

CONDICIONES AGROMETEOROLÓGICAS DEL MUNICIPIO ESPECIAL ISLA DE LA JUVENTUD Y SU RELACION CON LA DINÁMICA POBLACIONAL DEL GUSANO BARRENADOR.

Héctor Malagón Núñez¹; Eduardo Pérez Valdés¹; Luis Méndez Mellor²; Mario Valdés Rodríguez²; Julio C. Marín¹; Janet Cazañas Valdepera¹; Agustín Menéndez¹

1- Instituto de Meteorología. Dpto. de Agrometeorología.
Loma de Casablanca s/n Apartado 17032. C.P. 11700
Habana 17, Ciudad de la Habana. Cuba.

Teléfono: (537) 867-0714 / (537) 867-0721 al 24 Ext. 260

Email: (hector250775@yahoo.es) o (hector_malagon@hotmail.com)

2- Centro Nacional de Parasitología.

Resumen.

El trabajo se realizó en las áreas ganaderas del municipio especial Isla de la Juventud, a partir de la detección del gusano barrenador (*Cochliomyia hominivorax*) en la masa ganadera de dicha región. El trabajo tuvo como objetivo determinar las condiciones agrometeorológicas que más influyen en la aparición de la miasis causada por *Cochliomyia hominivorax* y en la dinámica poblacional de moscas adultas de este insecto en la Isla de la Juventud, así como caracterizar climáticamente algunas de las variables meteorológicas en dicha zona. Para este fin se utilizaron datos meteorológicos de las estaciones meteorológicas La Fe, Cuba-Francia, Punta del Este y Nueva Gerona, representativas del área bajo estudio, y datos biológicos reportados por las estaciones de control epizootiológico pertenecientes al Centro Nacional de Parasitología y al CITMA. Además se utilizó los datos de acumulados de lluvia de los pluviómetros pertenecientes a la Red Básica Pluviométrica del Instituto Nacional de Recursos Hidráulico (INRH). Con la ayuda del paquete estadístico Statistic, se correlacionó y evaluó el comportamiento del régimen térmico, de humedad y de precipitaciones, entre otros, con el grado de infestación de los animales y del área, aportando una serie de resultados valiosos, los cuales nos permiten tomar decisiones en cuanto a la estrategia epizootiológica a seguir para disminuir y/o erradicar las afectaciones provocadas por dicha plaga.

Introducción.

La infestación de heridas de los animales y el hombre por larvas de dípteros da lugar a miasis cutáneas o traumáticas. En ellas pueden intervenir especies de moscas cuyas larvas se alimentan sólo de tejidos enfermos y muertos o, lo que es más grave, pueden ocasionarlas especies que son parásitos obligados que se alimentan de los tejidos vivos de los huéspedes. En este último grupo ocupa un lugar muy importante el gusano barrenador del ganado (*Cochliomyia hominivorax* coquerel) [1,2], que constituye la plaga de insectos más importante para el ganado en las Américas [3,4]. Este insecto, también conocido como Gusano Barrenador del Ganado del nuevo mundo (GBG) ha existido en el continente americano desde 1858, año en que fue descrito por Coquerel, y fue en un inicio endémico de este continente. Sin embargo desde 1988 se estableció

en otros continentes como es el caso de Asia, donde comenzaron a reportarse casos en Libia e Irak[5].

