. AGRINFOR, La Habana, 1999.

Hernández, A., A. Vantour, M. Morales, F. Soto, E. Garea y J. Baisre: Características de los suelos del Macizo Montañoso Nipe-Sagua-Baracoa. I suelos Alíticos, Ferríticos y Ferralíticos, *Cultivos Tropicales*, 25 (1): 45-53, 2004.

Instituto de Suelos: II Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, 25

pp., Instituto de Suelos, Ed. Academia de Ciencias, La Habana, 1975.

Izquierdo A.: Método de diagnósticos y recomendaciones nutricionales y de cosecha para el tabaco. Logro económico, IIT, 2007.

NC 36: Oficina Nacional de Normalización: Calidad del suelo. Muestreo, La Habana, Cuba, 2009.

Orellana, R., F. Ortega, J. Moreno: Fracción orgánica ligera del suelo como indicador agroecológico, *Agricultura Orgánica*, 2: 404-415, 2008.

Orellana, R., J. M. Moreno, J. M. Febles, M. Vega: M. Propuesta de indicadores edáficos para medir la sostenibilidad de suelos Ferralíticos Rojos de la provincia La Habana, Cuba. En: *I Seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales iberoamericanos. Sostenibilidad e indicadores*, pp. 16-17, Almeria, 2007.

Orellana, R., J. M. Moreno, A. Cruz, A, M. Onelia, M. Díaz, A. Martorell: Procedimientos e indicadores físicos para la evaluación de suelos y sustratos orgánicos, 2004.

Roger-Estrade, J., C. Anger, M. Bertrand, G. Richard: Tillage and soil ecology: partners for sustainable agriculture, [En línea] *Soil and Tillage Research*, ISSN-0167-1987, DOI-10.1016/j.still.2010.08.010, 111 (1): 33–40, 2010.

Rodríguez-Gamino M. de L.: Determinación y aplicación de indicadores ambientales en Milpa Alta, Distrito Federal. Tesis de Doctorado (Posgrado en Geografía), Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras, 2008.

Threadgill, E. D.: Residual tillage effects as determined by cone index, *Transactions of the ASAE* 25(4): 859-867, 1982.

Yoder, R. E.: A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses, *Journal of the American Society of Agronomy*, 28: 337-351, 1936.

Zerpa, G.: Degradación de suelos en uso pastoril. Tesis en opción al grado de Máster en Manejo y Conservación de Recursos Naturales, 60 pp., Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, 2006.

EFECTO DE LA REINOCULACIÓN DE MICORRIZAS CON LA REDUCCIÓN DEL FERTILIZANTE MINERAL EN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL TABACO NEGRO CULTIVADO BAJO TELA

Yoanna Cruz Hernández, Rodolfo Plana Llerena, Milagros García Rubido, Yarilis León González, Yenssi Acosta Aguiar
Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigacion5@eetsj.co.cu

RESUMEN

En la Estación Experimental del Tabaco San Juan y Martínez, se desarrolló una investigación durante las campañas tabacaleras, 2012-2013 y 2013-2014 con el objetivo de determinar la influencia de la reinoculación de micorrizas con la reducción del fertilizante mineral en algunas características biológicas del tabaco Negro cultivado bajo tela. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y 15 tratamientos. Las plántulas utilizadas se inocularon durante la fase de semillero y se reinocularon en el trasplante sumergiendo las raíces en diferentes concentraciones de HMA/L de H_2O. Al utilizar plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O y 75 % de fertilizante mineral, se alcanzaron los mejores resultados de longitud y anchura de la hoja central, peso fresco y seco de la hoja central, rendimiento total y en capas para el torcido de exportación.
Palabras clave: *tabaco, biofertilizante, capas, reinoculación*

ABSTRACT

EFFECT OF THE MYCORRHIZAS REINOCULATION AND THE REDUCTION OF MINERAL FERTILIZER IN SOME CHARACTERISTICS OF THE SHADE GROWN DARK TOBACCO

During 2012-2013 and 2013-2014 tobacco crops, at the Experimental Tobacco Station in San Juan and Martinez, in Pinar del Río province, a research with the objective of determining the influence of mycorrhizas reinoculation and the reduction of the mineral fertilizer in some characteristics of the shade grown dark tobacco was carried out. A randomized blocks design with four replications and fifteen treatments was used. Seedlings were inoculated during the seedbed stage and reinoculated at transplanting time dipping roots in solutions of different concentrations of HMA/L of H_2O. The application of 75 % of mineral fertilizer and seedling reinoculation with a 0.50 kg of HMA/L H_2O solution showed the greatest values in the length and the width of the central leaf and in the weight of the green and dry leaf mass. This treatment also had best results in total yield and in high quality wrapper cigars.
Key words: *tobacco, biofertilizer, wrappers, reinoculation*

INTRODUCCIÓN

La fertilización mineral es la forma más ampliamente conocida y empleada de satisfacer las necesidades nutricionales de los cultivos; sin embargo, su costo es cada vez más elevado para el productor y existe el riesgo ecológico que causa por contaminación del suelo y el agua debido a un manejo inadecuado (Martínez *et al*., 1997). El tabaco es un cultivo muy sensible a la disponibilidad de nutrientes y sufre considerables variaciones en rendimiento y calidad como consecuencia de la fértilización (Tso, 1990).

En la actualidad, incrementar la productividad de las plantas cultivadas de manera sostenible, con baja cantidad de insumos y los mejores estándares de calidad, es una necesidad inmediata, más aun cuando la globalización cultural, el libre mercado y los acuerdos internacionales de comercio abierto se convierten en las bases de cualquier programa de producción agrícola (Fundora *et al.,* 2011).

Los microorganismos benéficos constituyen vías alternativas para la nutrición de las plantas; la relación simbiótica que se establece entre los hongos micorrízicos arbusculares y los cultivos favorece su crecimiento y desarrollo, con efectos positivos sobre los rendimientos (Sánchez *et al.,* 2009; Martín *et al.,* 2010).

Un aspecto de gran importancia en la agricultura lo constituye la garantía de los requerimientos nutrimentales de los cultivos, por tales razones, resulta imprescindible la búsqueda y evaluación de fuentes alternativas de fertilización, que permitan obtener niveles adecuados de rendimientos y calidad de los productos e incrementar los procesos biológicos en el suelo como índice de sostenibilidad (Morales *et al.,* 2011).

Una de las alternativas para incrementar la producción agrícola es la aplicación de biofertilizantes producidos a partir de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), los que al establecer la simbiosis con las raíces de las plantas desempeñan importantes funciones, pues contribuyen de forma más eficiente a la supervivencia y el crecimiento de los cultivos (Fundora *et al.,* 2011). Por ello el objetivo de este trabajo es determinar la influencia de la reinoculación de micorrizas con la reducción del fertilizante mineral en algunas características del tabaco Negro cultivado bajo tela.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental del Tabaco, en San Juan y Martínez, Pinar del Río, durante las campañas tabacaleras 2012-2013 y 2013-2014 en un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo lixiviado típico eútrico, según la Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba (Hernández *et al*., 1999). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con un arreglo bifactorial, con cuatro réplicas y 15 tratamientos, resultantes de la combinación de cinco niveles de biofertilizante y tres niveles de fertilizante mineral.

Las plántulas utilizadas para realizar el experimento se obtuvieron de un semillero tradicional; la inoculación de HMA se realizó en el momento de la riega de la semilla; las demás labores del semillero se realizaron según lo establecido en el Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba (Minag, 2012). En el momento del trasplante se reinocularon las plántulas sumergiéndolas en soluciones con diferentes dosis de HMA/L de H_2O (0 kg; 0.50 kg; 0.75 kg; 1.00 kg y 1.25 kg)

Como biofertilizante se utilizó el EcoMic®, producto comercial producido por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), elaborado a partir de la cepa de micorrizas *Glomus cubense.*

Como fertilizante mineral se usó la fórmula completa 12-6-16-3 a razón de 1342,08 kg/ha.

El resto de las actividades se realizó según lo establecido en el Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba (Minag, 2012).

Tratamientos

1-Plántulas sin HMA + 100 % de fert mineral (Testigo)
2-Plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O +100 % de fert mineral
3-Plántulas reinoculadas con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de fert mineral
4-Plántulas reinoculadas con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de fert mineral
5-Plántulas reinoculadas con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de fert mineral
6- Plántulas sin HMA +75 % de fert mineral
7- Plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O +75 % de fert mineral
8 - Plántulas reinoculadas con 0.75 kg de HMA/L de H_2O +75 % de fert mineral
9 - Plántulas reinoculadas con 1.00 kg de HMA/L de H_2O +75 % de fert mineral
10- Plántulas reinoculadas con 1.25 kg de HMA/L de H_2O +75 % de fert mineral
11- Plántulas sin HMA +50 % de fert mineral
12- Plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O +50 % de fert mineral
13- Plántulas reinoculadas con 0.75 kg de HMA/L de H_2O +50 % de fert mineral
14- Plántulas reinoculadas con 1.00 kg de HMA/L de H_2O +50 % de fert mineral
15- Plántulas reinoculadas con 1.25 kg de HMA/L de H_2O +50 % de fert mineral

Se seleccionaron diez plantas por cada tratamiento para realizar, según metodología descrita por Torrecilla *et al*. (2012) las siguientes mediciones y observaciones:

- Longitud y anchura de la hoja central de la planta (cm), con regla graduada de precisión ± 0.1 mm
- Masa fresca y seca de la hoja central de la planta (g) por el método gravimétrico, en balanza analítica de precisión ± 0.1 mg

Además se determinó:

- Combustibilidad según lo establece el Instructivo técnico para el procedimiento y evaluación de la combustibilidad del tabaco cubano (Minag, 2004).
- Frecuencia de la colonización micorrizógena, determinada según la metodología descrita por Giovannetti y Mosse (1980).
- Densidad Visual (% DV) por la metodología de Trouvelot *et al*. (1986).
- Conteo de esporas de hongos micorrízicos arbusculares por el método de extracción descrito por Gerdeman y Nicolson (1963).
- Rendimiento total y en capas para el torcido de exportación según la metodología descrita por Valladares (2003).

A los datos se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la diferencia entre las medias se comparó por la prueba de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad del error menor e igual a 0.05. Esto se realizó con ayuda del paquete estadístico Statistical Package for social Sciences (SPSS) para Microsoft Windows versión 21 del 2014.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de algunas características morfológicas como indicadoras del crecimiento de las plantas se muestra en la tabla 1,

donde los mejores resultados se alcanzaron con el tratamiento 7 sin diferencias con el tratamiento testigo y sí con otros de los tratamientos evaluados. Al analizar el efecto de la reinoculación se puede decir que existe una respuesta positiva, al obtenerse resultados similares al testigo de producción en tratamientos donde se aplican hongos micorrízicos y se reduce la fertilización mineral. Estos resultados pueden estar directamente relacionados con un mejor aprovechamiento en el suministro de nutrientes, por la existencia de una colonización eficiente HMA-planta, la cual favorece un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, así como una mayor absorción de nutrientes lo cual se revierte en un desarrollo positivo de las etapas del crecimiento del cultivo.

Tabla 1. Influencia de los tratamientos en algunas características biológicas del tabaco Negro cultivado bajo tela.

Tratamientos	Longitud de la hoja central (cm)	Anchura de la hoja central (cm)	Masa fresca (g)	Masa seca (g)
1-Plántulas sin reinocular HMA + 100 % de FM. (Testigo)	60,15 a	28,50 a	285,20 ab	29,90 cd
2- Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	58,75 abcde	28,00 abcd	267,22 bc	29,77 cd
3- Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	59,02 abcd	27,87 abcd	286,40 ab	35,10 ab
4- Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	59,7 ab	28,25 abc	270,67 bc	30,57 cd
5- Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	57,60 defg	27,00 def	280,52abc	31,62 abc
6- Plántulas sin reinocular HMA +75 % de FM.	57,32 efg	26,60 ef	257,55bc	28,20 d
7- Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	59,5 abc	28,37 ab	318,22 a	37,02 a
8- Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	58,37 bcdef	27,15 cdef	273,55abc	28,85 cd
9- Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	57,60 defg	27,10 def	235,57cd	30,45 cd
10- Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	57,35 defg	26,72 def	284,80 ab	31,82 abc
11-Plántulas sin reinocular HMA +50 % de FM.	58,02 cdef	27,30 bcde	273,25abc	29,02 cd
12-Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	56,92 fg	26,90 def	290,67ab	27,72 d
13-Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	54,45 i	26,05 f	249,50bc	33,00 abc
14-Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	55,12 hi	26,30 ef	204,02 d	32,12 abc
15-Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	56,10 gh	26,57ef	250,87 bc	32,07 abc
ES x (±)	*0.525*	*0.357*	*11.17*	*3.85*
C V %	*6.30*	*8.64*	*13.10*	*15.99*

Estudios realizados por Morales *et al*. (2011) demostraron los efectos positivos de las micorrizas en la toma de nutrientes por las plantas, mediante el aumento de la superficie del área de absorción; las raíces micorrizadas eficientemente pueden obtener más nutrientes que las raíces no micorrizadas. Los propios autores cuando inocularon plantas de begonia, observaron una respuesta positiva a la aplicación del biofertilizante micorrizógeno.

Resultados similares obtuvieron Fundora *et al.* (2011) en plantas de aguacate inoculadas con diferentes especies de HMA, que alcanzaron un aumento en la variable altura de las plantas. En los tratamientos donde se aplicaron hongos micorrízicos el desarrollo de las plantas fue evidente comparado con el control.

Por otra parte Terry *et al.* (2006), cuando inoculó plántulas de tomate con hongos micorrizícos observó una respuesta positiva a la micorrización para las variables altura y longitud radical, las plántulas inoculadas aumentaron significativamente su crecimiento y desarrollo.

Con respecto al incremento de masa seca, Simó *et al*. (2009) reportaron efectos positivos de la inoculación micorrízica sobre Canavalia, atribuidos a incrementos de la masa verde y seca y del contenido de nutrientes de las plantas inoculadas respecto a los tratamientos no inoculados, lo que demuestra el efecto de la inoculación micorrízica sobre las especies de abonos verdes, al aumentar su valor agronómico.

En cuanto a rendimiento total los mejores resultados se alcanzaron con los tratamientos 5 y 7; estos resultados pueden estar dados por los beneficios que brindan a las plantas los hongos micorrizícos, lo cual influye directamente en el aumento del rendimiento de los cultivos.

Tabla 2. Influencia de los tratamientos en el rendimiento y la calidad del tabaco Negro cultivado bajo tela

Tratamientos	Rendimiento total (kg/ha)	Capas de exportación (kg/ha)	Comb (s)
1-Plántulas sin reinocular HMA + 100 % de FM. (Testigo)	1771,05 d	182,02 d	27.80
2- Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	1822,50 b	196,22 c	26.16
3- Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	1784,37 c	197,87 c	30.00
4- Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	1759,80 e	294,87 a	26.06
5- Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	1851,12 a	281,17 b	28.63
6- Plántulas sin reinocular HMA +75 % de FM.	1732,07 g	51,62 l	22.50
7- Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	1855,02 a	294,42 a	30.00
8- Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	1687,72 h	102,22 i	26.46
9- Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	1577,02 j	126,90 h	27.93

10- Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	1739,95 f	167,42 e	25.66
11-Plántulas sin reinocular HMA +50 % de FM.	1473,07 m	41,20 m	22.53
12-Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	1512,20 l	141,25 g	27.50
13-Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	1521,10 k	86,47 j	26.33
14-Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	1417,87 n	30,37 n	25.26
15-Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	1607,97 i	82,92 k	24.70
ES x (±)	*1.77*	*0.81*	
C V %	*11.99*	*54.55*	

Leyenda
Combustibilidad:
Baja (0 - 5,0 s)

Aceptable (6,0 – 10 s)
Buena (11,0 – 20,0 s)
Excelente (> 20 s)

Martín *et al.* (2010) plantearon que el desarrollo de las hifas del micelio de las micorrizas brinda a las raicillas la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor comparado con las raicillas no micorrizadas.

