

**EFFECTOS TERRITORIALES DE LA VARIABILIDAD NATURAL DEL CLIMA
Y EL CAMBIO CLIMÁTICO ASOCIADO AL RÉGIMEN TÉRMICO EN EL
CULTIVO DEL TABACO**

PhD. Carlos Manuel Lopetegui Moreno

Doctor en Ciencias Meteorológicas.
Especialista en Agrometeorología. Profesor de la
Universidad de Pinar del Río, Cuba.

MSc. Maydelin Estevez López

PhD. Student.
Máster en Agroecología y Desarrollo Sostenible. Docente de la
Universidad Tecnológica ECOTEC, Ecuador.
mestevez@ecotec.edu.ec

PhD. Luis Enrique León Sánchez

Doctor en Ciencias Agrícolas.
Especialista en Riego, Agroecología y Agricultura Sostenible. Profesor de la
Universidad de Pinar del Río, Cuba.

Recibido: 12 de febrero de 2015.

Aceptado: 2 de abril de 2015.

RESUMEN

La investigación se realizó en Cuba, para evaluar las diferencias de indicadores del régimen térmico en los períodos fenológicos del cultivo del Tabaco Negro, durante su ciclo productivo como resultado de la incidencia del Cambio Climático y de la Variabilidad Climática Regional, correspondiente a las campañas 1985-2005. Se realizó el procesamiento de las temperaturas en la evolución, duración y tránsito por los diferentes períodos fenológicos y de los datos de rendimientos, se determinó los indicadores del régimen térmico que manifiesta los efectos del cambio climático y la variabilidad regional en las etapas de plantación por períodos de cinco años. Se procesaron los datos de 20 años de información fenológica de 121 sembríos, monitoreando cuatro períodos fenológicos, en diferentes fechas de plantación. Se incluyó la

información de las variables que influyen en el régimen térmico. Se empleó SPSS-13, utilizando los métodos de análisis de Componentes Principales, la correlación bivariada y el análisis de varianza. Dando como resultados que la temperatura media, extremas y la oscilación térmica manifiestan influencia probada sobre los rendimientos. Se recomienda publicar posteriores resultados de la evaluación de los indicadores del régimen térmico en la evolución fenológica del cultivo que manifiestan los efectos del Cambio Climático y la Variabilidad Climática Regional.

Palabras Clave: régimen térmico, fenología, temperaturas, rendimiento agrícola, cambio climático, tabaco negro.

ABSTRACT

The research was conducted in Cuba, to evaluate the differences in thermal regime indicators phenological periods in the growing Black Snuff, during its production cycle as a result of the impact of Climate Change and the Regional Climate Variability, corresponding to campaigns 1985 -2005. Processing temperatures in evolution, duration and transit through the different phenological and agricultural yield data periods was performed, the indicators thermal regime which manifest the effects of climate change and regional variability in the stages of planting was determined by periods of five years. 20 years 121 crops phenological information was processed by monitoring four phenological periods, in different planting dates. Information of the variables that influence the thermal regime is included. SPSS-13 was used, using the methods of principal component analysis, the bivariate correlation and analysis of variance. Giving as a result the average, extreme temperature and thermal cycling proven manifest influence on agricultural yields. It is recommended to publish further results of the evaluation of the indicators of the thermal regime in the phenological development of crops that show the effects of Climate Change and Regional Climate Variability.

Keywords: thermal regime, phenology, temperatures, agricultural yield, climate change, regional variability of climate, black tobacco.

INTRODUCCIÓN

El tabaco de la provincia de Pinar del Río, Cuba; por su aroma y calidad goza de fama tanto nacional como mundial, representa más del 50 % de la producción nacional y constituye una fuente considerable de ingresos al país siendo uno de los primeros renglones exportables, por demás, numerosas familias tienen como principal sustento los ingresos derivados del mismo.

Las áreas destinadas a su producción poseen características de suelo y clima que favorecen la producción de diferentes tipos de tabaco: negro, virginia y burley, siendo el negro en sus diferentes modalidades el que le ha dado fama mundial al tabaco cubano (Díaz y Trémols, 1997).

A pesar del desarrollo tecnológico que ha contribuido a incrementar la producción agrícola en muchos países, el crecimiento de las plantas y la crianza de animales continúan dependiendo enormemente de las condiciones climáticas. Cada planta necesita de condiciones climáticas específicas para crecer y desarrollarse, por lo que cualquier modificación severa se traduce en una influencia negativa. (Yeves, 2000). La influencia de los factores ecológicos en el cultivo del tabaco fueron estudiados por (Valdés y Romeu, 1979), donde planteó que el tabaco es una de las especies más susceptibles a la influencia de los diversos factores que integran el medio en que se desarrollan, no solo en lo concerniente a su producción cuantitativa sino también en lo referente a su calidad. Por ello la cosecha producida por una misma variedad en distintas coyunturas agroclimáticas presenta diferencias mucho más notorias, que las que hay entre la mayoría de las especies. El clima es un factor dominante en la viabilidad de todas las formas de agricultura. Debido a su variabilidad necesita de un continuo monitoreo y de una constante adaptación del cultivo a esas fluctuaciones a modo de mantener su producción/calidad. (Huglin, 1983; Fregoni *et al.*, 2003). La variabilidad climática es capaz de producir grandes desastres socio-económicos; por lo tanto, conocer las características esenciales de su efecto sobre una región ayuda a la toma de decisiones adecuadas que mitiguen o eviten de alguna forma las posibles consecuencias negativas derivadas de su efecto. (Centella *et al.*, 1997). Estudios recientes muestran que el incremento medio global de la temperatura superficial del globo terrestre del 1900 a hoy (IPCC, 1996). Pronósticos realizados por los Modelos Climáticos Globales (MCGs) estiman para el 2100 un aumento de la temperatura media global de 1.4 a 5.8°C (IPCC, 2001). El cambio climático en curso puede tener repercusiones más o menos serias sobre el ciclo vegetativo de los cultivos agrícolas. Para el desarrollo de esta investigación se refiere como

objeto de estudio: *El sistema de producción de tabaco negro, constituyendo como **problema:** El insuficiente conocimiento de la influencia del cambio climático en las variaciones de los elementos agroclimáticos durante la evolución de los períodos fenológicos del cultivo del tabaco y sus efectos en los resultados socioambientales y productivos.*

En consecuencia, se ha propuesto como **hipótesis:** *Si a partir del análisis de las bases de datos históricas de temperaturas se logran evaluar elementos que constituyan indicadores de cambios durante la evolución fenológica del cultivo del tabaco, asociado a la variabilidad natural del clima, se podrán definir sus efectos, aportar nuevos conocimientos y perfeccionar los sistema de predicción y vigilancia agrometeorológica.*

Se encausa el **objetivo general** de la investigación a: *Evaluar las diferencias de indicadores del régimen térmico en los períodos fenológicos del cultivo del tabaco, durante su ciclo productivo como resultado de la incidencia del Cambio Climático y de la Variabilidad Climática Regional, correspondiente a las campañas 1985-2005.*

Para lograr mayores precisiones en el desarrollo de la investigación se definieron los **objetivos específicos:**