El GBG, al igual que la mayoría de todos los insectos, posee tres estadios o fases en su ciclo de vida. La primera de estas fases es la de larva y es la fase parasitaria del insecto. Durante este período las larvas se alimentan del tejido vivo presente en la zona de la herida del animal y provoca en el mismo grandes lesiones y en algunos casos, hasta la muerte. Dentro de 5 a 7 días la larva llega a su madurez y es el momento en el que sale de la herida para migrar hacia el suelo, lugar donde desarrolla su segunda fase de vida (pupa). En esta etapa muchas pupas no sobreviven la depredación y la desecación [6] y durante el transcurso de la misma, ocurre la transformación en mosca adulta. Este proceso dura aproximadamente 7 días con una temperatura óptima de 28°C o puede durar hasta 60 días a temperaturas de 10-15°C [7,8]. Por último, las pupas que sobreviven este estadio de desarrollo emergen en mosca adulta demorándose aproximadamente 2 horas para secarse, despliegan sus alas y comienzan la búsqueda de comida como agua y néctar. El desarrollo de las moscas es dependiente de la temperatura, humedad, fuente de comida, disponibilidad de hospederos y otros factores ecológicos [9]. Temperaturas del aire entre 25-30°C con humedad relativa de 30-70% son parámetros ideales para la supervivencia y actividad de la mosca adulta. Pasados, de 3 a 5 días, comienza el período de apareamiento en el cual un macho puede aparearse varias veces; mientras que la hembra lo hace una sola vez. Estos adultos buscan heridas superficiales en la piel de animales de sangre caliente producto de la atracción que tienen hacia los olores de los fluidos corporales y en ellas depositan sus huevos a los 3 o 4 días posteriores al apareamiento. Las larvas emergen de los huevos desde las 8 a 12 horas posteriores a la ovoposición y migran hacia el fondo de la herida para comenzar otra vez el ciclo. Dada la relación existente entre las poblaciones de moscas y los parámetros meteorológicos nuestro trabajo tiene como objetivos:

1. Realizar un análisis zonal del comportamiento y causas de la plaga o enfermedad, en el territorio del municipio especial isla de la juventud, durante los años 2001 y 2002.
2. Estudiar la influencia de algunas variables meteorológicas sobre el índice de captura de moscas adultas de *C. hominivorax* en condiciones de campo, como medida de la influencia de las variables meteorológicas sobre la población adulta del Gusano Barrenador del Ganado (GBG).
3. Caracterizar climáticamente el comportamiento espacial y temporal de las variables que presenten diferencias significativas entre las estaciones meteorológicas del territorio del municipio especial Isla de la Juventud

Materiales y Métodos.

La información meteorológica fue obtenida de los datos reportados por las estaciones meteorológicas de La Fe, Punta del Este, Nueva Gerona y Cuba-Francia, las cuales son representativas de la zona en estudio y pertenecen a la Red Nacional de Estaciones del Instituto de Meteorología de Cuba. La información epizootiológica comprende los datos biológicos reportados por las estaciones de control epizootiológico pertenecientes al

Centro Nacional de Parasitología y al CITMA, ubicadas en el municipio especial Isla de la Juventud.

Para el cálculo de la evapotranspiración (cantidad de agua que pierde el suelo por evaporación y transpiración), se utilizó el método del balance hídrico climático [10], el cual se encuentra aplicado de forma operativa en el departamento de Agrometeorología del Instituto de Meteorología. Este método se basa en el cálculo de la evapotranspiración de referencia y del cultivo a partir de la ecuación de Penman – Monteith y de valores de temperatura, humedad, insolación, velocidad del viento y precipitaciones. Este valor de evapotranspiración calculada fue usado para el balance hídrico del suelo como índice de sequía agrícola [10].

Para correlacionar el comportamiento del régimen térmico, de humedad y de precipitaciones, entre otros, con la cantidad total de moscas adultas capturadas y con la cantidad de moscas/trampas/día del área de estudio, se utilizaron métodos de regresión y correlación estadísticas. La captura de moscas se llevó a cabo utilizando trampas permanentes para insectos, distribuidas de forma aleatoria en los campos de la Isla de la Juventud.

Resultados.

1 Grado de infestación de los animales en el período de estudio.

La figura 1 muestra el total de casos positivos, de animales infestados con la larva de gusano barrenador. A lo largo del período de estudio se puede ver claramente como los máximos valores de animales infestados han ocurrido en el período de febrero a julio del 2001, con totales entre 140 y 157 casos. A partir del mes de agosto del 2001 y hasta diciembre del año 2002 ha ocurrido una sensible disminución general de los casos reportados en la Isla de la Juventud. Para el año 2001 la cantidad máxima de casos reportados fue de 157 y se observó en los meses de febrero y junio; mientras que en el período correspondiente al año 2002 la cantidad máxima de casos reportados fue 94 y esto ocurrió en el mes de febrero, confirmándose la disminución general de los casos (Fig. 1).