La variable capas para el torcido de exportación alcanzó los mejores resultados con los tratamientos 4 y 7, en los que se observa una respuesta positiva a la inoculación con hongos micorrízicos, con una disminución de la dosis de fertilizante mineral, así como cuando se aplica la dosis máxima de fertilizante mineral. Se ratifica la importancia que tiene la inoculación micorrízica en la eficiencia de la absorción de nutrientes, lo que favoreció el crecimiento y desarrollo del cultivo del tabaco. Por otra parte, Martín (2009), en cuanto a rendimientos en el cultivo del maíz alcanzó los mayores resultados con la inoculación de HMA y una reducción de la dosis de fertilizante mineral. Resultados similares alcanzaron Ruiz *et al*. (2012) en el cultivo del banano. En este sentido, Rivera *et al*. (2006) plantean que en los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente, las plantas logran un mejor funcionamiento, tienen mayores rendimientos, en comparación con aquellas plantas que no fueron inoculadas.

La combustibilidad es un parámetro a tener en cuenta para evaluar la calidad del tabaco Negro cultivado bajo tela, pues influye directamente en el uso que se le pueda dar a las hojas. Los tratamientos no ejercieron influencia en el comportamiento de estos parámetros; los valores de combustibilidad siempre estuvieron por encima de 20 s lo cual se considera como excelente, e influye de forma positiva en la calidad de las hojas.

Como se puede observar en la tabla 3, el comportamiento fúngico (en las tres variables) se mostró dependiente del balance nutricional en el suelo a favor de los tratamientos reinoculados más el 75 % del fertilizante mineral. Rivera *et al.* (2003) señalaron que el contenido de nutrientes influye directamente en la eficiencia de la micorrización. Con los tratamientos 7, 8 , 9

y 10 la micorrización fue más eficiente; en cambio, para los tratamientos 2, 3, 4 y 5 y 12, 13, 14 y 15 el balance nutricional en el suelo demuestra no ser óptimo para el funcionamiento fúngico, los primeros por altos contenidos de nutrientes y los segundos, por defecto. La aplicación de 75 % de fertilizante mineral representó el mejor contenido nutricional para el desarrollo de la micorrización y por tanto para la propia eficiencia en la simbiosis micorrízica, al alcanzar la mayor frecuencia de la colonización (67 %).

La frecuencia de la colonización micorrízica, el contenido de esporas y la densidad visual alcanzaron los mejores resultados con el tratamiento donde se aplicó 0,50 kg de HMA/L + 75 % de la fertilización mineral.

Por otra parte, Martín *et al*. (2010) y Tamayo (2014) reportaron que en el cultivo de la *Canavalia,* al analizar los indicadores del comportamiento de la simbiosis micorrízica, se observó un efecto de la inoculación de cepas de HMA sobre el porcentaje de colonización de las raíces.

Tabla 3. Influencia de la reinoculación de micorrizas en algunas variables del funcionamiento fúngico del tabaco Negro cultivado bajo tela.

Tratamientos	Frecuencia de la colonización (%)	Contenido de esporas en 50 g de suelo	Densidad visual (%)
1-Plántulas sin HMA + 100 % de FM. (Testigo)	32.16 j	181 l	9.48 f
2- Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	42.11 h	229 ij	8.09 k
3- Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	46.30 g	234 gh	8.84 g
4- Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	46.20 g	236 f	7.91 m
5- Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de FM.	47.21 f	228 j	7.94 l
6- Plántulas sin HMA +75 % de FM.	32.70 i	179 l	5.79 n
7- Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	67.83 a	686 a	20.46 a
8- Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	62.61 b	475 b	19.52b
9- Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	50.18 c	453 d	14.60 c
10- Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de FM.	50.66 c	458 c	14.05 d
11-Plántulas sin HMA +50 % de FM.	30.81 k	192 k	8.12 j
12-Plántulas reinoc con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	46.85 f	324 e	12.09 e
13-Plántulas reinoc con 0.75 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	48.15 e	231 hij	8.45 h
14-Plántulas reinoc con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	48.87 d	237 fg	8.38 i
15-Plántulas reinoc con 1.25 kg de HMA/L de H_2O + 50 % de FM.	48.38 de	232 hi	8.45 h
ES x (±)	*0.18*	*1.31*	*0.04*
C V %	*20.91*	*46.5*	39.69

Pérez-Luna *et al.* (2012) ya habían encontrado incrementos de porcentajes de colonización y densidad visual en *Mucuna deeringiana*, al ser inoculada con cepas de HMA, y concluyeron que la inoculación tuvo un efecto positivo en la colonización de la raíz y en la densidad visual.

De los valores obtenidos en número de esporas en 50 g de suelo presente en la rizósfera de las plantas (tabla 3), se evidencia de manera general un incremento del número de esporas en los tratamientos reinoculados con respecto al testigo sin inocular. La mayor cantidad de esporas encontradas en el tratamiento 7 coincide con los resultados obtenidos por este mismo tratamiento en la variable frecuencia de la colonización analizada anteriormente.

CONCLUSIONES

- Al utilizar plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O +75 % de fertilizante mineral se alcanzan los mejores resultados en cuanto a características morfológicas de la hoja y variables de funcionamiento fúngico.

- El rendimiento total alcanzó los mejores resultados al utilizar plántulas reinoculadas con 1.25 kg de HMA/L de H_2O +100 % de fertilizante mineral y plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de fertilizante mineral.

- Los mejores resultados en cuanto a capas para el torcido de exportación se alcanzaron al utilizar plántulas reinoculadas con 1.00 kg de HMA/L de H_2O + 100 % de fertilizante mineral y plántulas reinoculadas con 0.50 kg de HMA/L de H_2O + 75 % de fertilizante mineral.

BIBLIOGRAFÍA

Fundora, L. R., R. Rivera, J. V. Martín, A. Calderón y A. Torres: Utilización de cepas eficientes de hongos micorrízicos arbusculares en el desarrollo de portainjertos de aguacate en un sustrato suelo-cachaza, *Cultivos Tropicales*, 32 (2): 23-29, 2011.

Gerdemann, J. W. and T. H. Nicholson: Spore of mycorrhizae endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting, *Trans. Br. Mycol. Soc.,* 46: 235-244, 1963.

Giovannetti, M. y B. Mosse: An evaluation of technique for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots, *New. Phytol.,* 84: 489-500, 1980.

Hernández, A., J. M .Pérez, D. Bosch, L. Rivero: *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*, 64 pp., Inst. Suelos, AGRINFOR, La Habana, 1999.

Martín, G. M., L. Arias y R. Rivera: Selección de las cepas de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) más efectivas para la C*anavalia ensiformis* cultivada en suelo Ferralítico Rojo, *Cultivos Tropicales*, 31 (1): 27-31, 2010.

Martín, G. M.: Manejo de la inoculación micorrízica arbuscular *Canavalia ensiformis* y la fertilización nitrogenada en plantas de maíz (*Zea mays*) cultivadas sobre suelos Ferralíticos Rojos de La Habana. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, 101 pp., INCA, La Habana, 2009.

Martínez Viera, R., B. Dibut, I. Casanova y M. Ortega: Acción estimuladora de *Azotobacter chroococcum* sobre el cultivo del tomate en suelo Ferralítico Rojo. Efecto sobre los semilleros*, Agrotecnia de Cuba*, 27 (1): 23-26, 1997.

Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: *Instructivo técnico para el procedimiento y evaluación de la combustibilidad del tabaco cubano,* 16 pp., Ed. AGRINFOR, La Habana, 2004.

Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: Instructivo técnico para el cultivo del tabaco, 147 pp., Instituto de Investigaciones del Tabaco, Artemisa, 2012.

Morales, C., J. M. Calaña, J. Corbera y R. Rivera: Evaluación de sustratos y aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en *begonia sp*., *Cultivos Tropicales*, 32, (2): 17-22, 2011.

Pérez-Luna, Y., J. D. Álvarez-Solís, J. Vegas, J. M. Fernández, R. Gómez-Álvarez, L. Cuevas: Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México, *Gayana Bot.,* 69 (1): 46-56, 2012.

Rivera, R., F. Fernández, A. Hernández, J. R. Martín, y K. Fernández: Bases científico–técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente. Ed. Manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: el Caribe, 166 pp., INCA, La Habana, 2003.

Rivera, R., L. Ruiz, F. Fernández, C. Sánchez, M. Riera, A. Hernández, A. Fernández, K. Fernández, R. Planas: La simbiosis micorrízica efectiva y el sistema suelo – planta – fertilizante. En: *VI Congreso Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo,* 16: 2006 mar, 8–10, La Habana, Memorias CD–ROM, Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, 2006.

Ruiz, L., J. Simó y R. Rivera: *Las Micorrizas en cultivos tropicales. Una contribución a la sostenibilidad agroalimentaria*, 239 pp., Ed. Académica Española, 2012.

Sánchez, C., D. Caballero, R. Cupull, C. González, S. Urquiaga y R. Rivera: Los abonos verdes y la inoculación micorrízica de plántulas de coffea arabica sobre suelos cambisoles gléyicos, *Cultivos Tropicales*, 30, (1): 25-30, 2009.

Simó, J., L. Ruiz, R. Rivera, D. Carvajal, O. Morales: Contribución micorrízica en los sistemas integrados de nutrición y fertilización de bananos en Cuba. Presentaciones en: *Taller Nacional de la Red Temática de Simbiosis Micorrízica*, 25 al 27 de noviembre de 2009, Memorias CD–ROM, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2009.

Tamayo, Y.: Coinoculación de Rhizobium sp y hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en Canavalia ensiformis (L) D.C cultivada sobre un suelo Pardo Sialítico Mullido Carbonatado. Tesis en opción al título académico de Master en Ciencias en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes, 88 pp., INCA, Mayabeque, 2014.

Terry, E. A. Leyva y M. M. Díaz: Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas para la asociación maíz–tomate, en el período temprano de siembra, *Cultivos Tropicales*, 27 (2): 5-11, 2006.

Torrecilla, G., M. Cabrera y J. L. Pérez: Principales descriptores para la caracterización morfo-agronómica del género Nicotiana, *Cuba Tabaco*, 13 (2): 44-50, 2012.

Trouvelot, A., J. Kough, V. Gianinazzi-Pearson: Mesure du taux de mycorhization VA d'un systeme

radiculaire. Recherche de methodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. Proc. 1st Eur. Symp. on Mycorrhizae: Physiological and genetical aspects of mycorrhizae, Dijón, INRA, Paris, 1986.

Tso, T. C.: *Production, Physiology and Biochemistry of tobacco plant*, 685 pp., Ideals, Inc. Beltsville, Maryland, USA, 1990.

Valladares, R. D.: *Instructivo para el acopio y beneficio del tabaco Negro tapado*, 59 pp., Ed AGRINFOR, La Habana, 2003.

INFLUENCIA DEL NITRATO Y AMONIO EN LAS AFECTACIONES POR MANCHAS EN EL CURADO, EN EL RENDIMIENTO DEL TABACO NEGRO BAJO TELA

Alejandro Izquierdo Medina, Betty Hernández García, Nelson Rodríguez López, Juan Miguel Hernández Martínez
UCTB Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigacion@eetsj.co.cu

RESUMEN

Durante las campañas tabacaleras 2010/2011, 2011/2012 y 2012/2013, se realizó un experimento en un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico Eútrico según (Hernández et al., 1999) de la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez. El objetivo fue determinar la influencia de las proporciones de las formas nítricas y amoniacales del fertilizante mineral en las afectaciones por manchas que ocurren durante el curado en el rendimiento y la calidad del tabaco Negro bajo tela. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones que fueron los siguientes: 100 % amoniacal y 0 % nítrico (0 % N-NO_3), 3 % amoniacal y 97 % nítrico (97 % N-NO_3), 68 % amoniacal y 32 % nítrico (68 % N-NO_3, testigo de producción), 50 % amoniacal y 50 % nítrico (50 % N-NO_3). Los resultados indicaron que las mayores afectaciones por manchas húmedas, así como los rendimientos en capas de exportación superior y capas de exportación total se manifestaron en los tratamientos donde predominó la forma de absorción del nitrógeno a base de NO_3^- y $NH4^+$. Cuando se aplicó una mezcla equilibrada con el 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y 50 % en forma de $NH4^+$ disminuyeron las afectaciones por manchas del curado, las hojas alcanzaron contenidos adecuados de nitratos en sabia y el mayor rendimiento en capas para el torcido de exportación.

Palabras clave: *tabaco, mancha verde, rendimiento*

ABSTRACT

INFLUENCE OF NITRATE AND AMMONIAS IN THE AFECTATIONS DUE TO SPOTS DURING THE CURING PROCESS FOR SHADE GROWN DARK TOBACO YIELD

During 2010-2011, 2011-2012 and 2012-2013 tobacco crops at the Experimental Tobacco Station on an Ultisol soil of San Juan y Martinez in Pinar del Río province, an experiment with the objective of determining the influence of nitrate and ammonias proportions of the mineral fertilizer in the affectations due to the spots occurring during the curing process for the shade grown dark tobacco yield was carried out. A randomized blocks design was used with 6 repetitions and 4 treatments consisting on: 100 % ammonias and 0 % nitrate (0 % N-NO_3), 3 % ammonias and 97 % nitrate (97 % N-NO_3), 68 % ammonias and 32 % nitrate (68 % N-NO_3, production witness), 50 % ammonias and 50 % nitrate (50 % N-NO_3). Results indicated that the affectations due to wet spots, as well as the high quality wrapper yield and total yield were reached in the treatments where the way of nitrogen absorption was mainly based on NO_3- and NH_4+. When a balanced mixture of nitrogen was applied with 50 % of the NO_3- form and 50 %

of NH_4+ form, curing spots affectations diminished, leaves reached appropriate contents of nitrates in sap and best high quality wrapper yield was obtained.

Key words: *tobacco, stains green, yields*

INTRODUCCIÓN

En el mundo, las afectaciones por manchas del curado (manchas húmedas y manchas verdes) provocan pérdidas multimillonarias en el tabaco, y aunque han sido reportadas desde 1898, aún se desconocen las causas que le dan origen. En Cuba, a partir de la década del 80, comenzó a ser una limitante para obtener altos rendimientos en capas para el torcido de exportación.

Muchos son los factores que pueden ocasionar estas afectaciones, como son: variaciones genéticas, déficit hídrico en las células, relaciones internutrientes y en especial la fertilización. Después del agua, el nitrógeno es el nutriente más importante en el desarrollo de las plantas, dada su abundancia en las principales biomoléculas de la materia viva. Investigaciones realizadas por Walch-Liu *et al*. (2000) demuestran que el suministro de NH_4^+ como única fuente de nitrógeno afectó la elongación y la multiplicación celular de las hojas; además, expresan que el NO_3^- es requerido para ayudar a la biosíntesis y transferencia de citoquininas de las raíces a las hojas, así como para mantener los niveles de nitratos como sustancia osmótica, y con la aplicación combinada de ambas formas de nitrógeno se evitan tales alteraciones.

Shew (1996) comprobó que los tejidos afectados por la mancha verde poseían una alta concentración de gránulos de almidón, significativamente superior a la de los tejidos normales. En estas condijones, las células son incapaces de mantener un adecuado suministro de agua y se desarrolla una severa tensión hídrica; las más altas correlaciones con la mancha verde resultaron con la fertilidad del suelo o los fertilizantes aplicados.