- ✓ *Garantizar el procesamiento de las variables meteorológicas (temperaturas) en la evolución, duración y tránsito por los diferentes períodos fenológicos y de los datos de rendimientos de los campos de estudio en las etapas de plantación por períodos de cinco años desde 1985 hasta 2005.*
- ✓ *Determinar los indicadores del régimen térmico que manifiesta los efectos del cambio climático y la variabilidad regional en la evolución fenológica del cultivo del tabaco en las etapas de plantación por períodos de cinco años desde 1985 hasta 2005.*

El cultivo del tabaco. Distribución mundial. Aspectos botánicos y fenológicos del cultivo

Hablar de tabaco, y por ende, hablar del cigarro puro, es hablar de historia. Se desconoce la fecha exacta en que comenzó a cultivarse esta planta, ciertas investigaciones estiman que la entrada de la *Nicotiana Tabacum* en Cuba tiene lugar a través de los Aravacas y lo datan entre los dos mil y tres mil años antes de Cristo. No obstante, este cultivo para Europa fue desconocido hasta que en el año 1492 Cristóbal Colón descubrió "el puro", al mismo tiempo que el Nuevo Mundo. En el género *Nicotiana* se encuentran más de 60 especies, entre las cuales se destacan por su importancia comercial, la *Nicotiana rústica* y la *Nicotiana tabacum*, Espino (1988), siendo esta última la única que jamás se ha encontrado en estado silvestre (Akehurst, 1973). La posición que ocupa esta especie entre las plantas de cosecha es significativa,

sobresaliendo entre otros aspectos por ser una de las pocas cosechas que llegan al mercado mundial a base de la hoja y ser la planta comercial no comestible que más se cultiva en el mundo (Samora, 1997). Según Espino 1988, la posible zona de origen de la *Nicotiana tabacum* es el área que ocupa la región pre montañosa de los Andes de la Bolivia actual, estando hoy en día distribuida por todo el mundo. Regiones tan disímiles desde el punto de vista climático son grandes productoras de la aromática hoja; existen países con grandes extensiones del cultivo como: Estados Unidos, China, India, Turquía, Brasil, Japón, Grecia, entre otros. En Cuba el tabaco es cultivado en tres grandes regiones, las cuales se les conocen como zonas de Vuelta Abajo (Pinar del Río), Semi Vuelta (Algunas Zonas de La Habana) y Vuelta Arriba (Zonas de las Provincias Centrales y Orientales). La planta de tabaco es un ser vivo (constituido por células), es decir, que tiene estructura celular, provoca la transformación de sustancia, crece y se desarrolla, se reproduce y es sensible. Según las últimas clasificaciones enunciadas por CAB International (2004), para el cultivo del tabaco se establece como nombre científico: *Nicotiana tabacum* y se ubica su posición taxonómica en: dominio Eukaryota, reino Viridiplantae, división Spermatophyta, subdivisión Angiospermae, clase Dicotiledónea, orden Solanales, familia: Solanaceae. Se sugiere por Cultivo del Tabaco (2004) que a partir de la especie *N. tabacum* se han obtenido los actuales tipos de tabacos cultivados y sus respectivas variedades, por diferentes vías y métodos genéticos.

Principales órganos de la planta de tabaco. Características

Sistema radical: Se clasifica como pivotante, aunque las plantas que proceden de los semilleros tradicionales experimentan una modificación, como consecuencia de la pérdida de la cofia al realizarse el arranque. El sistema radical está conformado además por las raíces adventicias o caulinares, que se originan a partir de la corteza del tallo (El Cultivo del Tabaco, 2004).

Tallo: Es semileñoso, poco antes del desbotonado es herbáceo en la parte superior, es el portador de los órganos funcionales (las hojas) y se comporta como armazón protectora y como sistema conductor del agua, los elementos tomados y las sustancias elaboradas (El Cultivo del Tabaco, 2004).

Hojas: Es el órgano de mayor interés para el productor de modo general, por lo que el trabajo genético por una parte y el fitotécnico por la otra deben estar encaminados a la obtención de

plantaciones con hojas de alta calidad, sanas y libres de plagas (El Cultivo del Tabaco, 2004). Las hojas contienen entre 85 y 90% de agua y un conjunto de compuestos químicos cuya manipulación, por medio de técnicas de cultivo y de curado, contribuye a crear una serie de efectos como el aroma, el sabor, etc.; evidentes cuando el tabaco es consumido.

Inflorescencia: La inflorescencia del tabaco es en forma de panícula terminal y puede presentar algunas ramas florales subsidiarias debajo de la panícula principal. Pertenece al grupo de inflorescencia racimosa. Puede ser diferente para los distintos tipos y variedades (El Cultivo del Tabaco, 2004).

Fruto: El fruto del tabaco es en cápsula, bilobulado con cáliz persistente y es portador de 2000 a 5000 semillas, lo que pone de manifiesto la alta capacidad reproductiva que presenta esta planta a pesar de ser un anfidiplóide natural (El Cultivo del Tabaco, 2004).

Semilla: Son renniformes, de superficie rugosa, color oscuro, higroscópicas, ortótropas y de larga vida si se almacena en adecuadas condiciones (lugar frío y seco).

Períodos y fases y sub-fases fenológicas del cultivo del tabaco

Las plantas, en el proceso de su crecimiento y desarrollo, desde la germinación de las semillas hasta la madurez técnica o botánica sufren cambios interiores y exteriores, estos cambios pueden ser similares para algunas plantas de cultivo en su período de vegetación, pero pueden tener diferencias respecto a otras, dependiendo esto de las características intrínsecas de cada una de ellas. Según Noval *et al.*, (2004), el cultivo del tabaco presenta, cinco períodos fenológicos, diez fases fenológicas y siete subfases en su ciclo de desarrollo, ellas son:

- ✓ Períodos fenológicos: Germinación/Brotos, Crecimiento Vegetativo, Reproductivo, Fructificación y madurez, Secado y declinación fisiológica.
- ✓ Fases fenológicas: Germinación, formación de brotes superficiales, formación de hojas, formación de brotes laterales aéreos, crecimiento del tallo, formación de botones florales, floración, formación de frutos y semillas, madurez y secado de órganos de la planta.
- ✓ Subfases fenológicas: Crecimiento de las hojas, brotes jóvenes o hijuelos, formación de la inflorescencia (panícula), crecimiento de la inflorescencia, madurez técnica de las hojas por pisos (inferior, medio y superior), madurez de las cápsulas de las semillas y secado de las semillas.

Descripción de los períodos fenológicos

Germinación/Brotos: Abarca a las fases Germinación y formación de Brotes superficiales.

Crecimiento Vegetativo: Abarca desde la fase formación de hojas, incluye la emisión de brotes, el crecimiento de la raíz, hasta el final del crecimiento del tallo y el inicio de la observación de indicios de la emisión de botones florales o inflorescencias.

Reproductivo: Abarca toda la fase de floración hasta el secado y caída de las flores y el inicio de la observación de indicios de formación de los primeros frutos.

Fructificación y madurez: Abarca desde el inicio de la observación de indicios de formación de los primeros frutos, semillas y vainas, incluye la madurez técnica y botánica de los distintos frutos, en correspondencia con sus propósitos, hasta que se observen los primeros indicios de secado de los órganos de la planta.