No obstante, a la disminución general de los casos, se observa un incremento de los reportes en los meses entre febrero y Junio, de ambos años, donde se encuentran los picos máximo de infestación en el ganado. Mientras que en los meses de Agosto a Diciembre, se puede ver claramente que es el período en el que se obtienen los niveles mínimo de infestación en los animales. En el año 2001 la cantidad mínima de casos reportados para un mismo mes fue 27 y se observó en el mes de noviembre, mientras que en el 2002 fue cero en octubre.

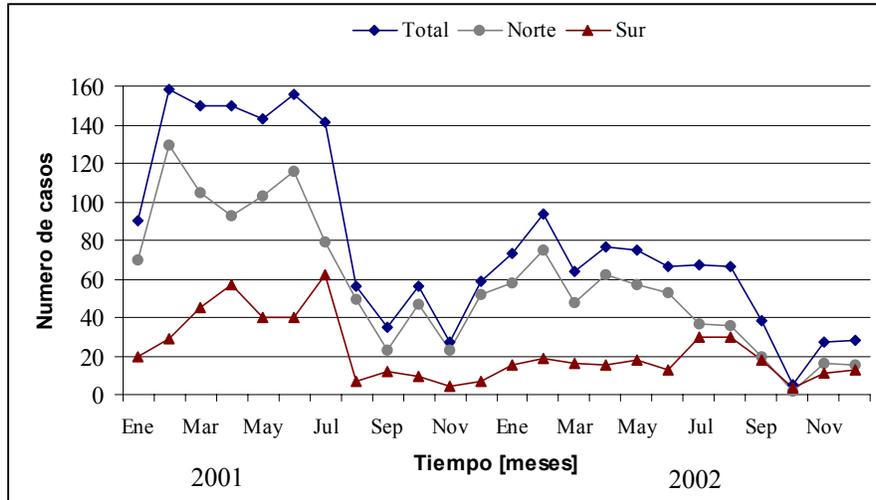


Fig. 1: Número total de casos positivos/ mes en la Isla de la Juventud durante el período febrero del 2001 hasta agosto del 2002.

2 Relación (moscas capturadas - variables meteorológicas).

En la figura 2 se observa la relación entre el comportamiento estacional o estado de la población de moscas adultas y las condiciones meteorológicas existentes en el medio ambiente de la isla. En ella se observa que la dinámica del índice de captura de moscas adultas tiene relación directa con la temperatura media del aire, el déficit de saturación del aire y la evapotranspiración de referencia; mientras que la relación es inversa con respecto a las precipitaciones, a la humedad relativa y al Coeficiente Hidrotérmico de G. Selianinov, para ambas estaciones. Al observar la figura 2 (E y F) vemos mas claramente que el índice de captura tiene una relación directa no solo con la presencia de periodos secos en cuanto a humedad del aire sino que de la misma forma tiene relación inversa con aumento de la intensidad de los periodos de sequía extrema del suelo y con los periodos donde aparecen excesos de humedad del suelo. Los mayores valores de sequía del aire coinciden con los meses de febrero a mayo, fechas en que se observan los mayores valores de captura. También en los meses de abril a mayo, se presentan los meses de mayor sequía del suelo y en ellos se ve como disminuye la captura de moscas adultas. Mientras que los meses donde el suelo mantiene mayor humedad son los meses de septiembre a enero y coinciden con los mínimos de captura de moscas.

De las variables estudiadas, las que tienen una mayor relación con la cantidad de moscas adultas son el déficit de saturación, la humedad relativa del aire y el coeficiente hidrotérmico, las cuales presentaron coeficientes de regresión de ($R^2= 0.585$, $R^2= 0.517$ y $R^2= 0.341$) respectivamente; mientras que en el resto de las variables, sus coeficientes de regresión oscilaron entre $R^2= 0.069$ y $R^2= 0.184$. También se observa, al comparar estadísticamente estas dos estaciones, que no existen diferencias significativas entre el comportamiento meteorológico de las variables para las zonas norte y sur donde se encuentran ubicadas las estaciones de La Fe y Punta del este respectivamente en la isla de la juventud. La variable de menor relación entre las dos zonas fue la precipitación con un coeficiente de 0.77 y una probabilidad menor a 0.05 .