Por todo lo antes expuesto el objetivo de este trabajo es determinar la influencia de las proporciones de las formas nítricas y amoniacales del fertilizante mineral en las afectaciones por manchas del curado, en el rendimiento y la calidad del tabaco Negro bajo tela.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, provincia de Pinar del Río, durante las campañas tabacaleras 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013, en un suelo Ferralítico Amarillento Lixiviado Típico Eútrico según (Hernández *et al.,* 1999). Se utilizó la variedad de tabaco Negro 'Criollo 98' cultivada bajo tela. Los experimentos se realizaron en parcelas de 25 m^2, con una densidad poblacional de 100 plantas. Para la evaluación se seleccionaron y marcaron 10 plantas por parcela.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 tratamientos y 6 repeticiones que fueron los siguientes: 100 % amoniacal y 0 % nítrico, 3 % amoniacal y 97 % nítrico, 68 % amoniacal y 32 % nítrico (testigo de producción), 50 % amoniacal y 50 % nítrico. Las culturales (excepto la fertilización) se realizaron acorde a lo descrito en Instructivo Técnico (Minag, 2000).

Mediciones y observaciones: Afectaciones por mancha verde y mancha húmeda, según Martínez (1989). Rendimiento y calidad, según Valladares (2003) y el contenido de nitratos de las hojas cosechadas con madurez técnica, por el método del ácido fenildisulfónico descrito por Izquierdo *et al*. (2006).

Para el análisis estadístico se comprobó la normalidad de dichos datos a través de la

prueba Shappiro-Wilk. Los resultados promedio de las tres campañas estudiadas se sometieron a un análisis de varianza. Las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan con significación del 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra el efecto de las formas nítricas y amoniacales del nitrógeno en la afectación por manchas en el tabaco curado. Las mayores afectaciones por manchas húmedas se manifestaron en el tratamiento donde se aplicó 100 % del nitrógeno en forma de NH_4^+ con diferencias significativas en comparación con el resto de las variantes en estudio.

Tabla 1. Efecto de las formas nítricas y amoniacales en manchas del curado

Tratamientos	Manchas húmedas kg/ha	Manchas verdes kg/ha	Nitratos en savia (ppm)
100 % NH_4	823.7 a	479.5 c	34.7 d
50 % NO_3-50 % NH_4	39.2 d	253.7 d	387.8 c
68 % NO_3-32 % NH_4	88.3 c	661.4 b	697.3 b
97 % NO_3-3 % NH_4	297.6 b	1008.7 a	1341.2 a
ES X (±)	*6.3721*	*19.1396*	*8.31*
CV (%)	*11.8*	*10.7*	*69.543*

Letras distintas difieren significativamente para p≤ 0,05

Al analizar las afectaciones por manchas verdes, el tratamiento donde se aplicó 97 % de nitrógeno en forma de NO_3^- más 3 % en forma de NH_4^+ alcanzó el mayor valor con 1 008.7 kg/ha, mientras que las menores afectaciones las mostró el tratamiento donde se empleó 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y de NH_4^+.

De forma general, cuando se utilizó 100 % del nitrógeno en forma de NH_4^+ y 97 % en forma de NO_3^- se produjeron afectaciones en el paño de la hoja; sin embargo, cuando se emplearon combinaciones de 50 % del nitrógeno nítrico y amoniacal o cercano a ellas, las afectaciones disminuyeron considerablemente. Turnbull *et al.* (1996) plantean que las plantas son capaces de utilizar distintas fuentes de nitrógeno y los distintos tipos de especialización de la raíz influyen en su asimilación. Al respecto, Ohlund y Nasholm (2001) señalan que en algunas especies, el mejor desarrollo se obtiene con una mezcla equimolar de amonio y nitrato.

Para el contenido de nitratos en el pecíolo de la hoja, el mayor valor promedio se obtuvo cuando se empleó 97 % del nitrógeno en forma de NO_3^- con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Las plantas cultivadas con mezclas de 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y NH_4^+ mostraron un mejor comportamiento para este indicador, cuyo valor promedio estuvo en el rango óptimo 200 ppm y 500 ppm que, según Izquierdo *et al.* (2009) es el rango adecuado para obtener capas para el torcido de exportación sin afectaciones en el paño de la hoja. Engels y

Marschner (1995), Cruz *et al.* (1998), Tischner (2000), Murchie *et al.* (2000), Forde (2002), Miflin y Habash (2002), Stitt *et al.,* (2002) y Foyer *et al.* (2003) plantean que la competencia de absorción entre NH_4^+ y NO_3^- depende de los costos de absorción de ambos y está relacionada con el control de H^+ en la disolución del suelo, debido a que la absorción de NH_4^+ es más barata en términos energéticos. Asimismo, Flower (1999) expresa que las concentraciones de nitrato de las hojas curadas son afectadas por las tasas de fertilización nitrogenada.

La tabla 2 muestra el análisis del rendimiento en capas de exportación superior y en capas de exportación total, parámetros de gran importancia, pues representan la efectividad de las formas iónicas de absorción del nitrógeno en este tipo de producción especializada. El tratamiento con 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y NH_4^+ alcanzó los mayores valores con diferencias estadísticas en comparación con el resto de los tratamientos.

Tabla 2. Influencia de la formas de absorción del nitrógeno en el rendimiento y calidad

Tratamientos	Capas de exp. superior (kg/ha)	Capas exp. total (kg/ha)	Rendimiento total (kg/ha)
100 % NH_4	109.5 b	220.7 bc	1945.1 b
50 % NO_3-50 % NH_4	179.1 a	483.7 a	1991.2 ab
68 % NO_3-32 % NH_4	138.4 bc	261.4 b	2 091.9 a
97 % NO_3-3 % NH_4	97.6 b	208.7 c	1 816.3 c
ES X (±)	7.7725	9.1692	35.431
CV (%)	14.8	9.97	7.02

Letras distintas difieren significativamente para $p \leq 0,05$

El mayor rendimiento agrícola total se obtuvo con el tratamiento con 68 % del nitrógeno en forma NO_3^- y 32 % en forma NH_4^+ sin diferencias significativas con el tratamiento donde se utilizó el 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y NH_4^+. Cuando se aplicó 97 % del nitrógeno en forma de NO_3^- se alcanzó el rendimiento total más bajo. Estos resultados están estrechamente relacionados con lo planteado por Pérez (2004), quien afirma que los suelos arenosos de la provincia son altamente susceptibles a la lixiviación del NO_3^-.

Teniendo en cuenta los resultados globales del efecto de las formas del nitrógeno en las afectaciones por manchas del curado, en el rendimiento y la calidad del tabaco Negro cultivado bajo tela, podemos plantear que altas concentraciones de las formas iónicas de absorción de nitrógeno (NO_3^- y NH_4^+) afectan la calidad de la hoja curada de tabaco. Ohlund y Nasholm (2001) y Soritopoulos *et al.* (2005) plantean que la nutrición con NH_4^+ genera una excreción del exceso de H^+ y un enriquecimiento de aniones en la superficie de la raíz, así la toxicidad del NH_4^+ está relacionada con la disminución del pH. Rothstein y Cregg (2005) señalan que el antagonismo del $NH4^+$ con otros nutrientes puede también inhibir el crecimiento de las plan-

tas. Cuando la fertilización a las plantas se realizó con mezclas equimolares de NO_3^- y $NH4^+$ se observó un mejor comportamiento de las variables en estudio, pues con la aplicación equilibrada de ambas formas de nitrógeno se evitan las alteraciones que provoca el predominio de una de las formas.

CONCLUSIONES

- Las afectaciones por manchas húmedas, así como los rendimientos en capas de exportación superior y capas de exportación total se manifestaron en los tratamientos donde predominó la forma de absorción del nitrógeno a base de NO_3^- y $NH4^+$.
- Cuando se aplica una mezcla equilibrada con 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y 50 % en forma de $NH4^+$ disminuyen las afectaciones por manchas que ocurren durante el curado, las hojas alcanzan contenidos adecuados de nitratos en savia y el mayor rendimiento en capas para el torcido de exportación.

RECOMENDACIÓN

Utilizar en la práctica productiva como esquema de fertilización en el tabaco Negro cultivado bajo tela un fertilizante con 50 % del nitrógeno en forma de NO_3^- y 50 % en forma de $NH4^+$.

BIBLIOGRAFÍA

Cruz, C., S. H. Lips, M. A. Martins-LouÇao: Interactions between nitrate and ammonium during uptake by carob seedlings and the effect of the form of earlier nitrogen nutrition, *Physiologia Plantarum*, 89: 554-551, 1998.

Engels, C., H. Marschner: "Plant uptake and utilization of nitrogen". In: *Nitrogen fertilization in the environment*, pp. 41-81, Ed. P. E. Bacon, Marcel Dekker Inc., New York, 1995.

Flower, K. C.: "Agronomy and Physiology: Field Practices". In: *Tobacco Production, chemistry and technology*, pp. 69-103, D. M. Layten and M.T. Nielsen eds., Ed. Blackwel Science, 1999.

Forde, B. G.: The rol of long–distance signaling in plant responses to nitrate and other nutrients, *J. Exp. Bot*., 53 (366): 39-43, 2002.

Foyer, C. H., M. Parry and G. Noctor: Markers and signals associated with nitrogen assimilation in higher plants, J. Exp. Bot., Regulation of Carbon Metabolism Special Issue, 54(382): 585-593, 2003.

Hernández, A., J. M. Pérez, D Bosh, L Rivero: *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. 64 pp., Instituto de Suelos, Ed. AGRINFOR, La Habana, 1999.

Izquierdo, A., B. Hernández, A. Borges: Logro Científico. Influencia de las tecnologías de fertilización en la capacidad depuradora de peróxido de hidrógeno exógeno y en los rendimientos en capas de exportación, Minag, IIT, 2006.

Izquierdo, A., B. Hernández, N. Rodríguez: Logro económico. Integración de los diagnósticos y las recomendaciones nutricionales y de cosecha en tabaco tapado para disminuir las pérdidas por manchas en el curado, Minag, IIT, 2009.

Martínez, M. L.: Metodología para conteo de la mancha verde. En: *Taller sobre la mancha verde de las capas*, Estación Experimental del Tabaco San Juan y Martínez, 1989.

Miflin, B. J. and D. Z. Habash: The rol of glutamine synthetase and glutamate deshydrogenase in nitrogen assimilation and possibilities for improvement in the nitrogen utilization of crops, *J. Exp. Bot*., Inorganic Nitrogen Assimilation Special Issue, 53 (370): 979-987, 2002.

Mianag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: Manual técnico para la producción de tabaco Negro tapado, 44 pp., Ed. AGRINFOR, La Habana, 2000.

Murchie, E. H., S. Ferrario-Méry, M-H. Valadier y C. H. Foyer: Short–term nitrogen- induced modulation of phosphoenolpyruvate carboxylase in tobacco and maize leaves, *J. Exp. Bot.,* 51 (349): 1349-1358, 2000.

Öhlund, J. and T. Näsholm: Growth of conifer seedlings on organic and inorganic nitrogen sources, *Tree Physiology*, 21:1319-1326, 2001.

Pérez, O. C.: Informe al Consejo Técnico asesor TABACUBA, 2004.

Rothstein, D. E., B. M. Cregg: Effects of nitrogen form on nutrient uptake and physiology of Fraser fir (Abiesfraseri), *Forest Ecology and Management,* 219:69-80, 2005.

Shew, D.: Bassara disease. Scientists investigate a mysterious disease that affects oriental tobacco, *Tobacco Reporter Review,* 123 (2): 56, 1996.

Soritopoulos, T. E., G. N. Mouhtaridou, T. Thomidis, V. Tsirakoglou, K. N. Dimassi and I.N. Therios: Effects of different N-sources on growth, nutritional status, chlorophyll content, and photosynthetic parameters of shoots of the apple rootstock MM106 cultured in vitro, *Biology Plantarum*, 49 (2): 297-299, 2005.

Stitt, M., C. Müller, P. Matt *et al*.: Towards an integrated view of nitrogen metabolism, *J. Exp. Bot.,* Inorganic nitrogen assimilation special issue, 53 (370): 959-970, 2002.

Tischner, R.: Nitrate uptake and reduction in higher and lower plants, *Plant Cell and Environment*, 23, 1005-1024, 2000.

Turnbull, M. H., S. Schmidt, P. D. Erskine, S. Richards and G. R. Stewart: Root adaptation and nitrogen source acquisition in natural ecosystems, *Tree Physiology*, 16:941-948, 1996.

Valladares, R. D.: *Instructivo para el acopio y beneficio del tabaco Negro tapado*, 59 pp., Ed. AGRINFOR, La Habana, 2003.

Walch-Liu, P. Gunter Neumann, Fritz Bangerth and Chistof Engels: Rapid effects of nitrogen form on leaf morphogenesis in tobacco, *Journal of Experimental Botany*, 51(343): 227-237, February, 2000.

COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA DE VARIEDADES COMERCIALES DE TABACO NEGRO AL SOL EN PALO EN DIFERENTES ÉPOCAS DE PLANTACIÓN

Antonio Núñez Mansito, Guillermo Quintana Vara, Mileidy Cabrera Esmory, Yoan Rodríguez Marrero

UCTB Estación Experimental de Cabaiguán. Carretera Santa Lucía km 2, Cabaiguán, Sancti Spíritus. **director@eetcab.co.cu**

RESUMEN

El cambio climático es un fenómeno global que ejerce gran influencia en la agricultura. El estudio de sus efectos adversos en el sistema agrario cubano pudiera contribuir a minimizar sus consecuencias negativas en los resultados productivos. En la producción tabacalera se desconoce la respuesta de las variedades comerciales ante las posibles e inminentes variaciones del clima. Estos cambios pueden producir corrimientos de las estaciones del año y los productores tabacaleros deben estar preparados para enfrentar este reto, conociendo de antemano el comportamiento de las variedades plantadas en épocas no idóneas. Para ello se realizó el presente trabajo que tiene como objetivo: determinar el rendimiento de variedades comerciales de tabaco Negro en diferentes épocas de plantación. Se realizaron experimentos con seis variedades en diferentes fechas de cultivo y se determinó el rendimiento en kilogramos por hectárea. Los resultados indicaron que la obtención de altos rendimientos en tabaco Negro cultivado al sol está fuertemente influenciada por la época de plantación, la variedad empleada y las condiciones climáticas prevalecientes. En la variedad 'Sancti Spíritus 96' se afectó el rendimiento en 1 067.36 kg/ha como promedio de las tres campañas estudiadas (trimestre marzo–mayo) y en la variedad 'Habana 92' se afectó en 768.75 kg/ha.
Palabras clave: *cambio climático, tabaco Negro, época de cultivo, suelo Pardo Sialítico.*

ABSTRACT

BEHAVIOR OF AGRICULTURAL YIELD OF DARK TOBACCO COMMERCIAL VARIETIES IN DIFFERENT PLANTATION SEASONS

The climatic change is a global phenomenon with a great influence in the agriculture. The study of its adverse effects in Cuban agrarian system could help to minimize its negative consequences in productive results. The behavior of tobacco commercial varieties facing to possible climate variations are unknown. These changes can cause seasons movements and tobacco producers should be prepared to face this challenge, knowing the behavior of the varieties planted in non suitable seasons. In order to determine the yield of six dark tobacco commercial varieties an experiment was carried out in different plantation seasons. The yield was determined in kilograms per hectares. Results indicated that high yields in dark tobacco are strongly influenced by the plantation season, the variety and prevailing climatic conditions. The yield was affected in 1 067.36

kg/ha like average of the three studied crops (March-May period) with 'Sancti Spíritus 96' and in 'Habana 92' variety were affected in 768.75 kg/ha.
Key words: *climatic change, dark tobacco, plantation season, Eutropept soil*

INTRODUCCIÓN

El cambio climático se define como la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo (Serrano, 2007), sobre todo los parámetros meteorológicos como: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. En teoría, estos se deben tanto a causas naturales como antropogénicas. Se pronostica que para este siglo XXI habrá un calentamiento global promedio entre 1,5 ^{0}C y 4,5 ^{0}C; la mejor estimación es de 2,5 ^{0}C. Por otra parte, se plantea que la estratosfera se enfriará significativamente, el entibiamiento superficial será mayor en las altas latitudes en invierno y menores durante el verano; la precipitación global aumentará entre 3 % y 15 %, será más significativo un aumento durante todo el año de las precipitaciones en las altas latitudes y en algunas áreas tropicales habrá algunas disminuciones.