Secado y declinación fisiológica: Con la observación de los primeros indicios de secado de los distintos órganos de la planta se inicia el proceso de declinación o final del ciclo vegetativo, que puede llegar hasta la interrupción del crecimiento en cultivos de ciclo corto y anuales y se extiende también hasta que se observen los primeros indicios de emisión de hojas jóvenes o rebrotes que sugieren el inicio de un nuevo ciclo en plantas perennes.

Descripción de las fases fenológicas del cultivo del Tabaco

Formación de hojas: En las plantas, donde las hojas constituyen el objeto del cultivo o el indicio principal de su crecimiento, también se registra la formación de las hojas sucesivas. En tabaco, por ejemplo, se registran como fases la aparición de la primera hoja, la tercera, la quinta, la sexta y las siguientes en orden (Noval *et al.*, 2004).

Formación de brotes laterales aéreos: Noval *et al.*, (2004) se refieren que en otras plantas, los brotes laterales se forman por la ramificación del tallo, es decir, la aparición de brotes laterales aéreos desde las axilas de las hojas del tallo principal y de las ramas. Esta fase existe en casi todas las plantas, pero se registra solamente en las que poseen un significado sustancial para la fructificación; por ejemplo, en el Tabaco.

Crecimiento del tallo: Como indicio del comienzo de esta fase se toma el alargamiento del entrenudo inferior. Si el crecimiento del tallo ha comenzado, sobre el nudo de crecimiento de los brotes laterales será visible el nudo inferior del tallo, un poco levantado, y los nudos sucesivos

situados sobre este. Se puede también liberar el tallo de hojas, separando estas con una aguja. Con suficiente experiencia, esta fase puede ser detectada mediante el tacto de las plantas en la parte inferior del tallo. Las plantas, en las cuales los nudos y entrenudos no se cierran con las vainas de las hojas, por ejemplo, en el tabaco, kenaf y otras, la determinación de la fase del crecimiento del tallo, es decir, el alargamiento del entrenudo inferior, no presenta dificultad alguna (Noval *et al.*, 2004).

Formación de botones florales: En la mayoría de las plantas, esta fase se registra con la aparición de rudimentos de las inflorescencias o botones, en los extremos de los tallos o en las axilas de las hojas (Noval *et al.*, 2004).

Floración: Como indicio de esta fase se toma la apertura de los primeros botones florales. En plantas de algunos cultivos, por ejemplo en la papa, se señala el final de la floración cuando los pétalos en la mayoría de las flores se marchitan y caen, y continúan floreciendo no más de 10% de 40 plantas observadas (Noval *et al.*, 2004).

Madurez: Noval *et al.*, (2004) plantearon que esta fase se registra en todos los cultivos. En dependencia del destino de la producción, de las particularidades botánicas y biológicas, la fase de maduración de las plantas en cada cultivo posee sus indicios característicos. Las fases de desarrollo de las plantas del mismo cultivo en el mismo campo, no comienzan siempre al mismo tiempo para todas las plantas. En distintos años, las diferencias en los plazos de comienzo de las fases y en la duración de los períodos entre fases, pueden alcanzar de 10 a 15 días. Estas diferencias en el ritmo de desarrollo de las plantas están determinadas principalmente, por las condiciones de iluminación, temperatura, humedad del aire, humedad del suelo y por las diferencias en el contenido de sustancias nutritivas en el suelo y en las concentraciones en la solución del suelo.

Algunas consideraciones de interés relativas al desarrollo fenológico del cultivo

En el sistema de producción del cultivo del tabaco se debe tener perfectamente definido el objetivo de producción perseguido de acuerdo al tipo de tabaco, para lo cual es importante el conocimiento de algunos elementos fisiológicos del cultivo en su relación con la fitotecnia a aplicar (El Cultivo del Tabaco, 2004). Resulta conocido, de modo general, que el principal producto que se desea obtener en el cultivo del tabaco, con excepción de las plantaciones

dedicadas a la producción de semillas, es la hoja, por lo que al hacer referencia al ciclo de la planta en ese caso no se habla del ciclo biológico, sino de su ciclo económico o productivo, debido a que dentro de las actividades tecnológicas el hombre practica la labor de desbotonado, con lo que se impide que la planta cumpla su ciclo biológico normal, el que sólo culmina en las plantaciones dedicadas a la obtención de semillas. En el Cultivo del Tabaco, (2004) se plantea que este cultivo está dentro de las plantas de ciclo corto, por tanto de alta velocidad de desarrollo vegetativo, lo cual lo convierte, de hecho, en un cultivo sumamente exigente a la realización de las labores tecnológicas en el momento preciso y a la fuerza de trabajo especializada, ya que la violación de los elementos de su tecnología se traduce en la reducción de la calidad y el rendimiento. La duración del ciclo del cultivo del tabaco depende fundamentalmente de: el tipo de tabaco y la variedad, las condiciones ecológicas y la tecnología de producción empleada. Al abordar la temática de la fenología se refieren diversas definiciones acerca de los períodos fenológicos del cultivo del tabaco, en todos los casos partiendo de que se trata de un cultivo que se desarrolla a partir de su trasplante. Resulta necesario para cualquier análisis considerar las definiciones aportadas por (El Cultivo del Tabaco, 2004): *Adaptación, Roseta, Gran período de desarrollo vegetativo, Maduración.*

Adaptación. Características

En el Cultivo del Tabaco, (2004) se plantea que debe quedar esclarecido que a este período están sometidas las plantas procedentes de los semilleros tradicionales, no así las que provienen de los semilleros en bandejas flotantes o cepellón, donde las plantas no experimentan el llamado estrés del trasplante. La adaptación es un período sumamente delicado ya que de él, entre otros factores, depende la población que se logre en el campo. Se caracteriza la misma por:

- ✓ El propágulo recién trasplantado no desarrolla la fotosíntesis, por lo que las reservas del mismo son empleadas para la adaptación, de aquí que la calidad biológica del propágulo sea determinante en este período.
- ✓ Durante la adaptación la planta respira y transpira, es decir, se desarrollan procesos degradativos con el consecuente consumo de las sustancias de reserva.
- ✓ Tiene lugar la absorción de agua, pero no de nutrientes.
- ✓ Comienza la formación de raíces a partir de las ya existentes.

✓ Se producen mecanismos en la planta tendientes a reducir la transpiración: Las hojas se unen, el tallo pierde turgencia y se inclina, las hojas más viejas cubren a las más jóvenes.

Hay una serie de factores que tienen marcada influencia en el desarrollo de este período:

- ✓ Calidad del propágulo.
- ✓ Profundidad a que queda colocado el sistema radical al efectuar la plantación, debiendo quedar totalmente enterrado en el suelo.
- ✓ Preparación de suelo adecuada.
- ✓ Buena humedad en el suelo.

De manera general este período transcurre entre los seis a ocho días, resultando la planta muy susceptibles al ataque de las plagas y enfermedades, fundamentalmente el *Heteroderes laurentii* (Pasador del tabaco) y el *Phytophthora parasitica*. Var. *nicotianae* (Pata prieta).