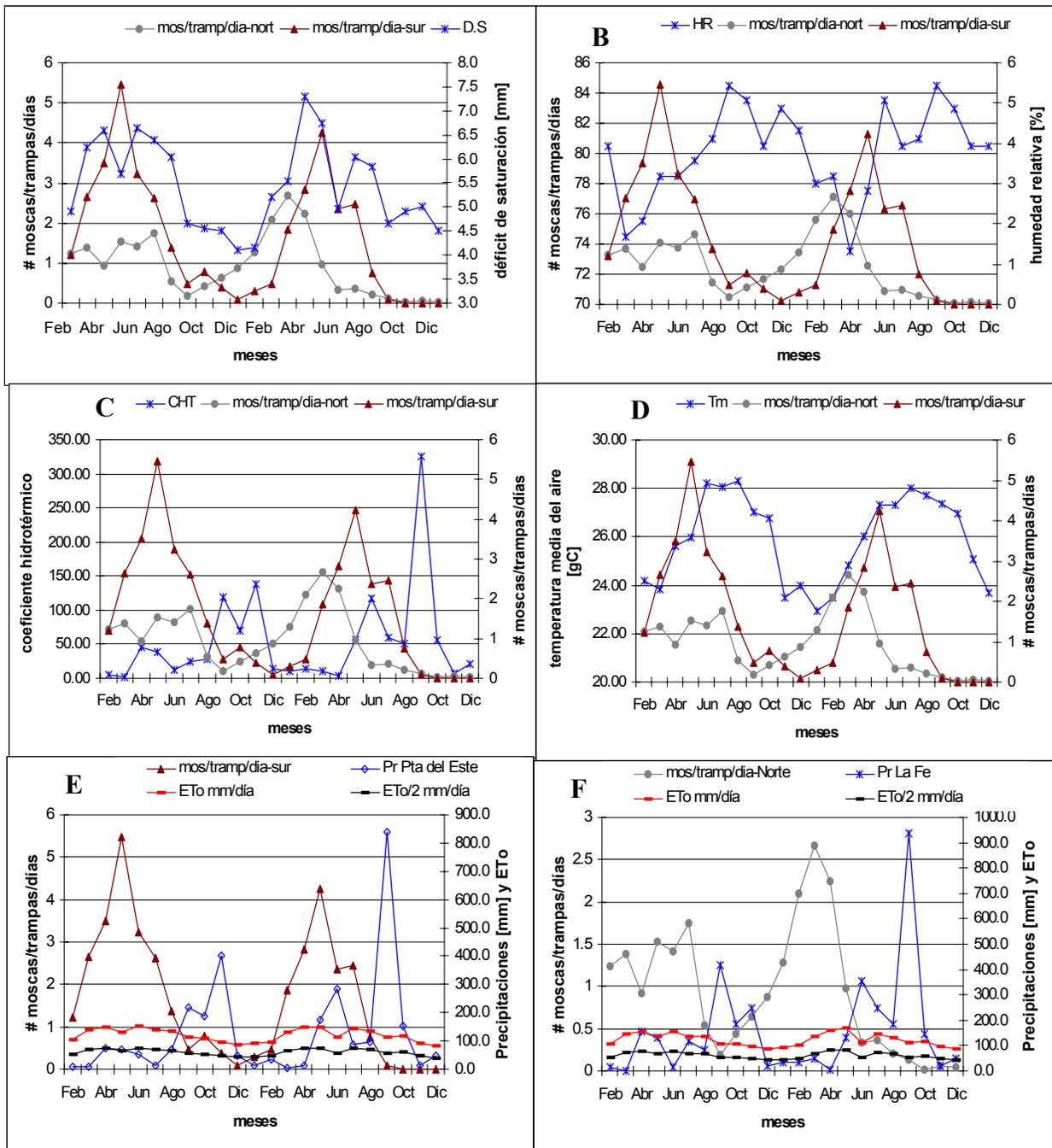


Fig. 2: Relación entre el número de moscas capturadas/trampas/días en el período de febrero del 2001 hasta diciembre del 2002 con (A: el déficit de saturación, B: la humedad relativa, C: el coeficiente hidrotérmico de G. Selianínov, D: la temperatura media del aire, E y F: la evapotranspiración de referencia [ETo] y las precipitaciones) para las estaciones meteorológicas de La Fe y Punta del Este.