El cambio climático de origen antropogénico, causante de tanta preocupación a nivel mundial, tiene el agravante de que se espera que se produzca en un plazo tan breve que no permita la adaptación natural de los ecosistemas naturales y de los sistemas socioeconómicos actuales (Villalón, *2010*).

Aunque la contribución de la República de Cuba al calentamiento global es muy reducida, existe una notable preocupación por los impactos que el cambio climático pueda tener sobre el país, siguiendo los acuerdos tomados de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kyoto.

En el año 1991 en Cuba se realizó una evaluación preliminar de los impactos del cambio climático que abarcó los sectores: agricultura, ecosistemas naturales terrestres, hidrología y recursos hídricos, áreas costeras, asentamientos poblacionales, salud y turismo. Esta evaluación, que se realizó mediante el método del juicio de expertos, fue el primer intento de síntesis de los resultados de las investigaciones que realizaban grupos de científicos del país.

La agricultura es una de las actividades más vulnerables ante el cambio climático, pues variables como la temperatura, las precipitaciones, la radiación solar y los niveles de CO_2, tienen influencia marcada sobre el suelo, el desarrollo de los cultivos, las plagas y sus enemigos naturales, así como sobre los animales y sus parásitos.

El cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L) está influido notablemente por las condijones meteorológicas. Hoyos (2010) refiere que las variables que mayor influencia ejercen sobre los rendimientos agrícolas del tabaco Negro tapado son: las temperaturas medias del aire del periodo enero-febrero y las lluvias del periodo diciembre–marzo, con sus determinados coeficientes de correlación.

Por estas razones se realizó el presente trabajo que tiene como objetivo determinar el rendimiento de seis variedades comerciales de tabaco Negro al sol en palo en diferentes épocas de plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la UCTB Estación Experimental de Cabaiguán, provincia Sancti Spíritus, se realizó un experimento de campo durante las campañas tabacaleras 2010-2011,

2011-2012 y 2012-2013, en un suelo Pardo Sialítico carbonatado (Hernández *et al.,* 2015). Se utilizaron seis cultivares de tabaco Negro: 'Sancti Spíritus 96', 'Habana 92', 'Habana 2000', 'Criollo 98', 'Corojo 2006' y 'Corojo 99' plantadas en seis fechas de plantación (tabla 1). En la campaña 2012-2013 se utilizó el híbrido comercial 'Criollo 2010' y no se pudo plantar el tabaco en los meses de febrero y mayo. En la campaña 2011-2012 no se pudo realizar plantación en los meses de abril y mayo.

Tabla 1. Fechas de plantación por campañas tabacaleras

Fechas de plantación	Días de plantación por campaña		
	Campaña tabacalera 2010-2011	**Campaña tabacalera 2011-2012**	**Campaña tabacalera 2012-2013**
Noviembre (testigo I)	12/11/2010	18/11/2011	24/11/2012
Diciembre (testigo II)	16/12/2010	22/12/2011	23/12/2012
Febrero	08/02/2011	14/02/2012	***No plantación***
Marzo	05/03/2011	16/03/2012	24/03/2012
Abril	11/04/2011	***No plantación***	11/04/2012
Mayo	22/05/2011	***No plantación***	***No plantación***

Las labores fitotécnicas se realizaron según Minag (2001). Las atenciones culturales realizadas en las variantes de las épocas de plantación no óptimas fueron las mismas que las realizadas en las épocas tradicionales. El tabaco fue plantado bajo las condiciones del tabaco al sol en palo, es decir, para cultivo a pleno sol y solo se tuvo en cuenta, de forma diferenciada, el momento de la recolección, respetando la madurez técnica de cada variedad.

Al final del proceso de beneficio y selección del tabaco se determinó el rendimiento en kilogramos por hectárea. Se correlacionaron las variables meteorológicas con las variables en estudio. Para la realización del análisis se utilizaron los datos originales y se compararon las medias aritméticamente.

La información de las variables climáticas necesarias para el estudio de las características agroclimáticas en la zona se tomó de la estación agro meteorológica de la UCTB Cabaiguán. La información se organizó por el promedio mensual según las fechas de plantación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se muestra el comportamiento de las variables climáticas en las tres campañas en estudio. El valor más alto de las precipitaciones de las series analizadas corresponde a la campaña 2011-2012 en el mes de mayo, con 796.2 mm, seguido de 366.4 mm en el mes de abril de la misma campaña, lo que trajo como consecuencia que el tabaco no se pudiera plantar. Sin embargo, el valor más bajo se observó en la misma campaña durante el mes de marzo, con 5.0 mm. En el resto de las variables meteorológicas no se observan grandes diferencias en las tres campañas estudiadas.

Investigaciones realizadas por Hoyos *et al*. (2010) en la zona de Partido, al tomar en consideración el resultado del balance hídrico climatológico, revelaron que la disponibilidad hídrica del suelo es baja y el

estrés es severo desde la primera decena de diciembre hasta la primera de mayo, es decir, que durante este período hay existencia de agua en el suelo, pero es difícilmente aprovechable por las plantas de tabaco; de ahí la importancia de las aplicaciones adicionales de agua a este cultivo.

Tabla 2. Valores medios mensuales de las tres campañas tabacaleras en estudio

MESES	2010-2011				2011-2012				2012-2013			
	Temp. seca (^{0}C)	Temp. hume. (^{0}C)	*HR (%)*	Precip. (mm)	Temp. seca (^{0}C)	Temp. hume. (^{0}C)	*HR (%)*	Precip. (mm)	Temp. seca (^{0}C)	Temp. hume. (^{0}C)	*HR (%)*	Precip. (mm)
Noviembre	24.1	20.7	75	33.4	24.8	21.5	79	16.5	22.9	19.7	75	10.6
Diciembre	19.7	16.3	72	23.1	23.7	20.5	76	18.1	21.8	21.0	76	11.0
Febrero	24.5	20.3	70	10.8	24.4	21.2	77	**125.1**	24.6	20.5	71	23.0
Marzo	25.1	20.0	64	10.6	24.9	20.8	70	5.0	23.5	19.1	68	35.7
Abril	27.6	22.3	66	19.3	26.1	21.5	70	**366.4**	26.7	22.2	71	95.3
Mayo	27.7	20.8	65	48.8	26.3	23.2	72	**796.2**	27.2	23.0	72	**218.2**

En cuanto al rendimiento de la planta principal por fecha de plantación (tabla 3) se observa que las variedades 'Sancti Spíritus 96' y 'Criollo 98' mostraron los mayores valores. Los resultados obtenidos por García *et. al. (*2002) con la variedad 'Criollo 98' cultivada al sol, en un suelo Ferralítico Cuarcítico Amarillo Lixiviado, reflejaron valores de rendimiento en capotes similares a los de la variedad 'Habana 2000', pero superiores a los de 'Habana 92'. Pino *et al.* (2002), en un estudio con las variedades 'Corojo 99', 'Criollo 98' y 'Sancti Spíritus 96' en las condiciones de las provincias centrales, obtuvieron un buen comportamiento de estas y en especial 'Corojo 99' y 'Criollo 98' fueron las que produjeron los mayores rendimientos agrícolas y mejores valores en clases superiores y capaduras.

Tabla 3. Rendimiento promedio de la planta principal de tabaco por fecha de plantación durante tres campañas

Variedad	Rendimiento por fecha de plantación (kg/ha)					
	Noviembre	***Diciembre***	***Febrero***	***Marzo***	***Abril***	***Mayo***
'Sancti Spíritus 96'	1.790,25	**2.056,33**	**2.190,00**	1.456,45	**1.010,80**	1.305.45
'Habana 92'	1.453,38	1.645,00	1.969,25	**1.605,89**	936,25	-
'Habana 2000'	1.367,10	1.586,45	1.713,12	1.358,59	-	**1.456,26**
'Criollo 98'	1.650,25	1.965,12	2.078,26	1.369,45	886,35	1.324,50
'Corojo 2006'	**1.877,37**	1.658,26	1.968,10	1.454,23	976,00	1.297,78
'Corojo 99'	1.594,30	1.460,98	1.824,00	1.617,00	636.14	-
'Criollo 2010' **2012-2013**	1.811,85	1.834.50	1.925,00	1.378,30	-	-

NOTA: En febrero y abril, promedio de dos campañas. En mayo, promedio de una campaña.

Los resultados obtenidos en la variante testigo (mes de noviembre) corroboran lo planteado en el Instructivo técnico (Minag, 2012). En suelos altamente contaminados con el agente causal de la pata prieta, solo se recomienda, para cultivo al sol y recolección en mancuernas, la variedad **'**Habana 2000**'**; como última opción, de utilizarla, se debe esperar un tabaco de menor peso, aunque sí de buena calidad.

En todas las variedades que fueron plantadas en los meses de abril y mayo se observó una tendencia a la disminución de los rendimientos, producto de las precipitaciones ocurridas entre los meses de abril a agosto.

Un carácter de primerísima importancia en las variedades que se cultivan en la región central y oriental del país es el desarrollo de los rebrotes, o sea, de las capaduras, como se le denomina en Cuba. En la investigación se corrobora lo obtenido por Pino *et. al*. (1999), pues se evidencia una tendencia al incremento del rendimiento agrícola superior en capadura en la variedad **'**Sancti Spíritus-96**'**; en este sentido está demostrado que estas pueden representar más del 50 % de la cosecha.

Tabla 4. Promedio de tres años de rendimiento de capadura por fechas de plantación.

Variedad	Rendimiento por fecha de plantación (kg/ha)					
	Noviembre	***Diciembre***	***Febrero***	***Marzo***	***Abril***	***Mayo***
'Sancti Spíritus 96**'**	**1 056.80**	**985.23**	**1.120,56**	525.23	-	-
'Habana 92**'**	924.29	896.56	1.100.50	412.36	-	-
'Habana 2000**'**	963.18	902.00	856.35	347.00	-	-
'Criollo 98**'**	844.56	968.65	985.00	**563.00**	-	-
'Corojo 2006**'**	956.36	930.22	1.002.00	269.35	-	-
'Corojo 99**'**	729.89	900.24	896.25	423.69	-	-
'Criollo 2010**'** **2012-2013**	989.67	985.60	998.78	560.50	-	-

En los meses de abril y mayo (tabla 4) no fue apreciable la cantidad de tabaco obtenido, debido a las afectaciones por lluvias y las pérdidas por enfermedades fungosas, principalmente pata prieta, que hicieron imposible su recolección. No obstante, se pudo observar que en el mes de marzo se produjo una disminución drástica en el rendimiento de la capadura, fundamentalmente en los cultivares **'**Corojo 2006**'**, **'**Habana 92**'** y **'**Sancti Spíritus 96**'** equivalente a 732,6 kg/ha, 688,14 kg/ha y 595,33 kg/ha respectivamente.

Investigaciones realizadas por Quintana *et al*. (2002) con cuatro variedades de tabaco Negro cultivadas bajo tela: **'**Habana 92**'**, **'**Habana 2000**'**, **'**Sancti Spíritus 96**'** y **'**Habana Vuelta Arriba**',** en suelo Pardo con carbonatos, demostraron que en los suelos con buenas condiciones físicas y químicas y libres de la planta parásita *Orobanche ramosa* L., se pueden obtener producciones de rebrotes (capaduras) superiores a los 900 kg/ha con excelente calidad. La variedad **'**Sancti Spíritus 96**'** para cultivo al sol y recolección en mancuernas, se destaca por una rápida y abundante producción de capaduras, con independencia de la época de plantación hasta el mes de febrero.

Con respecto al rendimiento total (tabla 5) se observó que la variedad **'**Sancti Spíritus-96**'** disminuye desde 21 % hasta 48 %, cuando se planta después del mes de mayo.

Tabla 5. Rendimiento total de la variedad 'Sancti Spíritus 96'

Variedad	Rendimiento total por fecha de plantación (kg/ha)					
	Noviembre	*Diciembre*	*Febrero*	*Marzo*	*Abril*	*Mayo*
Rendimiento potencial de la variedad: 2 500 kg/ha						
'Sancti Spíritus-96'	2.847,05	2.851,56	3.310,56	1.981,68	1.010,80	1.305.45
	+ 347,05	+ 351,56	+ 810,56	- 518,32	- 1 489,20	- 1 194,55

Las investigaciones realizadas con tabaco al sol en palo con las variedades comerciales 'Sancti Spíritus 96', 'Habana 92', 'Criollo 98' y 'Corojo 99', corroboran lo obtenido por Espino (2003), en suelos fuertemente contaminados por *Orobanche ramosa* L.. La variedad de mejor comportamiento fue 'Habana 92' por su alta tolerancia a esta planta parásita; el mejor comportamiento integral en la producción de capaduras se obtuvo con 'Sancti Spíritus 96'.

En el caso de la variedad 'Habana 92' (tabla 6) la disminución del rendimiento se comportó desde 11 % hasta 58 %.

Tabla 6. Rendimiento total de la variedad 'Habana 92'

Variedad	Rendimiento total por fecha de plantación (kg/ha)					
	Noviembre	*Diciembre*	*Febrero*	*Marzo*	*Abril*	*Mayo*
Rendimiento potencial de la variedad: 2 246 kg/ha						
'Habana - 92'	2.377,67	2.541,56	3.069,75	2.018,25	936,25	-
	+ 131,67	+ 295,56	+ 823,75	- 227,75	- 1 309,75	-

Por otra parte, en cuanto al rendimiento total de todas las variedades evaluadas en diferentes épocas de plantación (tabla 7) se evidencia que sus características, la forma de producción y el comportamiento del clima influyen notablemente en los resultados productivos.

Tabla 7. Promedio de tres años de rendimiento total por fechas de plantación

Variedad	Rendimiento por fecha de plantación (kg/ha)					
	Noviembre	***Diciembre***	***Febrero***	***Marzo***	***Abril***	***Mayo***
'Sancti Spíritus 96'	**2.847,05**	2.851,56	**3.310,56**	1.981,68	**1.010,80**	1.305.45
'Habana 92'	2.377,67	2.541,56	3.069,75	2.018,25	936,25	-
'Habana 2000'	2.330,28	2.488,45	2.569,47	1.705,59	-	**1.456,26**
'Criollo 98'	2.494,81	**2.933,77**	3.063,26	1.932,45	886,35	1.324,50
'Corojo 2006'	2.833,73	2.588,48	2.970,10	1.723,58	976,00	1.297,78
'Corojo 99'	2.324,19	2.361,22	2.720,25	**2.040,69**	636.14	-
'Criollo 2010' **2012-2013**	2.801,52	2.820,10	2.923,78	1.938,80	-	-

Los cultivares 'Habana 92' y 'Habana 2000' mostraron los mejores comportamientos ante la incidencia de la necrosis ambiental durante los meses de mayor acumulado de lluvias, correspondiente a mayo–agosto. Por otra parte, la 'Habana 2000', fue la que mostró una mayor resistencia frente a la enfermedad pata prieta, en igual período.