Roseta. Características

En el Cultivo del Tabaco, (2004) sobre este período de desarrollo se hace referencia a que:

- ✓ Se aprecia a simple vista la formación de nuevas hojas, por lo que se desarrolla la fotosíntesis y se incrementa la actividad fisiológica de la planta en general.
- ✓ El crecimiento del tallo es lento, con pequeña distancia entre nudos. Las hojas superiores se observan opuestas y decusadas y ello le da al nombre a este período. Se forman entre dos y cuatro hojas.
- ✓ Se observa un predominio marcado del desarrollo radical sobre el foliar, aumentando la resistencia de la planta a la sequía.
- ✓ Hay mayor absorción de nutrientes, tomando la planta mayor cuantía del necesario, debido a que este es un período preparatorio del crecimiento activo.

En cuanto a los factores que tienen marcada incidencia en el desarrollo del período de roseta se destacan:

- ✓ Humedad del suelo. La misma debe manejarse moderadamente de modo que no se produzca el sobrehumedecimiento del suelo que podría limitar la estimulación del sistema radical.

- ✓ La temperatura debe ser moderada y no debe sobrepasar los 25 °C, para que tenga lugar un lento y equilibrado crecimiento.
- ✓ Adecuada protección fitosanitaria.
- ✓ Adecuado manejo de la fertilización, de manera que se garantice los nutrientes necesarios y en la cuantía requerida.
- ✓ Que el suelo conserve las mejores condiciones físicas.

Este período se extiende hasta los 20-22 días de efectuado el trasplante

Gran período de desarrollo vegetativo

Según El Cultivo del Tabaco, (2004), esta fase de desarrollo se caracteriza por:

- ✓ Alta velocidad de crecimiento, dada por la alta actividad fotosintética que tiene lugar en la planta. Presentando las variedades de ciclo más largo un crecimiento más lento.
- ✓ Durante este período se forman más del 50 % de las hojas que potencialmente puede producir la planta y se terminan de formar todas las hojas comerciales.
- ✓ Tiene lugar el paso de la fase vegetativa a la reproductiva con la emisión del botón floral.
- ✓ Ocurre un incremento del desarrollo radical y en consecuencia de la síntesis de nicotina, a la vez que la planta resulta más resistente a la sequía.
- ✓ Se produce el incremento de la respiración y la transpiración, debido al gran desarrollo foliar que tiene lugar.
- ✓ Hay una gran absorción de nutrientes por parte de la planta.

De modo general se puede plantear que el gran período de crecimiento tiene marcado efecto en el rendimiento y calidad del cultivo del tabaco.

De forma general el gran período de crecimiento comienza entre los 20 a 22 días y se extiende hasta los 45 a 60 días de efectuada la plantación.

Maduración. Características

Antes de precisar las características de este período es importante plantear que en el cultivo del tabaco, como en otros muchos, se tiene en cuenta la madurez fisiológica como punto de partida

para establecer la madurez técnica (El Cultivo del Tabaco, 2004). La madurez fisiológica la definen Long *et al.*, (1974), citado en El Cultivo del Tabaco, 2004, como aquella donde la hoja tiene el máximo de materia seca. Anon (1978) citado en El Cultivo del Tabaco, 2004, clasifica al tabaco maduro como aquel que ha alcanzado el máximo de masa y ha producido los constituyentes químicos idóneos, para ser después curado y obtener de él un producto final más favorable; mientras que la madurez técnica, según Atanasov (1965), citado en El Cultivo del Tabaco, 2004, es el momento apropiado para la recolección, y que no es precisamente el fisiológico, porque está en dependencia del momento óptimo de cosecha, definido en función del tipo de tabaco y del objetivo de producción que se persigue con el mismo. Así los tabacos negros en general son cosechados antes de alcanzar la madurez fisiológica, dado ello, porque se pretende lograr hojas en las que haya mayores contenidos de sustancias nitrogenadas. Las características de la maduración se relacionan a continuación:

- ✓ Tiene lugar de modo no uniforme, comenzando por las hojas basales, es decir las primeras que se formaron y finalizando en las superiores.
- ✓ Poca exigencia a la humedad del suelo. Durante este período la aplicación del riego de modo no controlado provoca la reactivación del desarrollo vegetativo, lo cual también puede ser provocado por una lluvia de cierta intensidad fuera de época. En tales casos es fundamental detener la cosecha y esperar al menos de cinco a seis días para continuar realizándola. No obstante durante la maduración, cuando las hojas basales llegan a este estado, todavía las centrales y superiores no han completado su desarrollo, por lo que una vez que se efectúa la segunda recolección se practica un riego ligero, que es llamado de rendimiento, para lograr tal desarrollo.

Las características más sobresalientes de este período son:

- ✓ Poca exigencia a los nutrientes.
- ✓ Reducción del contenido de agua en la planta en general.
- ✓ Pérdida de tricomas o reducción de la densidad de pelos glandulares por unidad de superficie.

- ✓ Reducción del contenido de clorofila, lo que se manifiesta por la pérdida de intensidad del color verde de las hojas, que resulta más evidente en los tabacos claros que en los del tipo negro.
- ✓ Disminución del contenido de sustancias nitrogenadas.
- ✓ La hoja al ser separada del tallo emite un sonido seco característico.

Dentro de los factores que ejercen influencia en este período se destacan:

Para el tabaco cubano Padilla (1957), citado en El Cultivo del Tabaco, 2004, describió el comienzo de la maduración de las hojas en la planta, en el cual, éstas experimentan cambios visibles en el tinte de las hojas superiores o coronas, apareciendo un color verde amarillento, y en dicho instante las hojas del centro de la planta, ya ostentan a su vez una coloración verde mate, con un tinte amarillo ligero, limpia de pelos glandulares o tricomas. Además la nerviación central presenta color perla limpio al observarla por el envés.

- ✓ Temperatura: Las temperaturas relativamente bajas (20-24°C) son beneficiosas para alcanzar la maduración y practicar la recolección, debido a que las pérdidas de agua desde las plantas son menores lo que determina un buen estado de turgencia en las células, tan necesario para el normal desarrollo de la primera fase de la curación.
- ✓ Baja humedad del suelo.
- ✓ Bajo contenido de elementos nutrientes a disposición de la planta en el suelo.
- ✓ Adecuado control fitosanitario.

Desarrollo vegetal. Concepto y regulación

Según Ortalá A. (2000) el desarrollo vegetal es un crecimiento ordenado de la planta, que se ajusta a un esquema previo determinado por el genotipo y en el que las distintas partes del organismo se van diferenciando para originar los múltiples tejidos y órganos. Es, por tanto, el resultado de dos procesos distintos pero muy relacionados entre sí: el crecimiento y la diferenciación.

- ✓ Crecimiento: es un término cuantitativo, relacionado con el incremento irreversible de tamaño y masa de una célula, tejido, órgano u organismo vivo.

✓ Diferenciación: serie de cambios cualitativos en la célula, tejido u órgano que los distinguen entre sí.