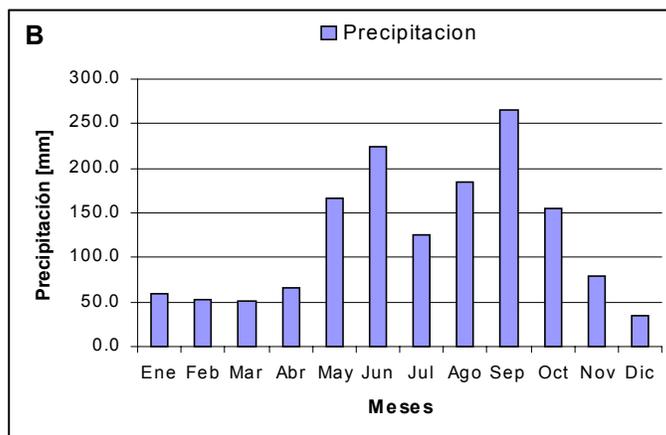
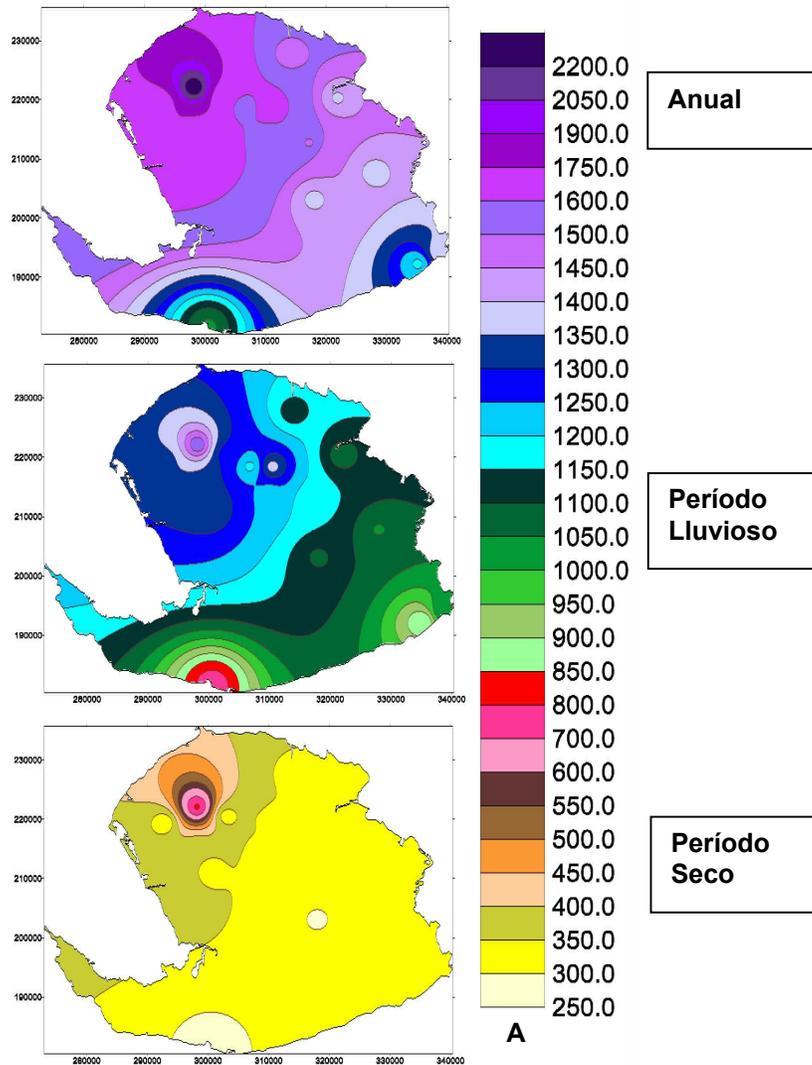