CONCLUSIONES

- En las tres campañas estudiadas el factor climático que más influyó negativamente en todas las variedades fue el de las precipitaciones.
- En las plantaciones del tabaco Negro al sol en palo se afectan los rendimientos totales del cultivo cuando se establecen después del mes de febrero.
- En el trimestre marzo–mayo el rendimiento de la variedad 'Habana 92' y 'Sancti Spíritus 96' se afectaron en 768.75 kg/ha y 1 067 kg/ha respectivamente.
- El mayor rendimiento agrícola en capadura se obtuvo con el cultivar comercial 'Sancti Spíritus 96' y representó más de 50 % de la cosecha.

RECOMENDACIONES

- No plantar tabaco Negro al sol después del mes de febrero.

BIBLIOGRAFÍA

Espino, E.: Resultados de los experimentos de generalización de variedad (2001-2002), *Cuba Tabaco,* 4 (1): 61–76, 2003.

García, V., Emis C. Mena *et al*: Nuevas variedades de tabaco Negro, productoras de capas y capotes, resistentes a las principales enfermedades, *Cuba Tabaco,* 3 (2): 48–53, 2002.

Hernández, A., J. M. Pérez, D. Bosch y N. Castro: *Clasificación de suelos 2015*, 91 pp., Ed. INCA, Cuba.

Hoyos, R., T. Gutiérrez y M. Peñate: Estudio de las características agroclimáticas de la zona de Partido en el occidente de Cuba, aplicado al cultivo de tabaco Negro tapado, *Cuba Tabaco,* 11 (1): 10–23, 2010.

Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: *Manual técnico para el cultivo del tabaco Negro al sol, recolectado en hojas y en mancuernas*, 27 pp., Ed. AGRINFOR, 2001.

Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: *Instructivo técnico para el cultivo de tabaco en Cuba*, 147 pp., Ed. Instituto de Investigaciones del Tabaco, Artemisa, 2012.

Pino, L. A., G. Quintana, G. Torrecilla *et al*.: Nueva variedad de tabaco Negro resistente al moho azul (*P. tabacina)* para cultivo en las provincias centrales y orientales, *Cuba Tabaco,* 1 (1): 62–65, 1999.

Pino Pérez Luisa A., V. García, G. Quintana *et al*.: Comportamiento en la zona central del país de las variedades de tabaco Negro resistentes al moho azul (*Peronospora tabacina* Adam) obtenidas en la provincia de Pinar del Río, *Cuba Tabaco,* 3 (1): 45–49, 2002.

Serrano, J. H., B. I. Tortosa, C.C. Terry *et al*.: Protección ambiental y producción más limpia. Hacia un consumo sustentable. 2da parte, *Curso Universidad para todos*, 16 pp., 2007.

Quintana, G., G. Bello, L. A. Pino y A. Núñez: Comportamiento de cuatro variedades de tabaco Negro cultivadas bajo tela en suelo Pardo con carbonatos, *Cuba Tabaco,* 3 (2): 19–23, 2002.

Villalón, A.: La producción más limpia: herramienta para mejorar la eficiencia de las producciones y los servicios, *Cuba Tabaco,* 11 (1): 66–70, 2010.

CUBA TABACO

DESTINADA A TODOS LOS INVESTIGADORES, TÉCNICOS Y TRABAJADORES DEL SECTOR.

SI TE SUSCRIBES, TENDRÁS LA INFORMACIÓN QUE NECESITAS, ACTUALIZADA CON ALTO RIGOR CIENTÍFICO

ALOE VERA*: BENEFICIOS Y APLICACIÓN EN LA AGRICULTURA*

Yenssi Acosta Aguiar
UCTB Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigacion7@eetsj.co.cu

RESUMEN

El Aloe vera *(sábila) es utilizado como sustituto de reguladores sintéticos en medios de cultivos para el enraizamiento* in vitro *y en condiciones de campo con experiencias en muchos cultivos. Este contiene aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas, enzimas, proteínas, polisacáridos y estimulantes biológicos, con propiedades nutritivas, como estimulante del crecimiento celular, regenerador celular, antimicrobiano (bactericida y fungicida) y antioxidante. Por lo antes expuesto se desarrolla este trabajo con el objetivo de dar a conocer los beneficios que se obtienen al usar el extracto de* Aloe vera *en la agricultura.*
Palabras clave: Aloe vera*, propiedades y agricultura*

ABSTRACT

ALOE VERA*: BENEFITS AND APPLICATION IN AGRICULTURE*

Aloe vera *(aloe) is used as a substitute for synthetic regulators in culture media for rooting* in vitro *and in field conditions, with experiences in many crops. The Aloe contains essential aminoacids, minerals, vitamins, enzymes, proteins, polysaccharides and biological stimulants, which have the following properties: nutritious, cell growth stimulant, cell regeneration, antimicrobial (bactericide and fungicide) and antioxidant. For all the values of this plant, this work has the objective of making known the benefits obtained when the* Aloe vera *extract is used in the agriculture.*
Key words: *Aloe vera, property, agriculture*

INTRODUCCIÓN

El *Aloe vera,* también llamado sábila, es una planta de la familia de las liliáceas. Es originaria del continente africano, fue introducida en el nuevo mundo por los jesuitas españoles en el año 1590. Tiene innumerables propiedades y, aunque hay más de 200 especies de sábila, probablemente solo tres o cuatro poseen propiedades medicinales. Entre las especies de *Aloe*, la variedad "*Barbadensis Miller"*, también conocida como *Aloe vera* (Linne), es considerada la mejor y más potente (Ni *et al.,* 2004).

Muchos de los beneficios asociados con el *Aloe vera* han sido atribuidos al contenido de polisacáridos en el gel de las hojas. Estas actividades biológicas incluyen promoción del curado de heridas, actividad antifúngica, hipoglicemia o antidiabéticas, efecto antiinflamatorio, anticancerígenas, propiedades inmune moduladoras y gastroprotectoras (Hamman, 2008).

El gel del *Aloe vera* ha tenido un interesante incremento en el uso de la industria de alimentos (Martínez *et al.,* 2006), ha sido ampliamente aceptado y usado para varios propósitos, médicos, cosméticos,

nutraceuticos, agrícolas y en alimentos funcionales (Ramirez-Quirama, 2012).

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los beneficios que se obtienen al usar el extracto de *Aloe vera* en la agricultura.

DESARROLLO

Composición química Aloe vera (L) N.L. Burm *(Sábila)*

Estudios realizados sobre la sábila (*Aloe vera*) demuestran que contiene aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas, enzimas, proteínas, polisacáridos y estimulantes biológicos por lo que se ha ganado el sobrenombre de "planta milagrosa" por los numerosos beneficios que aporta. Está demostrado que consumir jugo de sábila ayuda al organismo a digerir completamente los alimentos, las proteínas en nutrientes, para que puedan ser utilizados tanto externa como internamente.

Fueron investigadores japoneses quienes a partir de los 80 experimentaron en forma sistemática los polisacáridos contenidos en el gel del *Aloe vera*, entre los que se encuentran los glucomananos, los cuales constituyen aproximadamente 0,2 % – 0,3 % del gel fresco, además de elevados contenidos de galactosa, pentosa y ácidos urónicos (Kolloge, 1997). Se considera actualmente que el gel de *Aloe vera* contiene unos 200 componentes diferentes. La complejidad y la variedad de los elementos y nutrientes no se hallan siquiera en los especímenes vegetales considerados más complejos de la naturaleza.

La sábila contiene 13 de los 17 minerales necesarios para la nutrición, así como 20 de los 22 aminoácidos, enzimas y minerales, lo cual la hace un complemento nutritivo de estimable valor, además de la importancia de las aplicaciones de auxinas y citoquininas en la composición de los medios como estimuladores del crecimiento.

Componentes esenciales de la sábila o *Aloe vera*

En trabajos realizados por Castro (2014) se asegura que la sábila, dentro de los componentes más importantes contiene: vitaminas, minerales, aminoácidos, polisacáridos y enzimas:

- 12 vitaminas: Caroteno y Beta-caroteno (pro-Vit. A), Vitamina B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina), B6 (piridoxina), B12 (cobalamina), Vitamina C (ácido ascórbico), Vitamina D (calciferol), Vitamina E (tocoferol), Vitamina K, colina y ácido fólico.

- 20 minerales: algunos de ellos: calcio, magnesio, manganeso, sodio, potasio, zinc, cobre, cromo, hierro.

- 18 aminoácidos: *Esenciales*: Lisina, Treonina, Valina, Metionina, Leucina, Isoleucina, Fenilalanina, Triptófano. *No esenciales:* Histidina, Arginina, Ácido Aspártico, Serina, Ácido Glutámico, Prolina, Glicina, Alanina, Cistina, Tirosina. Por ejemplo el Triptófano es importante como materia prima de los neurotransmisores (serotonina) y la hormona impulsora del sueño (melatonina), así como un poderoso antioxidante.

- Polisacáridos: Probablemente gran parte del potencial curativo del *Aloe vera* depende de los polisacáridos mucilaginosos contenidos en su pulpa (gel). En 1985 se logró aislar el acemanano con cualidades asombrosas, inclusive con potencial para tratar el VIH.

- Enzimas: Oxidasa, Catalasa, Amilasa, Lipasa, Superóxido Dismutasa, Ciclooxidasa y Fosfatasa Alcalina.

El germanio es un componente muy especial, que se halla en grandes cantidades en todas aquellas plantas consideradas milagrosas. Ni *et al.,* (2004) nombra al doctor

Asai (2003), quien descubrió que las setas y el *Aloe vera* contienen germanio en grandes cantidades y demostró que este es de importancia capital para la vida de estas plantas, debido a su papel catalizador, comparable al de la clorofila.

***Propiedades del* Aloe vera**

- Nutritivo
- Estimulante del crecimiento celular
- Regenerador celular
- Antimicrobiano (bactericida y fungicida)
- Antioxidante

Nutritivo

Como se ha mencionado anteriormente el gel de *Aloe vera* es una fuente amplia de nutrientes, capaz de reducir los radicales libres que causan las reacciones de oxidación asociados con diversos padecimientos y enfermedades.

Estimulante del crecimiento

En la composición química del gel de *Aloe*, se encuentra el fosfato de manosa, su principal función es que actúa como agente de crecimiento de los tejidos. El ácido ascórbico se considera benéfico para el crecimiento, debido a que puede retrasar la formación de sustancias semejantes a la melanina, que inhiben el crecimiento.

Regenerador celular

Los polisacáridos contenidos en el gel de *Aloe*, entre los que se encuentran los glucomananos, que constituyen alrededor de 0,2 % – 0,3 % del gel fresco y otros con elevados contenidos de galactosa, pentosa y ácidos urónicos, son casi insustituibles como regeneradores tisulares.

Antimicrobiano

Los *Aloes* muestran una actividad inhibitoria de algunos *Bacillus*, bloqueando la síntesis de los ácidos nucleicos en las bacterias, acción debida probablemente a las antraquinonas. El conjunto de antraquinonas (aloin, barbaloin y ácido aloético) produce un efecto antibiótico y antiviral. La saponina y aloetina presentan un carácter antiséptico y un amplio espectro antimicrobiano (bactericida y antiviroso) estos compuestos neutralizan el efecto de las toxinas microbianas. Se ha demostrado que desde el punto de vista biológico los taninos están relacionados con la resistencia de las plantas a las infecciones y se consideran potentes agentes antifúngicos (Castillo, 2002).

Antioxidante

La vitamina C (ácido ascórbico) se considera benéfica, pues esta puede retardar el oscurecimiento de algunos tejidos recalcitrantes, debido probablemente a su capacidad para actuar como agente reductor (Rodríguez, 2006).

Utilización

Las propiedades de esta planta la hacen el sustituto ideal de los productos enzimáticos de la industria farmacéutica; el acíbar funciona como catalizador de las células vivas, pues influye en las reacciones metabólicas de los tejidos proteicos gracias a la acción de sus enzimas, lo que permite disminuir la energía de activación de tal manera que la reacción se lleva a cabo en menor tiempo (Conaza, 1992).

Beneficios y aplicaciones del Aloe vera *en la agricultura*

En el área agronómica, el jugo de sábila (*Aloe vera*) se ha usado experimentalmente como repelente e insecticida en larvas presentes en algunas plantas tuberosas, y se han obtenido muy buenos resultados. De igual manera, se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, en la cual se ha observado una acción inhibitoria media en comparación con otros extractos de origen vegetal.

El desarrollo de las plantas, tanto en el aspecto del crecimiento como en la diferenciación, se encuentra controlado por la acción de sustancias reguladoras del creci-

miento, las cuales juegan un papel muy importante en el cultivo *in vitro*, se puede decir que este es generalmente imposible sin dichos reguladores. Estas sustancias incluyen compuestos orgánicos sintetizados por las plantas (hormonas) y otros sintetizados artificialmente, que pueden tener una actividad semejante a la de los primeros. Además, una variedad de preparaciones de composiciones indefinidas han enriquecido muchos medios de cultivos al poseer efectos estimulantes del crecimiento, tales como, el jugo de naranja, pulpa de plátano, emulsión de pescado, etc., pero quizás el endospermo de coco, extracto de malta y extracto de levadura han sido generalmente los más utilizados (Murashige, 2003).

Rodríguez y Echevarría (2004) señalan que el gel de *Aloe vera* es eficiente en la sustitución de reguladores sintéticos en medios de cultivos para el enraizamiento *in vitro* de plantas medicinales y frutales en condiciones de campo. En los resultados expuestos por este mismo autor se percibe la existencia de efectos estimuladores del crecimiento en algunos de los extractos utilizados, y corresponde al de *Aloe vera* el mejor comportamiento, particularmente en la formación de raíces, lo que demuestra la presencia de actividad auxínica en él.

Otros trabajos realizados por Rodríguez (2006) mencionan que es posible la sustitución total o parcial del agar empleado tradicionalmente por el gel de *Aloe vera* y/o harina de sagú (*Maranta arundinacea L*.), alternativas sostenibles que no afectan las condiciones apropiadas del medio de cultivo, para el crecimiento y desarrollo óptimos de especies de plantas medicinales. Se logra, además, un alto beneficio económico, pues el agar requiere ser importado y tiene un alto precio en el mercado mundial.

Existen referencias de la utilización del *Aloe vera* como enraizador en condiciones de campo, con experiencias en plántulas de mora, donde recomiendan extraer el cristal de las hojas y colocarlo en contacto con la parte vegetativa de la plántula de mora para enraizar. El gel de *Aloe vera* es una fuente rica en aminoácidos (ácido glutámico y arginina en particular), lactatos y ácidos orgánicos, componentes también conocidos como materiales hidrofílicos que incrementan la hidratación de los tejidos (CCIC, 1999).

Jó *et al.* (2005-2006) encontraron respuestas fisiológicas en la fase de enraizamiento en la micropropagación del plátano FHIA_18 en la Biofábrica de Pinar del Río, al utilizar diferentes concentraciones (20 ml/l y 40 ml/l) del extracto de *Aloe vera.*

Blandon (2010) obtuvo los mejores resultados en la emisión de hojas, raíces, en la depuración de peróxido de hidrógeno exógeno y en la supervivencia de las plantas de tabaco con la aplicación del extracto acuoso de *Aloe vera. A*l combinarlo con el FitoMas-E presentó un efecto sinérgico en las variables estudiadas.

La aplicación foliar del extracto de *Aloe vera* en plántulas de tomate, en semillero tradicional, produjo incrementos en el diámetro del tallo, número de hojas, número de raíces, longitud y diámetro de la raíz, lo que permite obtener plántulas de mayor calidad para el trasplante y constituye una alternativa para la fertilización mineral, además se garantiza la reducción de los costos de producción (Pérez, 2010).