Se suele decir que el crecimiento y la diferenciación son dos aspectos diferentes de un único proceso extraordinariamente complejo denominado desarrollo. El aumento de tamaño determina cambios de forma en la planta y es por ello que el crecimiento implica siempre un proceso de diferenciación. Así, el crecimiento de un organismo vegetal supone necesariamente la formación de nuevos órganos, proceso de organogénesis, mientras que a su vez el crecimiento de cada órgano implica la aparición de nuevos tejidos o histogénesis (Ortalá A., 2000).

Factores que regulan el desarrollo

Factores endógenos: que pueden ser de dos tipos.

✓ Intracelulares o control genético, determinado por la propia secuencia de genes de la planta.

✓ Extracelulares o control hormonal, llevado a cabo por las hormonas vegetales.

Factores exógenos: son factores ambientales como luz, temperatura y gravedad. Pueden actuar modificando la expresión génica o la actividad hormonal.

Crecimiento vegetal

Según Vázquez E. y Torres (1984) y coincidiendo con Ortalá A. (2000) el proceso de crecimiento vegetal presenta dos características principales:

✓ El crecimiento vegetal es indefinido o indeterminado, lo que supone que la planta continúe creciendo durante toda su vida, mientras las condiciones ambientales así se lo permitan. Sin embargo, algunos vegetales, (hojas, flores, frutos, semillas) tienen siempre un crecimiento definido o determinado característico de cada especie.

✓ El crecimiento vegetal es localizado, es decir, tiene lugar únicamente en regiones o áreas muy localizadas de las plantas denominada meristemo. En general, el crecimiento en longitud se debe a la actividad de los meristemos primarios (ápices de raíces, tallos y yemas axilares), e intercalares (base de las hojas y de entre nudos en plantas monocotiledóneas), mientras que los meristemos secundarios (cámbium y felógeno) eliminan el crecimiento en grosor.

En el crecimiento de tejidos, órganos y organismos vegetales ocurren una serie de acontecimientos dentro de los que destacan los siguientes:

1. Un aumento en el número de células debido a sucesivas divisiones celulares.
2. Un aumento en el volumen de cada célula por expansión celular.
3. Una modificación de la forma y organización de las células mediante procesos de diferenciación celular.

Factores que afectan el crecimiento de las plantas

Vázquez E. y Torres (1984) y Ortalá A. (2000) plantean que todos aquellos factores que afectan a la intensidad de respiración de la planta afectarán a su crecimiento. Así, la disminución de la concentración de oxígeno reduce el crecimiento. De igual forma las sustancias inhibidoras de la respiración también actúan bloqueando o inhibiendo el crecimiento. En general, la temperatura estimula el crecimiento hasta un cierto límite, a partir del cual actúa como factor inhibidor. El papel regulador de la temperatura sobre el crecimiento se realiza a través de la regulación de enzimas que catalizan reacciones que directa o indirectamente intervienen en el proceso. El crecimiento está estrechamente relacionado con la nutrición de la planta. Todo lo que suponga una mejora en su nutrición se traducirá en un mayor crecimiento. Los nutrientes minerales, el agua, el dióxido de carbono, oxígeno etc. influirán de una u otra manera en el crecimiento. Además de todos estos factores exógenos o externos citados, los factores internos o endógenos influyen de una manera decisiva sobre el crecimiento vegetal. Existe una cierta coordinación en el crecimiento de los distintos órganos de una planta que es normalmente dirigida por las hormonas vegetales.

Estrés medioambiental

La inmovilidad de las plantas es la causa última de que éstas hayan adquirido y perfeccionado a lo largo de la evolución mecanismos de auto defensa que les permiten vivir en ambientes muy diversos. El concepto de estrés medioambiental implica la presencia de un factor externo a la planta, provocado por el medio ambiente cambiante que ejerce una influencia negativa sobre su desarrollo óptimo. El concepto de estrés es en sí mismo relativo, ya que una determinada

situación medio ambiental puede resultar estresante para una especie y no para otras (Ortalá A., 2000).

Estrés por temperaturas extremas

Ortalá A. (2000) hace referencia a que la temperatura condiciona la velocidad de las reacciones químicas catalizadas enzimáticamente, modifica la estructura y la actividad de las macromoléculas y determina el estado físico del agua. La mayoría de las plantas realizan su crecimiento a temperaturas superiores a 40 °C. El estrés por frío aparece entre los 0 y 15 °C. El estrés tanto por calor como por frío provoca pérdida de la semipermeabilidad ya que modifica la viscosidad o fluidez de las membranas. El calor reduce la microviscosidad de las membranas (las hace más fluidas), mientras que el frío la aumenta (las hace menos fluidas). Además, las temperaturas extremas provocan la reducción de la tasa de crecimiento, la inhibición de la fotosíntesis y la activación de la senescencia y la abscisión (Ortalá A., 2000).

La adaptación de las plantas al calor consiste en:

- ✓ Incrementar el porcentaje de los ácidos grasos saturados en los glicerolípidos de las membranas, con lo cual aumenta la temperatura a la que se produce a la transición entre las dos fases en las que se pueden encontrar en las membranas: la de cristal líquido (poco viscosa o muy fluida) y la de gel (muy viscosa o poco fluida).
- ✓ Acelerar la velocidad de los procesos biosintéticos para compensar la velocidad de los procesos degradativos especialmente de proteínas. Ello supone un recambio muy rápido de materiales y, por tanto, un elevado consumo energético de la planta.
- ✓ Producción de formas enzimáticas más resistentes a la desnaturalización.
- ✓ Rápida conversión del amonio liberado en los procesos catabólicos en aminoácidos grasos insaturados, y en otras formas orgánicas nitrogenadas.

La adaptación de las plantas al frío se basa, principalmente, en el aumento del porcentaje de ácidos grasos insaturados, lo que aumenta la fluidez de las membranas.

Requerimientos de clima, temperaturas y suelo del cultivo del tabaco En el Cultivo del Tabaco, Infoagro.com, (2002) se hace referencia a:

Clima: influye en la duración del ciclo vegetativo de las plantas, en la calidad del producto y en el rendimiento de la cosecha. Debido a que el tabaco es originario de regiones tropicales, la planta vegeta mejor y la cosecha es más temprana. Pero la principal área geográfica del cultivo se extiende desde los 45° de latitud Norte hasta los 30° de latitud Sur.

Temperatura: el período libre de heladas en combinación con las temperaturas medias, máximas y mínimas son los principales datos a tener en cuenta. La temperatura óptima del cultivo varía entre 18-28°C. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16°C, y desde el transplante hasta la recolección se precisa un período libre de heladas de 90-100 días.

Suelo: en general el tabaco prefiere las tierras francas tirando a sueltas, profundas, que no se encharquen y que sean fértiles. El pH más apropiado es de neutro a ligeramente ácido, para los tabacos de hoja clara, y neutro o ligeramente alcalino para tabacos de tipo oscuro. Además la textura de las tierras influye sobre la calidad de la cosecha y el contenido nicotínico de las hojas.