Fig. 3: Distribución media espacial y temporal de las precipitaciones durante los periodos secos, húmedos y anuales para el territorio del Municipio especial Isla de la Juventud. (A espacial y B temporal)

3 Caracterización climática del comportamiento espacial y temporal de las precipitaciones.

Las figuras 3 muestra la distribución espacio - temporal de las precipitaciones en el municipio especial Isla de la Juventud. En este caso, observamos que tanto en el periodo lluvioso de mayo a octubre, en el periodo seco de noviembre a abril y en el año en general, los mayores acumulados de precipitaciones se encuentran hacia el noroeste de la Isla de la Juventud y existe una gradual disminución hacia el sudeste del territorio (Fig. 5A). Mientras que en la figura 5B vemos como existen a lo largo del año dos periodos bien definidos. El período seco se extiende de noviembre a abril, mientras que el periodo lluvioso se extiende de mayo a octubre.

Discusión.

Analizando nuestra primera gráfica podemos explicar que la tendencia a la disminución de los casos se debe a que en enero del 2001 comenzó el programa, financiado por la FAO, para la erradicación del gusano barrenador del ganado en la Isla de la Juventud, y no a una situación desfavorable del ambiente en esa zona. En este programa no solamente se han tomado medidas de control sanitario en las instalaciones de cría de ganado como son la cura de todas las heridas sufridas por los animales; si no que también se realizaron liberaciones de insectos estériles a modo de prueba para ver sus efectos en la población de la mosca. Sin embargo a lo largo del año sí se observa un periodo donde baja la incidencia de la enfermedad en la masa ganadera y pensamos que se deba a la disminución del número de moscas adultas, de esta especie de insecto, producto de condiciones desfavorables del medio ambiente.

Al analizar la influencia de algunas variables meteorológicas sobre el índice de captura de *C. hominivorax*, podemos explicar que la temperatura media del aire tiene una relación directa con el aumento del número de moscas adultas en la población, expresada a través de la relación establecida con el índice de captura, ya que al aumentar la temperatura media del aire, es de esperar que aumente la temperatura del suelo y se favorezcan los procesos metabólicos de las fases de pupa y mosca adulta que son las mas dependientes del medio ambiente. Esto trae como consecuencia que el periodo para el paso de un estadio a otro, se acorte y encontremos mayor cantidad de moscas adultas en el medio producto de una mayor cantidad de generaciones de moscas. La fase de larva o de gusano del ciclo de vida, está limitada a la vida dentro de organismos termorreguladores y no está muy influenciada por las condiciones del medio ambiente. Los meses de Marzo, Abril y Mayo, para ambos años, parecen coincidir con el rango de temperaturas optimas para las moscas adultas en su actividad reproductiva ya que es durante estos meses donde se observa un ascenso en el número de individuos en la población.

En los casos de la humedad relativa y de déficit de saturación, vemos que tienen relaciones inversa y directa respectivamente. Esto se debe a que al existir una humedad relativa alta o máxima en el aire, o lo que es lo mismo, que el aire esté casi saturado o con un déficit de saturación mínimo, los insectos pueden tener afectaciones en su fisiología para el vuelo provocando la disminución en su capacidad de encontrar

pareja para la reproducción y para llevara acabo la infestación de nuevos animales; mientras que por el contrario, al bajar la humedad logran una mayor movilidad en el terreno y mayor probabilidad de encontrar pareja para llevar a cabo la reproducción y el ataque a animales ya infestados y a otros que todavía no lo estén todavía.