Según Arostegui (2011), las aplicaciones de extracto de *Aloe vera* a los 30, 40 y 60 días post-trasplante con dosis de 2 % y 4 %, lograron los mejores efectos en cuanto al área foliar, madurez técnica y resistencia al estrés en el cultivo del tabaco. Además, con los diferentes momentos de aplicación post-trasplante y ambas dosis (2 % y 4 %) se logró una correcta eliminación de la clorofila remanente post-curado en los pisos foliares centrales. Por otra parte, Vidal (2013) determinó que las

aplicaciones del extracto acuoso de *Aloe vera* en el cultivo del tabaco desde los 12 DDT hasta 62 DDT con intervalos de 10 días disminuyó el contenido de clorofila remanente post-curado de todos los pisos foliares, incrementó el área foliar, el contenido de clorofila durante el ciclo del cultivo, la resistencia al estrés post-cosecha y los rendimientos totales y en capa.

En España se han realizado varios estudios sobre el recubrimiento con gel de *Aloe vera* en distintos alimentos, y se ha llegado a patentar su uso como recubrimiento de frutas y hortalizas. Se demostró que el tratamiento con gel de *Aloe vera* en diferentes frutos mejora la vida útil de estos, retrasa la maduración, lo cual mejora la calidad, evita la contaminación microbiana y optimiza la seguridad alimentaria. Las ventajas que presenta el gel de *Aloe vera* como recubrimiento influyen directamente en la tasa de respiración, reduciéndola y alargando la vida útil; también influyen en las pérdidas de peso, pues retrasa la pérdida de agua de los productos al causar un atraso en su maduración y darle un mejor aspecto, que lo hace más atractivo para el consumidor (Martínez-Romero *et al.,* 2006).

La utilización del gel de *Aloe vera* influye positivamente en la firmeza de los frutos, con una relación muy estrecha entre los factores estructurales y químicos, cuya variación puede influir en la calidad del producto. La firmeza y la textura de los alimentos es valorada por los consumidores y con la utilización de este gel se retrasa el ablandamiento y se mantienen las pectinas, se alarga la vida útil y se generan beneficios a la hora de su comercialización. Por lo antes expuesto, el *Aloe vera* deja de ser usado solo como cosmético o alimento funcional y empieza a ser muy valorado en la industria agrícola como recubrimiento único y ecológico, que reduce pérdidas y cubre una demanda por parte del consumidor que reclama productos más naturales y saludables para su alimentación, además de generar nuevos beneficios para la industria agrícola (Martínez-Romero, *op cit*., Ramírez-Quirama, 2012; Castro, 2014).

CONSIDERACIONES FINALES

El empleo del extracto de *Aloe vera* puede usarse como sustituto de reguladores sintéticos en medios de cultivos, tanto para el enraizamiento *in vitro* como en condiciones de campo. Además, se usa como recubrimiento en distintas frutas y hortalizas para mejorar su vida útil. Con aplicaciones foliares en el cultivo del tabaco se logra mejorar la emisión de raíces y hojas, la supervivencia de las plantas, el área foliar, la madurez técnica y la resistencia al estrés.

BIBLIOGRAFÍA

Arostegui, R.: Tesis de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo: Influencia del extracto de Aloe vera en la resistencia al estrés post-cosecha de *Nicotiana tabacum* L. cultivado bajo tela, 2011.

Blandon, Y.: Tesis en opción al Grado de Master: Recuperación del Estado nutricional pos-trasplante del Nicotiana tabacum (tabaco) mediante las aplicaciones de biopreparados y oligoelementos, 2010.

Castillo, N.: Productos que se pueden obtener de la sábila Frontera activa Salud/ Aloe o sábila, 2002.

Castro, M. R.: Tesis de Diploma en opción al título de Ingeniero Agroindustrial: Estudio para la conservación de arilos de Rambután (*Nephelium lappaceum*) aplicando recubrimientos comestibles a base de quitosano y *Aloe vera,* 2014

Conaza: Aspectos técnicos y socioeconómicos de la sábila (mimeografiado) Saltillo, Coah, México. Disponible en:

http://www.sabilinaza.com/sabila.php, 1992.

Corporación Colombia Internacional. Cristal de Sábila/Enraizador. Bogotá: Corporación Colombia Internacional. Disponible en: http://www.gestiopolis.com/canales6/mkt/investigacion-productos-con-aloe.htm, 1999.

Hamman. J. H.: Composition and Applications of *Aloe vera* Leaf Gel, *Molecules*, 13: 1599-1616, 2008.

Jo, María, R. González y S. Bustio: Informe sobre algunas experiencias en la utilización del *Aloe vera* en la preparación de medios de cultivo. Departamento de Biología 1, Departamento Agropecuario 2 de la Universidad de Pinar del Río, Biofábrica de Pinar del Río, 2005-2006.

Kolloge, S.: Stainable agriculture: Agenda 2-The implementation of the action programme by the E.U. common agricultural policy, *Plant research and development,* 45:8-21, 1997.

Martínez Romero, D., F. Guillén, J. Valverde, M. Serrano, P. Zapata, G. Bailén, S. Castillo, D. Valero: *Aloe vera* gel como recubrimiento comestible en frutas y hortalizas, *Horticultura*, 195: 42-44, 2006.

Martínez. D., N. Alburquerque, N. Valverde, N. Guillén, S. Castillo: Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating, *Postharvest Biology* Technology, 39: 93–100, 2006.

Murashige, T.: Plant tissue culture, principles and applications. Los Ángeles: Univ. of California Press, Departamento Agroindustrial, Fundación Chile. Disponible en http://www.foroswebgratis.com/tema-ugos_de_aloe_vera-64577-447475.htm, enero 1979 - 2003.

Ni, Y., D. Turner, K. M. Yates, I. Tizard: Isolation and characterization of structural components of *Aloe vera* L. leaf pulp, *Int. Immunopharmacol.,* 4: 1745–1755, 2004.

Pérez, O.: Tesis de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo: Efecto de diferentes dosis de extracto de *Aloe vera* L. en la producción de plántulas de *Solanum lycopersicum* L. (tomate), en semillero tradicional, 2010.

Ramirez-Quirama, J. D.: Tesis en opción al Grado de Master: Conservación de mora de castilla (*rubus glaucus benth*) mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucílago de penca de sábila (*aloe barbadensis miller*), 2012.

Rodríguez, H., I. Echeverría: Efectos estimuladores del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) Burm, *Revista Cubana de Plantas Medicinales.* Disponible en: http://www.gestiopolis.com/canales6/mkt/investigacion-productos-con-aloe.htm, 2004.

Rodríguez, H.: Gel de *Aloe vera* y harina de sagú como soporte sólido de medios de cultivo para plantas medicinales, *Revista Cubana de Plantas Medicinales,* 11 (1), 2006.

Vidal, L.: Tesis de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo: Influencia del momento de aplicación del extracto de *Aloe vera* L. (sábila) en la calidad de las hojas de los pisos foliares inferiores

de la planta de tabaco *Nicotiana tabacum* L. cultivado bajo tela, 2013.

Visite nuestro sitio Web para mantenerse en línea con nosotros y el acontecer del mundo tabacalero en el resto del mundo

EFECTOS ADVERSOS ASOCIADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PROCESO AGRÍCOLA DEL TABACO NEGRO

Ailyn Villalón Hoffman, María de los Ángeles Barbería Blanco, Abdón Joaquín Trémols González, Eumelio Espino Marrero, Yeramis Cánepa Ramos, Luis Enrique Blanco Martínez, José Mario Guardiola Pedroso
Instituto de Investigaciones del Tabaco. Carretera Tumbadero km 8 ½, San Antonio de los Baños, Artemisa. agrícola@iitabaco.co.cu

RESUMEN

El tabaco Negro cubano constituye uno de los principales renglones de exportación del país. Por concepto de venta del producto terminado en el mercado internacional, Cuba obtiene cuantiosos dividendos que son utilizados en diversas inversiones que producen beneficios económicos, ambientales y sociales. Sin embargo, en los últimos años se han evidenciado afectaciones en la producción tabacalera cubana, asociadas a los efectos adversos del cambio climático. Ante esta situación, resulta imperiosa la necesidad de identificar los impactos actuales y potenciales, las vulnerabilidades del sector ante estos y trazar un plan de acción que nos permita adaptarnos a este fenómeno global. Estos tres aspectos constituyen los objetivos del presente trabajo que resume el diagnóstico realizado para enfrentar las afectaciones en la producción tabacalera.
***Palabras clave**: tabaco, cambio climático, vulnerabilidades, adaptación*

ABSTRACT

ADVERSE EFFECTS ASSOCIATED TO CLIMATE CHANGE IN AGRARIAN PROCESS OF DARK TOBACCO

Dark Cuban tobacco is one of the most important products for export in our country. In the international markets for those sales, Cuba obtains big quantities of money which are used in different investments producing economic, social and environmental benefits. However, in the last years have been evidenced some affectations in tobacco production due to the adverse effects of the climatic change. For this reason it is necessary to identify the present impacts and the vulnerabilities of the sector in front of them, and to design a plan which could help us to adapt ourselves to this global phenomenon. These three aspects are the goals of this work which sums up the diagnosis done in order to face these affectations in tobacco production.
Key words: tobacco, climate change, vulnerabilities, adaptation

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han evidenciado afectaciones en la producción tabacalera cubana, asociadas a los efectos adversos del cambio climático. Este fenómeno global es "producido por el incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), como consecuencia de la combustión de productos como el petróleo y sus derivados, la quema de bosques u otros materiales vegetales, la deforestación, etc., que constituyen actividades humanas (carácter antropogénico) que alteran el balance de la energía solar que entra y sale de la atmósfera" (CCAD y SICA, 2010).

El tabaco cubano es considerado por numerosos especialistas y consumidores a lo largo de los siglos como el mejor del mundo, debido a que las propiedades organolépticas que lo caracterizan le imprimen un sello único y original. Por tal motivo, este cultivo forma parte de la identidad nacional y constituye una de las fuentes más importantes de ingresos al país, al cotizarse en el mercado internacional a precios muy elevados.

Estas razones justifican el hecho de que sea indispensable mantener su sello de calidad. Ante esta realidad, resulta de especial interés para el sector tabacalero, investigar, diagnosticar y solucionar los problemas que afecten sus propiedades organolépticas y por ende su calidad, en aras de evitar o minimizar las pérdidas económicas que ello pueda ocasionar. Para lograrlo, deben estar creadas las condiciones adecuadas de suelo, clima y fuerza de trabajo capacitada (hombre), conjuntamente con la cultura asociada al cultivo en el proceso agrícola. Si bien todos estos factores se conjugan para dar lugar en las sucesivas etapas de producción, al mejor tabaco del mundo, cabe destacar que las variaciones climáticas existentes en el período poco lluvioso (época óptima de la campaña tabacalera), influyen en gran medida en las propiedades de las hojas y por ende, en los resultados productivos.

En este sentido, el cambio climático constituye una amenaza y al mismo tiempo uno de los desafíos más grandes que debe enfrentar la humanidad en el presente milenio. Por ende, prepararnos para su adaptación, deviene en una prioridad del sector tabacalero, en correspondencia con las políticas que al efecto ha establecido el Ministerio de la Agricultura. El Instituto de Investigaciones del Tabaco, como centro de innovación tecnológica y rector de las investigaciones científicas en el tabaco, tiene la misión estatal y social de lograr el incremento de la producción de este cultivo, sin detrimento de su calidad. Por estas razones y a partir de esta panorámica, el presente trabajo persigue los siguientes objetivos:

1. Exponer los principales efectos adversos y las vulnerabilidades asociadas al cambio climático en el proceso agrícola del tabaco Negro.

2. Proponer un plan de acción que coadyuve a minimizar los efectos negativos del cambio climático en la fase agrícola del tabaco Negro.

DESARROLLO

Principales efectos adversos y vulnerabilidades asociadas al cambio climático en el proceso agrícola del tabaco Negro

Como resultado del diagnóstico realizado por los especialistas del sector tabacalero, a partir del comportamiento histórico de las producciones agrícolas y de los escenarios climáticos de altas resoluciones disponibles en el país, se identificaron entre los principales efectos adversos asociados al cambio climático: el incremento de la

temperatura, la disminución de las precipitaciones y de la humedad relativa (prolongación de los eventos de sequía), el incremento en la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales y el aumento del nivel medio del mar.

Tanto el rendimiento agrícola como la calidad en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) están influidos notablemente por las condiciones meteorológicas presentes en el ciclo vegetativo de esta planta, que en Cuba coincide con el período poco lluvioso (noviembre – abril) (Barbería, 2012).

Teniendo en cuenta que para la confección de cigarrillos o puros la materia prima a emplear (hoja de tabaco curada) debe reunir una serie de características físicas y organolépticas como el color, el aroma, el sabor, la elasticidad y la combustibilidad, entre otras, que dependen del medio en el cual se desarrolló el cultivo, las condijones a las que se ven sometidas las plantaciones pueden limitar la eficiencia de los procesos fisiológicos que tienen lugar en la planta. Si estas condiciones resultan estresantes, la síntesis de las sustancias que determinan esas características órganolépticas puede ser insuficiente (Geada, com.per, 2013).

Es por ello que el conocimiento de estos efectos adversos es de gran importancia para el establecimiento de estrategias o políticas que contribuyan a minimizar las cuantiosas pérdidas que pueden causarle al país. En este sentido, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

a) El aumento de la temperatura atmosférica

El momento de la recolección de las hojas constituye uno de los elementos que más afecta la calidad organoléptica del producto. Está bien establecido que el estrés post-cosecha se relaciona en gran medida con la amplitud térmica (diferencia entre las máximas del día y las mínimas de la noche) y el contenido de clorofila (Minag, 2012). Ambos factores se conjugan para determinar la madurez técnica de la hoja (momento en que la hoja está en las mejores condiciones para enfrentar el proceso de curación), según Izquierdo y Borges (2008), con el fin de conocer si está lista para ser recolectada, porque después de este momento la clorofila disminuye (Monzón, 2003). Este aspecto es de suma importancia, pues el momento óptimo de recolección coincide con la máxima madurez fisiológica en el área foliar de la planta durante la fase vegetativa y, a su vez, ello está relacionado con la obtención de altos rendimientos (Rodríguez *et al*., 2005; Borges *et al*., 2007; Izquierdo y Borges, 2008; Borges e Izquierdo, 2009; Izquierdo y Borges, 2010). Ello se debe a que la formación de azúcares y metabolitos secundarios (estos últimos, activadores de los mecanismos de defensa), varían su concentración según las interacciones producidas entre dichas amplitudes y el contenido de clorofila. A su vez, todos en conjunto definen la calidad organoléptica de la materia prima. Según los estudios realizados en numerosos ensayos de campo, si bien para la zona más occidental del país el índice de madurez técnica es de 0 a 6 unidades SPAD, en la zona de Partido este intervalo se reduce de 0 a 2 (Trémols, com. per, 2014).

Por otra parte, el aumento de la temperatura en las plantaciones tabacaleras provoca grandes afectaciones en la calidad y el rendimiento del cultivo, debido a que coadyuva al incremento de las poblaciones de *Heliothis virescens*, insecto defoliador de gran voracidad que inutiliza la hoja comercialmente, así como una mayor proliferación de los hongos de suelo *Phytophthora nicotianae* y *Fusarium spp.*, causantes de la enfermedad pata prieta y de lesiones necróticas respectivamente.

b) La disminución de las lluvias y de la humedad relativa

El requerimiento hídrico del tabaco es superior a los acumulados de lluvia registrados en el período en que se produce. Por esta razón, es necesario aplicar riegos de acuerdo a los instructivos técnicos de cada tipo de cultivo, para garantizar los rendimientos esperados y la calidad de la hoja, especialmente en las zonas productoras de la provincia Artemisa.