Influencia de la temperatura en el cultivo del tabaco

La influencia de los factores ecológicos en el cultivo del tabaco fue estudiada por Wilsie (1979) y Valdés y Romeu (1979), quienes plantearon que el tabaco es una de las especies más susceptibles a la influencia de los diversos factores que integran el medio en que se desarrolla, no solo en lo concerniente a su producción cuantitativa sino también en lo referente a su calidad. Por ello la cosecha producida por una misma variedad en distintas coyunturas agroclimáticas presenta diferencias mucho más notorias, que las que hay entre la mayoría de las especies. En cuanto a la ecología, su acción es la resultante de los efectos producidos por los factores que la integran. A continuación se relaciona cómo la temperatura la afectan. La temperatura es uno de los factores ecológicos más conocidos, por los destacados efectos que ejerce sobre los organismos vivientes. Es un factor fácilmente medible; su influencia es casi universal y, frecuentemente, limita para el crecimiento y distribución de plantas (Wilsie, 1979). Según ha sugerido Clarrke (1954), citado por Wilsie (1979), la temperatura es el aspecto intensidad de la energía calorífica. El aspecto capacidad de la energía calorífica es también de gran importancia, pero el aspecto intensidad, ejerce probablemente, una influencia directa más predominante como factor ecológico. La temperatura óptima para la plantación del tabaco se halla

comprendida entre 20 °C y 27 °C, por debajo de 14 °C el desarrollo es muy lento, y son muy afectadas por las heladas, si bien parece que puede soportar hasta -3 °C si esta temperatura se mantiene corto tiempo. Por otra parte, puede producirse quemaduras por encima de 40 °C especialmente en los brotes tiernos. A pesar de ello, su área de cultivo se extiende desde una latitud de 60 °N a 45 °S, lo cual es debido a que las variedades precoces logran completar su integral térmica en el reducido lapso que media e las altas latitudes, entre el invierno y el otoño (Wilsie, 1979 y Valdés y Romeu, 1979).

Caracterización climática del período en que se desarrollan las campañas tabacaleras en la provincia Pinar del Río

Dadas las características y exigencias del cultivo del tabaco a las condiciones agrometeorológicas y la experiencia en el manejo de este cultivo, resulta necesario desarrollar sistemas de vigilancia que permitan aportar recomendaciones que contribuyan a la toma de importantes decisiones, basados en el conocimiento detallado del comportamiento de la principales variables agrometeorológicas en las diferentes etapas en que se establece el cultivo durante cada campaña productiva, para ello es necesario disponer de estudios acerca del comportamiento histórico de dichas variables y de las respuestas del cultivo a sus efectos. La presente investigación cuenta como antecedente con un estudio preliminar desarrollado por Lopetegui (2004) en el cual sugiere que las campañas tabacaleras en la provincia Pinar del Río se desarrollan en el período comprendido entre los meses de octubre a mayo, se transita por tres de los períodos climáticos que tipifican el clima de Cuba. La campaña se inicia en el período de transición del verano al invierno, que incluye al mes de octubre y parte de noviembre, el mismo se caracteriza por la alternancia de situaciones meteorológicas propias del verano como los ciclones tropicales, bajas y hondonadas que por lo general interactúan con los primeros frentes fríos que se aproximan a nuestras latitudes. Estos organismos son los responsables de los acumulados pluviométricos en estos meses y en ocasiones se presentan con tal severidad que provocan sensibles pérdidas en los semilleros destinados a garantizar los primeros trasplantes e incluso a las plantaciones tempranas. Las temperaturas mínimas en el macizo tabacalero oscilan entre 19,2 y 19,8 °C, las medias entre 23,4 y 23,8 °C y las máximas entre 28,7 y 28,9 °C. Los acumulados medios de lluvia fluctúan entre 60 y 90 mm, aunque se presentan indistintamente años secos y lluviosos. El

período invernal que abarca desde mediados de noviembre hasta mediados de abril resulta un tanto más estable, se caracteriza por la incidencia de un mes de diciembre como el más seco del año con acumulados medios históricos entre 26,7 y 36,6 mm, mientras que el régimen térmico se presenta con la ocurrencia de temperaturas mínimas medias que oscilan entre 17,2 y 17,9 °C, medias entre 21,6 y 22,2 °C y máximas entre 26,9 y 27,4 °C. En cuanto al régimen térmico, los meses de enero y febrero son muy similares, con temperaturas mínimas medias entre 16,4 y 17,1 °C, medias entre 21,1 y 21,7°C y máximas entre 26,8 y 27,4 °C, resultando los más fríos del año. Los acumulados de lluvias de estos meses están en el rango comprendido entre 41,0 y 58,0 mm. Dentro del propio período invernal, el mes de marzo se distingue por la severidad de las hondonadas prefrontales que se generan a partir de la existencia de bajas extratropicales al nivel del Golfo de México y por los eventos de vientos de región sur, a veces fuerte y persistente. Estos eventos comienzan a manifestarse desde el mes de febrero y se extienden hasta abril, aunque en ocasiones estos se han presentado desde el propio mes de diciembre, como en el período invernal 1997/98, (Año ENOS), que se produjeron cuatro eventos de sur fuertes, lo que constituyó un récord para el referido mes. Las temperaturas mínimas medias en marzo oscilan entre 18,0 y 18,5 °C, las medias entre 23,0 y 23, 2 °C y las máximas entre 28,5 y 29,0 °C. Los acumulados medios históricos de lluvias se han registrado entre 52,4 y 76,3 mm. Desde mediados de abril y parte de mayo, se presentan las condiciones que tipifican la transición del invierno al verano. Las temperaturas mínimas medias oscilan entre 19,5 y 20,1 °C, las medias entre 24,5 y 24,7 °C y las máximas entre 30,0 y 30,5 °C, por lo que el régimen térmico resulta cálido. Los acumulados de lluvia oscilan entre 71,0 y 83 mm, mientras que en mayo se pueden registrar hasta 100 mm.

Variabilidad y cambio climático

En su mensaje del Día Mundial del Medio Ambiente del 2007, el Secretario General de la ONU, Ban Ki- mon (2007) argumento: *“Para el tercio de la población mundial que vive en zonas áridas, las perturbaciones asociadas al cambio climático amenazan con exacerbar la desertificación, la sequía y la inseguridad alimentaria”*; mientras el Rey de Noruega, Harlad V. (2007) aseveró que *“El calentamiento Global inducido por la actividad humana es uno de los retos compartidos de mayor trascendencia en el mundo actual”* y adelantó que *“El cambio climático y el deterioro ambiental tendrán distintos significados para diferentes*

poblaciones; entre otros, puede implicar hambre para los granjeros que lidian con la sequía y pérdida de culturas tradicionales y estilos de vidas para poblaciones locales". Susan McDade citada por Centella *et al.*, (2006), en el IV Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007) argumenta que contiene nuevos datos científicos que confirman los serios impactos sobre las condiciones climáticas mundiales derivados de las actividades humanas. Estos efectos son más críticos para el mundo en desarrollo y los países menos adelantados, donde el cambio climático significa sequía, hambre y pérdida de sustento, hogares, tierras e incluso la vida de las personas; agrega por de más que la vulnerabilidad al cambio climático puede ser exacerbada por la presencia de otras tensiones tales como: "pobreza, acceso desigual a los recursos, inseguridad de alimentación, tendencias en la globalización económica, conflictos y la incidencia de enfermedades por lo que sugiere debe ayudarse a incorporar la adaptación al cambio climático de manera integral a las estrategias nacionales de desarrollo. Con la presente investigación, se pretende abordar una modesta contribución a la detección de algunas problemáticas para que constituyan nuevas herramientas a científicos, directivos y productores en función de la implementación de estrategias de prevención, adaptación y mitigación de los efectos que los mismos puedan inducir, con lo cual se hace justicia al llamado del Secretario General de la ONU Ban Ki- mon (2007) al sugerir que *"se debe reconocer la necesidad de frenar los dramáticos cambios ambientales que se están produciendo en todo el planeta, establecer el compromiso de cumplir el papel que nos corresponde en la lucha contra el cambio climático y promover el uso de medidas de adaptación en los países que hacen frente a sus consecuencias más graves"*.