Por otro lado, haciendo un análisis más cuidadoso del efecto que tiene la sequía sobre las poblaciones del Gusano Barrenador del Ganado, vemos que hay una relación inversa entre el coeficiente hidrotérmico (CHT) y el índice de captura y una relación directa con la evapotranspiración. Esto indicaría a primera vista que en los meses donde se presente una mayor sequía, se debe esperar una disminución de la población de GBG. Sin embargo esto no es tan sencillo puesto que un período de intensa sequía del suelo perjudicaría al estadio de pupa y entraría en contradicción aparente con el resultado de este trabajo. Lo que sucede es que el estado de pupa se ve afectado por una sequía muy marcada mientras que periodos de sequías ligeras del suelo, no afectan grandemente a las pupas que en él se entierran. Por ejemplo, durante los meses donde las precipitaciones son mayores que la $ET_o/2$ o muy cercanas a esta y menores que la ET_o , se presenta el fenómeno de sequía ligera, que incluso puede no tener efecto negativo en el numero de individuos de la población de GBG (Fig. 4E meses Abril y Mayo 2001) y (fig. 4F Abril, Mayo, Junio y Julio 2001). Incluso, cuando la precipitación de un mes es menor que la $ET_o/2$, si el mes anterior el suelo tuvo un balance de agua positivo, en donde le queda humedad disponible, puede darse el caso que la sequía del mes posterior no ejerza efectos desbastadores sobre las pupas (Fig. 4F Junio 2001). De igual forma, sequía del suelo muy severas o excesos hídricos en el suelo pueden provocar la muerte de las pupas ya sea por deshidratación o por falta de oxígeno respectivamente. Si observamos la Fig. 4E (meses Junio, Julio y Agosto 2001) vemos que a medida que se acrecienta el fenómeno de la sequía del suelo, van disminuyendo el índice del número de moscas en la población. En el caso de los excesos hídricos, los cuales se presentan cuando las precipitaciones sobrepasan la ET_o , vemos igualmente que en los meses donde estos se presentan, ocurre una disminución de la población de GBG (Fig. 4E Septiembre, Octubre y Noviembre 2001 y Julio, Septiembre y Octubre 2002) y (Fig. 4F Septiembre, Octubre y Noviembre 2001 y Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre 2002).

De las variables estudiadas, las de mayor relación con el numero de moscas capturadas son el déficit de saturación, la humedad relativa y el coeficiente hidrotérmico, las cuales podrían ser utilizadas en la construcción de una ecuación modelo que nos permita predecir como se comportará la cantidad de individuos en una población adulta de GBG, en función del pronostico de estas variables a lo largo del año. Era de esperar que en estas variables se observaran mayores relaciones ya que en ellas están implícitos los efectos combinados de la temperatura y las precipitaciones. En el caso de la precipitación que fue la variable de menor relación, también era de esperar que fuera así, por ser las precipitaciones un fenómeno muy local y no muy estable. Debido esto se hizo la caracterización de la distribución de las lluvias para la zona de estudio.

Como se puede observar en los mapas, la parte sur de la Isla de la Juventud es menos lluviosa que la norte. Y dentro de esta parte norte, el centro de la masa terrestre del

Noroeste presenta los máximos acumulados para todas las estaciones del año. Aquí, al igual que en el interior de la Isla de Cuba, el calentamiento diurno favorece la formación de tormentas locales intensas sobre todo en las primeras horas de la tarde [11]. Junto a este calentamiento provocado por la escasa vegetación y por los suelos arenosos, que se encuentran incluso al descubierto en las canteras ubicadas en esta zona, también encontramos otros factores que ejercen un efecto combinado favoreciendo el aumento de las precipitaciones en la zona central y del noroeste de la Isla de la Juventud. Entre estos factores tenemos la zona marítima de fondo bajo que se encuentra al noreste de la isla y la zona terrestre central de la isla, en la cual se encuentran ubicadas la mayoría de los embalses de agua dulce del territorio. En ambos casos se favorece el aporte de humedad al aire que al desplazarse hacia el oeste por los vientos del este, se encuentran en primer lugar con las elevaciones más altas de territorio y en segundo lugar con un proceso convectivo grande producto del calentamiento antes mencionado. En el caso de la Zona sur los acumulados son menores puesto que aquí los suelos son más bien cenagosos, cubiertos con una vegetación más tupida y por tanto donde hay un menor calentamiento y esto provoca que la poca formación de nubes que pueda haber, sea arrastrada hacia el oeste por los vientos alisios, fuera del territorio de la Isla de la Juventud, provocando esos más bajos acumulados de lluvias. Debido a esta distribución de la lluvia es de esperar que las zonas del noroeste de la Isla de la Juventud, sean las menos afectadas por la presencia de insectos de *C. hominivorax* ya que sus larvas estarían expuestas a exceso continuos de humedad del suelo y los adultos verían afectado sus horarios de vuelo por las lluvias muy frecuentes en esta zona.