Cuando las áreas tabacaleras no tienen los niveles de humedad requeridos para cada una de las fases por las que transita el cultivo, se pueden presentar sucesivos eventos de marchitez temporal durante el día, debido a un exceso de la transpiración con respecto a la absorción, además del déficit hídrico en los suelos, la disminución de la presión de vapor atmósferica evidenciada por los bajos porcentajes de humedad relativa del aire (fundamentalmente a las 13:00 h), condiciona un agudo desnivel del gradiente del déficit de presión de vapor y por ello es más intensa y duradera la transpiración. Sin embargo, no se debe descartar la posibilidad que en algunas áreas productoras, aun contando con las condiciones para efectuar los riegos necesarios, el marcado desbalance pueda provocar incluso la disminución del potencial hídrico de las plantas y en consecuencia, los sucesos de marchitez permanente (Blanco, 2011).

Además, en caso de existir un déficit de humedad se dificulta la asimilación de elementos de nutrición por las plantas, se refuerzan los procesos de hidrólisis y descomposición de las sustancias orgánicas, se reduce bruscamente la intensidad de la fotosíntesis por la disminución en la hidratación de los cloroplastos y otras partes del citoplasma, así como por el cierre de los estomas y se detiene el crecimiento de las plantas. Por otra parte, el aumento del déficit hídrico en el tabaco hace disminuir el contenido de azúcar y aumentar el de nicotina y nitrógeno. Un fuerte déficit de humedad durante el período de maduración del cultivo puede influir notablemente sobre el valor de la cosecha (Espino, 2011). La aguda sequía agrícola se evidencia no solo por los espaciados y escasos eventos de lluvia, sino también por los bajos registros de humedad relativa del aire.

Los bajos niveles de humedad, tanto en el suelo como en la atmósfera durante el período de maduración del tabaco, pueden influir notablemente sobre el valor de la cosecha. Por tanto, el régimen hídrico a aplicar en el tabaco es sumamente importante, debido a que influye en gran medida en la obtención de altos rendimientos agrícolas (Trémols, com.per, 2014).

c) El aumento en la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales

El viento asociado a los huracanes también debe destacarse como factor limitante, pues afecta considerablemente la puesta de los tendales (conformación de la vega en el tabaco tapado) en la etapa de plantación, y ello puede provocar el acamado de las plantas adultas, tanto en el tapado como en el tabaco al sol. Con los fuertes vientos viene aparejado además, el traslado a largas distancias de las esporas del hongo aéreo *Peronospora hyoscyami,* agente causal del moho azul, considerada una de las principales plagas del cultivo, debido a que inutiliza las hojas desde el punto de vista comercial, con el consiguiente perjuicio económico (Espino, 2011).

En cuanto al proceso pre-industrial, los ciclones tropicales destruyen las casas de curación y afectan severamente la producción total de la cosecha.

Por otra parte, en la fase industrial se utiliza al cedro como material para los envases que constituyen la presentación del producto fumable en el mercado internacional. Esta madera preciosa proviene de las plantaciones forestales y existe un proyecto en ejecución que tiene

como objetivo lograr el autoabastecimiento de cedro y de eucalipto. Sin embargo, ambos árboles maderables son muy dañados por los eventos climáticos extremos, que provocan su caída y partidura. El cedro es el más afectado, porque una vez dañado no se puede recuperar y se debe proceder a su tala, aunque no tenga la madurez necesaria para ser aprovechado. El eucalipto es ampliamente utilizado para los cujes que sirven de soporte a las hojas de tabaco que se ensartan, tanto en las casas de curación (tecnología de tabaco tapado o bajo tela), como bajo el sol (tecnología de tabaco al sol ensartado).

d) El aumento del nivel medio del mar

Este proceso, asociado al aumento de la temperatura atmosférica, lleva aparejada la salinización de los suelos y acuíferos por el aumento de la penetración, tanto vertical como horizontal, de la cuña salina en los acuíferos subterráneos. El incremento del contenido de sales en el suelo provoca su desagregación, lo cual intensifica los procesos de degradación que tienen lugar en este y provoca la disminución o pérdida de su fertilidad. Esta afectación repercute en gran medida en el metabolismo de la planta, pues no solo la somete a un estado de estrés hídrico, sino que provoca modificaciones en la composición química de las hojas que perjudican la buena combustibilidad del tabaco. Esta propiedad física constituye un aspecto fundamental en la evaluación de la calidad del Habano como producto terminado, pues puede ser motivo de rechazo en el mercado internacional y ello trae como consecuencia perjuicios económicos considerables.

Identificación de las vulnerabilidades del sector tabacalero ante los efectos adversos del cambio climático

Para lograr una mayor preparación que nos dote de herramientas que permitan enfrentar con éxito los embates potenciales del cambio climático en la producción tabacalera, es indispensable tener identificadas las vulnerabilidades del sector. Por lo general, estas se relacionan con los efectos adversos o impactos potenciales del cambio climático. Entre estas, podemos mencionar las siguientes:

1. Afectación de la calidad del tabaco por el incremento en la temperatura.

2. Proliferación de la plaga *Heliothis virescens*, incremento de la enfermedad pata prieta causada por el hongo de suelo P*hytophthora nicotiana*e y *Fusarium sp.* en las plantaciones tabacaleras por el aumento de la temperatura que provoca grandes afectaciones en la calidad y en el rendimiento del cultivo.

3. Incremento de la salinización de los suelos y acuíferos por la elevación del nivel del mar (problemas en la Cuenca Sur) lo que trae consigo afectaciones en la combustibilidad del tabaco.

4. Aumento del pH en los suelos rojos de la llanura Habana – Matanzas, (Cuenca Sur), que provoca una disminución en la asimilación de los nutrientes en el suelo.

5. Destrucción parcial o total de las casas para la cura natural por la ocurrencia de eventos climatológicos extremos.

6. Daños considerables a las plantaciones de cedro y eucalipto en su etapa adulta por la ocurrencia de eventos climatológicos.

7. Incremento en la muerte de las plantaciones jóvenes de eucalipto y cedro por la ocurrencia de extensos períodos de sequía intensa que afectan sensiblemente la supervivencia y el logro de plantaciones adultas por retraso en el crecimiento y desarrollo.

La identificación de estas vulnerabilidades constituye el paso inicial para acometer las medidas que sean necesarias, en aras de minimizar los efectos negativos potenciales asociados al cambio climático, que ponen en riesgo el mantenimiento de la industria tabacalera en Cuba. Estas medidas deben formar parte de un plan de acción cuyo enfoque debe ser estratégico y factible desde el punto de vista económico y práctico.

Estas y otras razones son suficientes para que los productores del territorio prosigan esforzándose en las vegas e introduzcan nuevos logros científico-técnicos que posibiliten en la industria, la obtención de puros que constituyen opciones de marcas a fumadores de diferentes partes del orbe.

Alternativas de solución propuestas en un plan de acción para mitigar los efectos negativos del cambio climático en la fase agrícola del tabaco Negro

El diseño de un programa de enfrentamiento al conjunto de efectos adversos potenciales en el proceso agrícola del tabaco, asociados al cambio climático, constituye un desafío técnico en el cual deberán considerarse los aspectos siguientes:

- La valoración de los niveles de tolerancia o resistencia de las variedades actuales de tabaco a los efectos de *Heliothis virescens*, *Phytophthora nicotianae* y *Fusarium spp.*, al estrés abiótico generado por la disminución de la disponibilidad de agua y de humedad, así como al aumento de la salinidad, lo que deberá estar combinado con la búsqueda de nuevas fuentes de variabilidad genética ante esos impactos potenciales.

- El empleo de barreras rompevientos perimetrales en las plantaciones, para atenuar las afectaciones sobre la calidad de los suelos.

- El aseguramiento del regadío a la mayor extensión posible de áreas productoras de tabaco, combinado con el empleo de sistemas tecnológicos que aumenten lo más posible la eficiencia técnica en el uso del agua.

- El rediseño de las casas para el curado, empleando materiales de mayor resistencia, con falso techo interno y un menor ángulo de inclinación de los techos, para atenuar los efectos del viento.

- La reducción, tanto como sea posible, de la ubicación de zonas productoras de tabaco en áreas próximas a las costas o susceptibles de ser afectadas por la intrusión salina de sus acuíferos subterráneos.

- La evaluación de la producción de capa para Habanos de exportación, al menos en otras dos provincias, en adición a la de Artemisa.

- El desarrollo de una silvicultura intensiva con eucalipto (basada en estudios de zonificación), buscando que sin afectar la calidad final del producto, se acorte tanto como sea posible la rotación de las plantaciones.

- La concentración de las plantaciones de cedro en las provincias de menores impactos históricos debidos a ciclones tropicales, como: Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Camagüey.

El conocimiento de los efectos adversos y las vulnerabilidades de las producciones tabacaleras ante el cambio climático, permitió establecer una serie de medidas en aras de minimizar los efectos negativos de este fenómeno en el proceso agrícola del tabaco Negro. Estas se resumen en un plan de acción que constituye la estrategia de adaptación del sector ante este fenómeno global, y se relacionan a continuación:

1. Desarrollar proyectos relacionados con la temática del cambio climático y sus impactos en la producción tabacalera. Estos proyectos pueden estar encaminados a obtener variedades resistentes a la sequía, disminuir la incidencia de plagas, analizar la susceptibilidad de las variedades de tabaco Negro ante el estrés abiótico, obtener variedades altamente resistentes a las plagas claves del cultivo, etc.

2. Desarrollar una estrategia de capacitación en el Grupo Empresarial, de conjunto con el Instituto, para profundizar en el estudio de los impactos del cambio climático y la necesidad de desarrollar medidas de enfrentamiento.

3. Realizar encuentros a través de seminarios, talleres y conferencias, en aras de sensibilizar a nuestros productores y dirigentes en cuanto a la problematica existente: incidencias e impactos potenciales del cambio climático en la producción tabacalera abogando por el cambio de mentalidad necesario para la toma de decisiones acertadas.

4. Apoyar en la cadena productiva la actividad de extensionismo agrícola, para acelerar las acciones de capacitación sobre la temática del cambio climático y controlar la ejecución de las medidas de adaptación propuestas.

5. Extremar el control en la aplicación del programa de uso, mejoramiento y conservación de los suelos tabacaleros.

6. Ser más exigentes con la aplicación de las estrategias varietales y fitosanitarias y con los procesos de rotación de los cultivos.

7. Construir casas de curación con falsos techos internos y el ángulo de inclinación de los techos menos agudo para evitar los efectos del viento sobre ellos.

8. Realizar una silvicultura intensiva de eucalipto atendiendo a los objetivos de cada rodal y a los resultados de los estudios de zonificación.

9. Concentrar las plantaciones de cedro en el centro y el oriente del país, para minimizar los impactos provocados por los eventos meteorológicos extremos (ciclones y huracanes) que tienen lugar con mayor frecuencia en la zona occidental.

Como puede observarse, las acciones propuestas para el enfrentamiento a los efectos adversos potenciales del cambio climático en el proceso agrícola del tabaco Negro, están encaminadas a preservar la calidad del producto fumable, por ser este un aspecto trascendental que lo distingue del resto de los productos similares que se venden en el mercado internacional.

De estas, tienen especial connotación en el Instituto de Investigaciones del Tabaco, las referidas a la capacitación y a la generación de proyectos de investigación que aborden la temática. Para ello es necesario recurrir a las tendencias más modernas de la ciencia y la técnica existentes, siempre teniendo en cuenta que los factores económicos, políticos y culturales que caracterizan al sector tabacalero tienen una gran influencia en la definición del enfoque que tendrá la búsqueda del conocimiento afín con el problema a resolver.

Ante un fenómeno tan complejo como el cambio climático, donde intervienen numerosos factores, no cabe dudas de que el desarrollo tecnológico deba exigir una base científica sólida y orientarse resueltamente hacia modos de producción seguros y no contaminantes, así como una utilización más eficaz de los recursos, cuestión que constituye nuestro principal reto.

CONSIDERACIONES FINALES

El cambio climático es un tema sumamente complejo que demanda la interacción constante de diversas especialidades. Por tanto, la diversidad de criterios al respecto es muy amplia y se deberá ser lo suficientemente inteligente y práctico para llegar a un consenso, teniendo en cuenta que se trata de mantener una de las principales industrias del país.

Por otra parte, los efectos adversos potenciales del cambio climático en la producción agrícola del tabaco Negro demandan el concurso de la ciencia y la técnica para lograr el mantenimiento de los estándares de calidad que prestigian al Habano en el mercado internacional, y ello solo es posible a través de la implementación práctica de un plan de acción para mitigarlos.

BIBLIOGRAFÍA

Barbería, M. A.: Impactos, vulnerabilidades y adaptación al cambio climático en el sector tabacalero. Informe presentado al Ministerio de la Agricultura para el macroproyecto: Segúnda Comunicación Nacional de Cuba a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 12 pp., noviembre, 2012.

Borges, A., A. Izquierdo, B. Hernández, Y. León: La clorofila foliar como criterio para recolectar el tabaco Negro (*Nicotiana tabacum*, L.) variedad 'Corojo 99' cultivada bajo tela, *Cuba tabaco*, 8 (1): 8-13, 2007.

Borges, A., A. Izquierdo: Distribución de la clorofila en regiones del limbo de hojas de tabaco de diferentes niveles foliares en el momento de la emisión del botón floral, *Cuba tabaco*, 10 (1): 24-30, 2009.

Blanco, L. E.: Criterios vertidos en la Reunión de intercambio realizada con el Grupo de Expertos del Instituto de Investigaciones del Tabaco para la identificación de los posibles impactos asociados al cambio climático en la fase agrícola del tabaco, marzo, 2011.

CCAD Y SICA: Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA). Estrategia Regional de Cambio Climático, 154 pp., noviembre, 2010.

Espino, E.: Criterios vertidos en la Reunión de intercambio realizada con el Grupo de Expertos del Instituto de Investigaciones del Tabaco para la identificación de los posibles impactos asociados al cambio climático en la fase agrícola del tabaco, marzo, 2011.

Geada, D.: Comunicación personal. Consulta: 19 de septiembre de 2013.

Izquierdo, A., A. Borges: Dinámica de la clorofila en regiones del limbo para hojas de diferentes niveles foliares en tabaco Negro, *Cuba tabaco*, 9 (1): 3-9, 2008.

Izquierdo, A., A. Borges: Diagnóstico del momento de recolección del tabaco Negro variedad 'Corojo 99' mediante el índice de madurez técnica, *Cuba tabaco*, 11 (1): 3-9, 2010.