Procesamiento de información fenológica y variables agrometeorológicas en el período 1985- 2005

Se verificó en archivos de información fenológica el nivel de cumplimiento de las normas y procedimientos establecidos en el Manual de Instrucciones para realizar Observaciones Agrometeorológicas (1989) constatando la ejecución de observación en días alternos de las fases fenológicas por las que transita el cultivo desde la plantación hasta la cosecha. Mediante la aplicación consecuente de las metodologías propuestas por Kulicov, (1976), Kulicov y Rudneev (1980) citados por Noval *et al.*, (2004) y Noval *et al.*, (2004), en el período de 20 años de observaciones fenológicas al cultivo del tabaco en la provincia de Pinar del Río se han venido

monitoreando cuatro períodos fenológicos fundamentales en los cuales se agrupan un número mayor de fases fenológicas. Teniendo en cuenta que la evaluación de los períodos fenológicos resulta representativa para la ejecución de la presente investigación se seleccionaron los siguientes: Formación de Hojas, Crecimiento Vegetativo, Reproductivo y Madurez Técnica de las Hojas por Pisos. Se seleccionaron campos representativos por cada fase de Tabaco Negro y las variedades que se cultivan en el territorio, con diferencias en fechas de plantación entre ellos de diez a quince días durante todo el período que abarca la campaña tabacalera. La posibilidad de contar con un sistema de observaciones sistemáticas de las fases fenológicas ha propiciado acciones de procesamiento y análisis de la base de datos de observaciones fenológicas a 121 campos, de los cuales 19 corresponden a los plantados en la etapa inicial de la campaña (1° de Octubre al 10 de Noviembre); 59 a la etapa intermedia (11 de Noviembre al 20 de Diciembre) y 43 a la etapa final o tardía (21 de Diciembre al 31 Enero). Se consideró la inclusión en la base de datos, la información de las variables agrometeorológicas diarias que influyen en el régimen térmico y que tienen incidencia en la evolución del cultivo: temperaturas máxima, mínima y media (°C); oscilación térmica (°C). En todos los casos coincidentes con los períodos de observaciones fenológicas estudiados. Para discernir la evolución del cultivo y la incidencia de las temperaturas en dichas etapas de plantación, se calculó la duración en días de cada fase fenológica y se promedió esta variable en todos los campos observados en cada una de las tres etapas seleccionadas. Similar procedimiento se realizó con cada una de las variables que inciden en el régimen térmico según los requerimientos del cultivo en las mismas. Para la conformación de la base de datos, se agruparon los campos observados por etapas de plantación en períodos de cinco años durante 20 años (1985- 1990, 1990- 1995, 1995- 2000, 2000- 2005), para calcular las medias de cada variable meteorológica e identificar cambios en las mismas. Para el procesamiento de la información se realizó el análisis estadísticos de la variables estudiadas y su relaciones en períodos de cinco años, en etapas de plantación y en períodos fenológicos, empleando el Sistema Estadístico SPSS13, utilizando los métodos de análisis de Componentes Principales; procedimiento que cuantifica simultáneamente variables categóricas, para reducir la dimensionalidad de los datos, con el objetivo de simplificar un sistema original de variables en un sistema más pequeño de los componentes sin correlación que representan la mayor parte de la información encontrada en las variables originales, y evitar que las variables prohíban la

interpretación eficaz de las relaciones entre los objetos; reduciendo la dimensionalidad se interpretan algunos componentes en relación con una gran cantidad de variables. Se realizó la Correlación Bivariada, para definir los efectos sobre los rendimientos de las variables y sus relaciones con las etapas de plantación y períodos fenológicos, procesando una matriz de correlación del rendimiento según época de plantación y período. Se efectuó el análisis de varianza para determinar el efecto de las variables en las etapas de plantación y períodos fenológicos con respecto al rendimiento, así como el estudio multivariante de GLM para proporcionar la interpretación de regresión y el análisis de variación para las variables dependientes múltiples por una o más variables.

Análisis los resultados Evaluación de indicadores del régimen térmico en la evolución fenológica del cultivo del tabaco

En el análisis estadístico de componentes principales (Figura 1) se encontró que las variables Temperatura Mínima Media, Temperatura Media, Temperatura Máxima Media, son en el mismo orden, las que mayor peso tienen en los procesos de variabilidad agrometeorológica que inciden en los rendimientos del cultivo del tabaco.

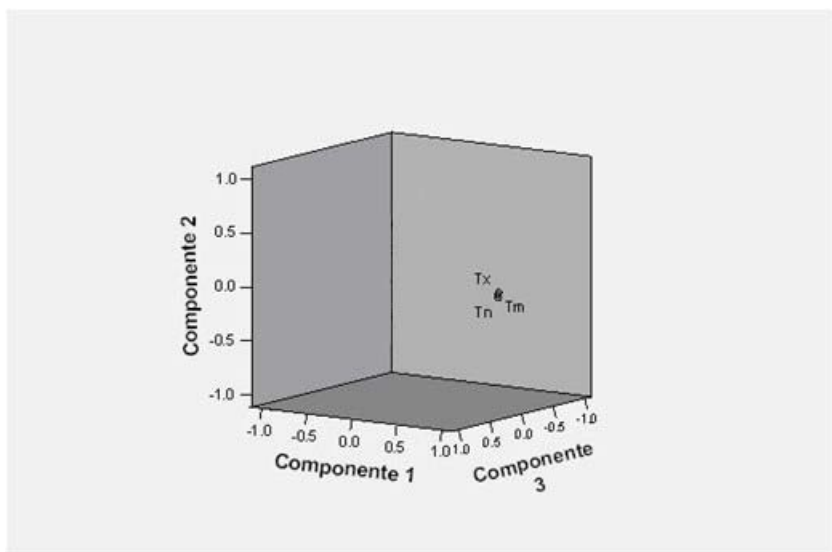


Figura 1. Análisis de Componentes Principales para evaluar incidencia de las temperaturas en la variabilidad. Fuente: elaboración propia.