Conclusiones.

- En la Isla de la Juventud ha ocurrido una disminución en los casos de GBG en el periodo desde febrero del 2001 hasta agosto del 2002.
- A lo largo de un año existen períodos estacionales favorables (febrero- mayo) para el incremento de las poblaciones de GBG y períodos desfavorables (agosto- enero).
- El número de moscas adultas tiene una relación directa con respecto a la temperatura (máxima, media y mínima), al déficit de saturación del aire y a la evapotranspiración; mientras que la relación es inversa con respecto a las precipitaciones, a la humedad relativa, y al coeficiente hidrotérmico de G. Selianínov.
- Las sequías agrícolas y meteorológicas parecen tener un efecto muy marcado sobre la supervivencia de las pupas en el mes final del período seco (abril).
- La sobre saturación e inundación del suelo producto de fuertes precipitaciones parece afectar las poblaciones de GBG, principalmente por su efecto en la muerte de las pupas.
- Una humedad relativa alta del aire parece afectar la fisiología del vuelo de las moscas adultas limitando su reproducción y, al mismo tiempo, disminuyendo la capacidad de infestar a un animal.

Recomendaciones.

- Realizar este estudio con una base de datos mayor, que incluya seguimiento de los casos de GBG durante varios años y en localidades distintas del país.
- Realizar una validación del simulador Swfsim [12] para nuestro país, incluyendo corridas con evaluaciones de la liberación de insectos estériles.

Bibliografía.

- 1- Kettle; D.S. (1981). **“Medical and Veterinary Entomology.”** New York: Wiley-Interscience 1^{er} Ed., pp. 241-261.
- 2- Coquerel; C. (1858). **“Note sur les larves appartenant a une espèce nouvelle de diptère (*Lucilia hominivorax*).”** Ann. Soc. Entomol. France, 27: 171-176.
- 3- Branckaert; R.D.S., A. Perlis, N. Roland, H. Gigli, M. Criscuolo, E.P. Cunningham, eds. (2002) **“La mosca del gusano barrenador como agente de miasis cutánea.”** Revista mundial de zootécnia (numero especial).
- 4- Zumpt; F. (1965). **“Myiasis in Man and Animals in the Old World.”** London: Butterworths 1^{er} Ed, pp. 267.
- 5- Gabaj; M.M., N.P. Wyatt, A.C. Pont, W.N. Beesley, M.A.Z. Awan, A.M. Gusby & K.M. Benhat (1989). **“The SW fly in Libya: a threat to the livestock industry of the Old World.”** *Veterinary Record*, 125: 347-349
- 6- Baumhover; AH. (1963). **“Susceptibility of screwworm larvae and prepupae to desiccation.”** J. Econ. Entomol., 56:645-649.
- 7- Hightower; B.G., G.E. Spates Jr., and J.J. Garcia (1971). **“Emergence rhythms of adult screwworm,”** J. Econ. Entomol., 64:1474-1477.
- 8- Parman; D.C. (1945). **“Effect of weather on *Cochliomyia americana* and a review of methods and economic applications of the study.”** J. Econ. Ent., 53:1110-1116.
- 9- Parman; D.C. (1945). **“Effect of weather on *Cochliomyia americana* and a review of methods and economic applications of the study.”** J. Econ. Ent., 53:1110-1116.
- 10- Menéndez J. A., O. Solano y R. Vázquez. (1999). **“Estimación de la Evapotranspiración de Referencia por el Método de Penman – Monteith.”** 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 001, 5 p.

- 11-Alfonso; Arnaldo (1980). **"Descripción preliminar de las condiciones meteorológicas en la isla de la Juventud"**. Informe Científico- Técnico No. 134. Academia de Ciencia de Cuba.
- 12- Haile; D.G., E. Daniels, M. Taner y J. Welch (1996). **"A weather based model for simulation of New World Screwworm population dynamics and control."** U.S. Department of Agriculture (USDA) home page <http://www.aphis.usda.gov>