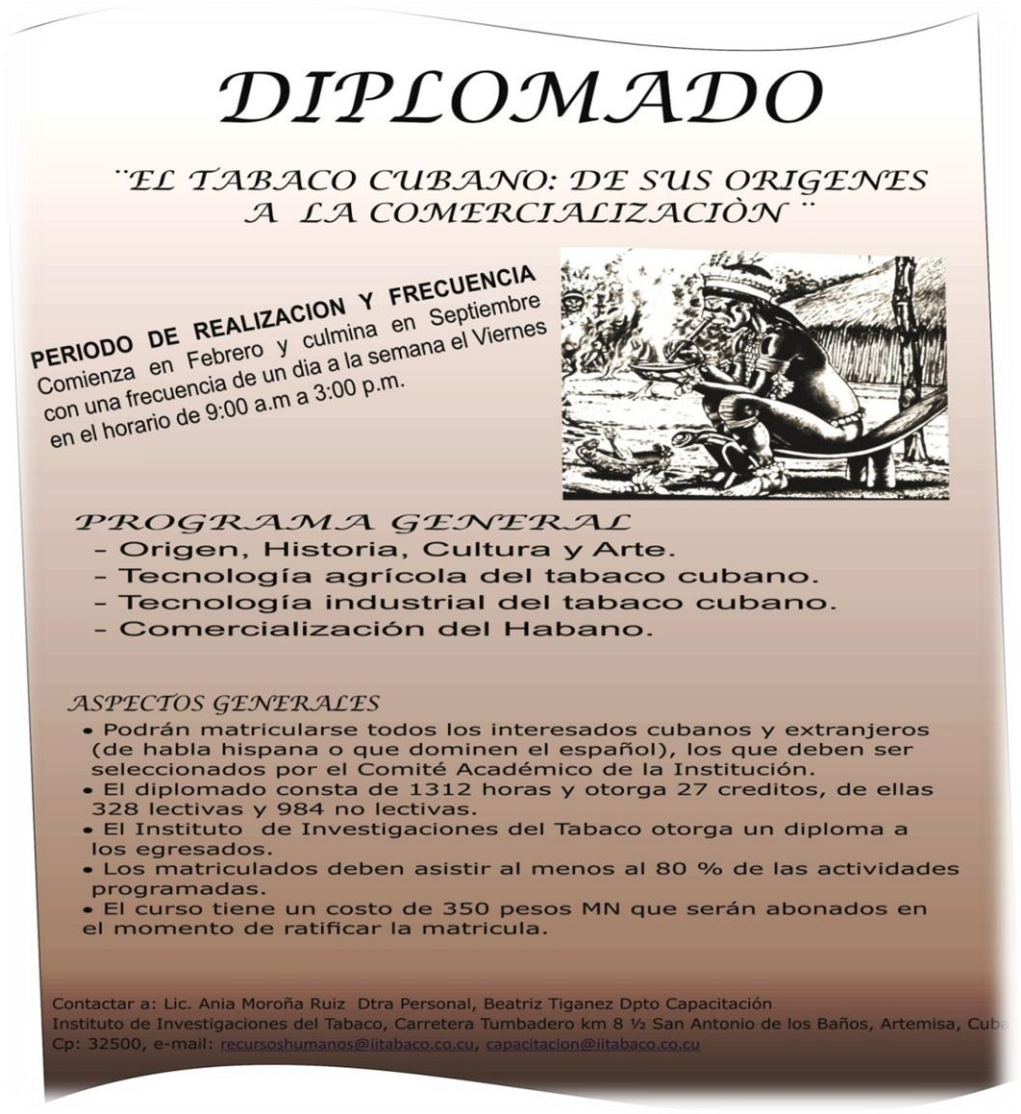
Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: *Instructivo técnico para el cultivo del tabaco en Cuba*, Capítulo V: Fitotecnia del tabaco tapado, pp. 53-60, Ed. Instituto de Investigaciones del Tabaco, 2012.

Monzón, L.: Aspectos generales en la maduración de la hoja de tabaco

(*Nicotiana tabacum*, L). *Cuba tabaco*, 4 (1): 56-59, 2003.

Rodríguez, N., B. Hernández; Y. León: Influencia del momento de recolección en algunos índices agroproductivos de la variedad 'Criollo 98' cultivada al sol, *Cuba tabaco*, 6 (1y 2): 36-41, 2005.

Trémols, A. J.: Comunicación personal. Consulta: 25 de marzo de 2014.



DIPLOMADO

¨EL TABACO CUBANO: DE SUS ORIGENES A LA COMERCIALIZACIÒN ¨

PERIODO DE REALIZACION Y FRECUENCIA
Comienza en Febrero y culmina en Septiembre con una frecuencia de un dia a la semana el Viernes en el horario de 9:00 a.m a 3:00 p.m.

PROGRAMA GENERAL
- Origen, Historia, Cultura y Arte.
- Tecnología agrícola del tabaco cubano.
- Tecnología industrial del tabaco cubano.
- Comercialización del Habano.

ASPECTOS GENERALES
- Podrán matricularse todos los interesados cubanos y extranjeros (de habla hispana o que dominen el español), los que deben ser seleccionados por el Comité Académico de la Institución.
- El diplomado consta de 1312 horas y otorga 27 creditos, de ellas 328 lectivas y 984 no lectivas.
- El Instituto de Investigaciones del Tabaco otorga un diploma a los egresados.
- Los matriculados deben asistir al menos al 80 % de las actividades programadas.
- El curso tiene un costo de 350 pesos MN que serán abonados en el momento de ratificar la matricula.

Contactar a: Lic. Ania Moroña Ruiz Dtra Personal, Beatriz Tiganez Dpto Capacitación
Instituto de Investigaciones del Tabaco, Carretera Tumbadero km 8 ½ San Antonio de los Baños, Artemisa, Cuba
Cp: 32500, e-mail: recursoshumanos@iitabaco.co.cu, capacitacion@iitabaco.co.cu

Comunicación Breve

'L-23': NUEVA LÍNEA DE TABACO VIRGINIA RESISTENTE A LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES

'L-23' NEW VIRGINIA TOBACCO LINE RESISTANT TO THE MAIN DISEASES

Miguel Díaz Hernández, Emis C. Mena Padrón, Hilda R. Menéndez Padrón, Arnaldo Hernández Carbo
UCTB Estación Experimental del Tabaco. Finca Vivero, km 22 ½, Carretera Panamericana, San Juan y Martínez, Pinar del Río. investigacion3@eetsj.co.cu

Palabras clave: resistencia, enfermedades, moho azul, pata prieta, tabaco

Key words: *resistance, diseases, blue mold, black shank, tobacco*

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Investigaciones del Tabaco posee un programa de mejoramiento genético para la obtención de variedades de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), que conserven la calidad que distingue el tabaco cubano, resistentes al moho azul (*Peronospora hyosciami* de Bary), a la pata prieta (*Phytopthora. nicotianae* Breda de Haan), al virus del mosaico del tabaco (*VMT)* y a la necrosis ambiental, aspectos importantes en los diferentes tipos y variedades de tabaco que se cultivan en Cuba (Espino y Delón, 1992).

El objetivo de esta investigación consistió en obtener variedades de buena calidad y resistentes al moho azul, a la pata prieta y al *VMT*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La selección y autofecundación se realizó por el método genealógico (Allard, 1970). La resistencia al moho azul se determinó según la escala de CORESTA (Schiltz, 1974), a la pata prieta, por la metodología descrita por Peñalver (1983) y al VMT, por la de Santiesteban y Quintero (1975).

Durante las campañas tabacaleras 2010-2011 y 20011-2012 se realizó la prueba de concursantes entre la nueva línea 'L-23' y las comerciales 'San Luis 21' y 'San Luis 22'.

Las características morfológicas se determinaron según la metodología descrita por Torrecilla (2001).

La selección y beneficio del tabaco para determinar el rendimiento total y en clases se realizó según la clasificación de la Lista Oficial de Precio. A los datos se les realizó un análisis de varianza de clasificación doble y las diferencias entre las medias se determinaron por la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los resultados de la selección genealógica; el criterio de selección que se siguió fue, en primer lugar, la resistencia al moho azul, enfermedad que causa grandes pérdidas en las cosechas tabacaleras de nuestro país y, en segundo lugar, la condición de que estas líneas mantuvieran características fenotípicas adecuadas para este tipo de tabaco.

Tabla 1. Resultados de la selección genealógica

Cruzamiento	Generación F_2		Líneas seleccionadas		
	Plantadas	Seleccionadas	F_3	F_4	F_5
'San Luis 21'/ 'San Luis 22' / V3	1 500	25	20	18	15

En la tabla 2 se puede apreciar que todas las líneas presentaron resistencia al moho azul, por su alto nivel de resistencia se destacan: 'L-13', 'L-18', y 'L-23'. La alta susceptibilidad de la variedad 'Speight G-28' demostró que, en el momento en que se aplicó la escala oficial de CORESTA, existía una alta presión de inóculo que favoreció el trabajo de selección. Además, hubo una reducción del crecimiento y ocurrió el aborto floral en la totalidad de las plantas de la variedad testigo. Esto corrobora lo planteado por Tso (1999).

Con respecto a la evaluación de la resistencia a la pata prieta, solo las líneas 'L-22' y 'L-23' se comportaron como moderadamente resistentes, el resto de las líneas en estudio no presentaron resistencia a esta enfermedad. Las líneas 'L 4', 'L-8', 'L-9', 'L-11', 'L-12', 'L-13', 'L-14', 'L-18', 'L-20', 'L-22', 'L-23' presentaron resistencia al VMT, aspecto importante, pues según Crespo (2002) este virus afecta los rendimientos y en los últimos años ha provocado daños considerables, al afectar a la hoja, que es el producto agrícola de mayor importancia de la planta de tabaco.

Tabla 2. Resultados de la evaluación ante las principales enfermedades

Var	L1	L2	L3	L4	L8	L9	L11	L12	L13	L14	L15	L18	L20	L22	L23	Sp28
Moho azul	MR	MR	MR	R	R	R	R	R	AR	R	R	AR	R	R	AR	AR
Pata prieta	AS	AS	AS	AS	AS	S	AS	S	MS	MS	S	AS	S	MR	MR	R
VMT	S	S	S	R	R	R	R	R	R	R	s	R	R	R	R	S

Leyenda: MS – Moderadamente susceptible AS– Altamente susceptible
S - Susceptible MR – Moderadamente resistente R – Resistente
AR – Altamente resistente

En la tabla 3, se puede observar que la línea 'L-23' presentó valores similares a la variedad 'San Luis 22', con relación a la distancia de entrenudos. La 'San Luis 22' produjo valores significativamente superiores con respecto a las variedades en cuanto a longitud, anchura y número de hojas útiles, componentes principales que influyen directamente en los rendimientos.

Nakakawaji *et al.* (1997) plantean que con la obtención de una nueva variedad con dos hojas más que la comercial se aumentan los rendimientos, y coinciden además con Rehman y Qureshia (1999), los cuales sugieren que el número de hojas aprovechables está relacionado directamente con el rendimiento total de las variedades.

Tabla 3. Análisis de las observaciones morfológicas

Variedades	Hoja mayor		Dist. de entrenudos (cm)	Número de hojas útiles	Altura total de la planta (cm)	Días para florecer
	Longitud (cm)	Anchura (cm)				
'L-23'	72.67 b	35.77 b	5.7 a	22 c	165.8 b	66 c
'San Luis 21'	70.97 c	35.83 b	3.96 b	24 b	162.5 b	68 b
'San Luis 22'	74.73 a	40.67 a	6.06 a	26 a	172.7 a	75 a
Es +_	0.73	1.24	0.40	0.08	3.98	0.19
C.V %	1.78	5.76	2.64	2.94	4.49	0.51

En el carácter días para florecer (tabla 3), la variedad comercial superó significativamente a las líneas estudiadas, por lo que su ciclo de cultivo es más largo, aspecto negativo para las variedades de tabaco comerciales, pues a medida que se alarga su ciclo de cultivo están más tiempo expuestas a las condiciones climáticas adversas. Con relación a la anchura de la hoja mayor y a la altura de la planta la línea 'L-23' mostró valores similares a la 'San Luis 21'.

Tabla 4. Análisis del comportamiento de los rendimientos

Variedades	Clases exportables kg/ha	Clases inferiores kg/ha	Rendimiento total kg/ha	% de clases exportables
L-23	2137 ab	376 c	2490 b	85.8
San Luis 21	2120 b	413 b	2533 b	83.69
San Luis 22	2013 c	589 a	2653 a	75.87
Es +_	17.42	21.38	48.71	
C.V %	10.66	15.34	16.42	

En cuanto al rendimiento en clases exportables, que es el objetivo principal del tabaco Virginia (tabla 4), la línea 'L-23' y la variedad 'San Luis 21' no se diferenciaron estadísticamente y a su vez superaron significativamente a la 'San Luis 22'; estos resultados están dados porque produjeron hojas de mejor calidad.

En rendimiento total la 'San Luis 22' alcanzó el máximo valor: 2 600 kg/ha, lo cual se debe a que esta variedad fue superior en aspectos que influyen en el rendimiento, tales como los caracteres agronómicos: longitud, anchura de la hoja mayor y número de hojas útiles, etc. (Torrecilla *et al.,* 2004, citado por Rodríguez *et al*., 2012).

CONCLUSIÓN

- La 'L-23' presentó resistencia al moho azul, a la pata prieta y al VMT y produjo mayor rendimiento en clases exportables que la 'San Luis 22'.

RECOMENDACIÓN

- Utilizar la línea 'L-23' en futuros programas de mejoramiento para la introducción de la resistencia al VMT en tabaco Virginia.

BIBLIOGRAFÍA

Allard, R. W.: *Principios de la mejora de las plantas,* 472 pp., Instituto Cubano del Libro, La Habana, 1970.

Crespo, .J. A., M. Domínguez, M. C. Valiente: Efecto del Complejo Virus del Mosaico del Tabaco (VMT) y Virus y de la Papa (VYP) en dos variedades de tabaco Negro, *Cuba Tabaco,* 3 (1):23-29, 2002.

Espino, E. y R. Delón: Resultados de ocho años de colaboración franco cubana en el mejoramiento del tabaco (*N. tabacum* L.), *Cuba tabaco, Cien. y Téc.,* 1 (1): 41 – 46, 1992.

Nakakawaji, T., Y. Yamamoto, T. Matsuoka: Breeding of a multiple disease- resistant mild flue-cured tobacco, F65 , p. 113, Bulletin *CORESTA*, 1997.

Peñalver, N.: Comportamiento de variedades de tabaco frente a la raza 0 de *Phytophthora parasitica var. nicotianae, Cien. Téc. Agric. Tabaco*, 6 (1): 37-45, 1983.

Rehman, H. U., A. Qureshia: Estimation of correlation genetic variability on various tobacco accessions (*Nicotiana tabacum* L.), *CORESTA*: 53, 1999.

Rodríguez, Y., L. A. Pino, M. Cabrera y G. Torrecilla: Líneas promisorias de tabaco Negro resistentes a la necrosis ambiental y a las principales enfermedades para la región central y oriental de Cuba, *Cuba Tabaco*, 13(1): 28-32, 2012.

Santiesteban, J. y S. Quintero: Modo de herencia de resistencia por hipersensibilidad al VMT, *Cuba Tabaco*, 1(4): 25- 32, 1975.

Schiltz, P. : Tentative d´Amélioration de l'essai collectif destiné à determiner le pouvoir pathogéne de Peronospora tabacina, *CORESTA*, 1:16-22, 1974.

Torrecilla, G.: Cuban tobacco collection (Nicotiana tabacum): Its composition and more significant contribution, *CORESTA*. Meet Agro–Phyto Groups, AP. Post 5, 2001.

Tso, T. C : Production, Physiology, and Biochimistry of tobacco plant, 753 pp., Institute of International development and Education in Agricultural and life Sciences, USA 1999.

Principales Servicios Científico Tecnológicos y Producciones Especializadas que brinda el Instituto de Investigaciones del Tabaco.

- **Análisis químico al producto terminado de cigarrillos.**
- **Asesoría para los sistemas de gestión.**
- **Formación y evaluación de comisión sensorial.**
- **Análisis de materia prima de cigarrillos.**
- **Extensión agrícola.**
- **Diplomado de Tabaco.**
- **Boletín Tabacalero.**
- **Revista Cuba Tabaco.**
- **Servicio de Normalización.**
- **Calibración de Hygropalm.**
- **Análisis químico de suelos.**
- **Producción y venta de semillas.**
- **Diagnóstico nutricional y de cosecha.**
- **Formulación de microelementos.**
- **Requerimiento mínimo de clorofila.**
- **Certificación de área de semillas.**