El empleo de las bondades que ofrece el análisis de la Matriz de Correlación de rendimientos según época de siembra y período fenológico (Tabla 1), permitió constatar que la Temperatura Media manifiesta una influencia significativa sobre los rendimientos en la etapa de plantación enmarcada entre el 1° de octubre y el 10 de noviembre, y altamente significativa en la época que transcurre posterior al 20 de diciembre. El efecto sobre la primera etapa puede estar inducido por el comportamiento de la Temperatura Máxima Media, que muestra una correlación altamente significativa, lo cual indica que su variabilidad constituye un incentivo al incremento de los rendimientos (Tabla 1). Es importante resaltar la alta significación de la Temperatura Máxima Media en su efecto sobre los rendimientos en todos los períodos fenológicos en su conjunto y en las tres etapas de plantación, dado por el resultado de la componente general de la matriz de correlación (Tabla 1). En la etapa tardía influye la Temperatura Mínima Media, que manifiesta similar significación sobre el indicador de productividad. Las relaciones encontradas en el comportamiento de las temperaturas extremas inducen el de la Oscilación Térmica y determinan su incidencia sobre los rendimientos, altamente significativa en la etapa de plantación inicial, significativa en la intermedia y altamente significativa sobre todos los períodos fenológicos en su conjunto y en las tres etapas de plantación, expresado en el resultado de la componente general de la matriz de correlación (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz de correlación del rendimiento según época de siembra y período, asociado a los efectos del Régimen Térmico. Fuente: elaboración propia.

	Época		Período				General	
	I	II	1	2	3	4		
			,307	,311	,307	,257		
III								
R²	,579(**)	,014	,306				,292(**)	
Tx Sig.	,003	,938	,088	,154	,149	,154	,237	,005
			32	23	23	23	23	
			,579**	,100	,136	,141	-,013	
N	24	36						92

	R²	,065	-,215						,092
Tn	Sig.	,764	,209	,001	,650	,535	,522	,954	,384
		24		32	23	23	23	23	
N		,494(*)		,496**	,170	,268	,268	,156	
		36							
		92							
	R²	-,062							,202
Tm	Sig.	,014	,721	,004	,438	,216	,216	,478	,054
	N	24	36	32	23	23	23	23	92
	R²	,727(**)	,397(*)	-,105	,270	,239	,263	,394	,290(**)
	Osc Sig.	,000	,017	,566	,212	,272			
		,225	,063	,005					
	N	24	36	32	23	23	23	23	92

CONCLUSIONES

Tanto la temperatura media como las extremas y la oscilación térmica manifiestan influencia probada sobre los rendimientos tanto en las etapas de plantación como en la evolución de los períodos fenológicos.

RECOMENDACIONES

- ✓ Publicar en próximas ediciones los resultados del estudio de carácter de la magnitud de la Tasa de Variación periódica aplicada a las variables indicadoras del régimen térmico sobre los efectos del forzamiento de la Variabilidad Natural del Clima y del Cambio Climático respecto a los períodos de cinco años estudiados; así como la evaluación de los indicadores identificados del régimen térmico y sus efectos sobre los rendimientos y las pérdidas productivas, los problemas ambientales y las barreras socioeconómicas, como experiencia precedente para la concepción del Sistema de Gestión Agrometeorológica.

- ✓ Realizar estudios similares con otras variables agrometeorológicas (humedad relativa (%), insolación (h), precipitaciones (mm), evapotranspiración (mm), así como exceso y déficit de humedad del cultivo (mm)), así como el régimen hídrico que también influyen en el desarrollo fenológico y los rendimientos del cultivo del tabaco.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akehurst, B. C., 1973. El tabaco. Agricultura Tropical. Editorial Labor, S.A.
- Ban Ki- mon. Cambio Climático: Una amenaza a nuestra Seguridad. Mensaje del Secretario General de las Naciones Unidas. El Cambio Climático ¿Un Tema Candente?. Día Mundial del Medio Ambiente. 5 de Junio 2007, 2-3 pp.
- Centella, A., B. Lapinel, O. Solano, R. Vázquez, C. Fonseca, V. Cutié, R. Baéz, S. González, J. Sille, P. Rosario y L. Duarte, 2006. La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la república Dominicana, 174 pp.
- Centella, A., L. Naranjo, L. Paz, P. Cárdenas, B. Lapinel, M. Ballester, R. Pérez, A. Alfonso, C. González, M. Limia y M. Sosa. 1997: "Variaciones y cambios del clima en Cuba". Informe Técnico. Centro Nacional del Clima, Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba, 58 pp.
- Díaz, L. M. y A.J. Trémols (1997): "Efecto de diferentes fuentes de fertilización en el rendimiento y calidad del tabaco negro (capero) en Cuba". Simposio Internacional de la Sociedad Química Minera. Río de Janeiro, Brasil, 7 pp.
- El cultivo del Tabaco, 2004. Folleto I, sitio FTP Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca"; Departamento de Agronomía.
- Espino, E. 1988. El mejoramiento genético del tabaco (*Nicotina tabacum*) en Cuba. Boletín de Reseñas (14) Tabaco.
- Harlad V. El deshielo: Un serio desafío. Mensaje del Rey de Noruega. El Cambio Climático ¿Un Tema Candente?. Día Mundial del Medio Ambiente. 5 de Junio 2007, 43 pp.
- Infoagro. (2002): Cultivo del Tabaco www.infoagro.com/herbaceos/industriales/tabaco.htm.
- Instructivo para Observaciones Agrometeorológicas. (1989), Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba. La Habana.

IPCC 1996. Climate change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of climate change: Scientific-technical analyses: Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

IPCC 2001. In: Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., Van der Linden P.J., Xiaosu D. (Eds.). Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press, UK.

IPCC, 2007: Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth

Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lopetegui, C. (2004): Caracterización climática del período en que se desarrollan las campañas tabacaleras en la provincia Pinar del Río. Informe técnico presentado a Instituto de Investigaciones del Tabaco, (inédito). Pinar del Río. 5-6 pp.

Noval, D. T; Lopetegui, M. C. M. y Solano, O. O. (2004): Manual de Instrucciones para Observaciones Fenológicas en Cultivos Tropicales. Resolución 9 (XII-ARIV), OMM/ DT N°. 1222 Ginebra Suiza. pp 24-31 y 119-122.

Ortalá, G. A. (2000): Apuntes Básicos de Fisiología Vegetal; Departamento de Biología Vegetal; Escuela Politécnica Superior de Gandía; Universidad Politécnica de Valencia. Editorial U.P.V.

Samora C.I. (1997): El Tabaco. www.tabaco-monografia.com.

Valdés, J. Y Romeu, E. (1979): Cultivo del Tabaco. Ministerio de Educación. Ciudad de la Habana. pp 25-36.

Vázquez B. E.; Torres G. S. (1984): Fisiología Vegetal. Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana. pp 265-308.

Vázquez, R. y O. Solano. 1999: "Sistema de seguimiento agrometeorológico decadal de la sequía agrícola". Disco Compacto de las Memorias de la Convención Trópico 99, en el Congreso de Meteorología Tropical. Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba. Ref. MT' 009, 5p.

Wilsie, P. C. (1979): Cultivos: Aclimatización y Distribución. Instituto del Libro. pp 145-215.

Yaves R. A. (2000): "Los fenómenos meteorológicos extremos en relación con la Agricultura - Introducción general". Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales III y IV sobre Fenómenos Adversos. Caracas, Venezuela. OMM Ginebra, Suiza. pp 1-7.