

Influencia de los factores climáticos sobre el desarrollo y establecimiento de la langosta *Rhammatocerus schistocercoides* (Orthoptera: Acrididae) en la orinoquía Colombiana

Influence of the climatic factors on the development and establishment of the locust *Rhammatocerus schistocercoides* (Orthoptera: Acrididae) in the Colombian orinoquia

Fernando A. Montealegre¹
Francisco Boshell²
Guillermo A. León³

Resumen

En el primer semestre de 1994 se registró en la orinoquía Colombiana una inusitada aparición de gran cantidad de langostas, lo cual ocasionó estragos en los pastos nativos y en algunos cultivos de la región. Sobre el origen se supuso que los insectos provenían del Brasil donde se había reportado la plaga, que fue identificada en 1995 por el Instituto Internacional de Control Biológico (I.I.B.C.) de Inglaterra como *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn 1906) (Acrididae: Gomphocerinae). Con base en la comparación climática de dos localidades representativas del problema en Colombia y Brasil, la evaluación de los vientos de la troposfera inferior hasta un nivel de 500 Mb y la paleoclimatología, se postula que la plaga no se desplazó desde Brasil, puesto que es una especie autóctona de la orinoquía Colombiana, la cual se desplazó desde el noreste, hacía el suroeste de Colombia con los vientos dominantes con origen noreste teniendo una velocidad media del orden de los 3 m/s. Así mismo se caracterizó climáticamente cada etapa de desarrollo del insecto, el cual presenta una generación por año en las condiciones de la altillanura Colombiana. Se pudo determinar que la altillanura es apta desde el punto de vista climático para el periodo de apa-

reamiento y postura de huevos, al presentar una temporada de relativa sequía. Sin embargo, en los tres primeros estados ninfales el insecto recibe más del 64% de las precipitaciones del año, lo cual se convierte en un eficiente control abiótico, que dificulta el establecimiento del insecto en la región. A finales de 1996 la densidad poblacional disminuyó considerablemente, debido especialmente a que las precipitaciones en abril del mismo año superaron su promedio histórico y coincidieron con los primeros instares ninfales. Se espera que las poblaciones del insecto disminuirán al avanzar con los vientos del noreste hacía el piedemonte de la cordillera oriental, en donde las precipitaciones anuales son mayores a 4000 mm por año, condición climática adversa para el establecimiento permanente de la plaga en la región.

Palabras claves: *Rhammatocerus schistocercoides*, Langosta brasilera, Altillanura, Factores climatológicos

Summary

During the first term of 1994 the Colombian orinoquia suffered an unexpected locust invasion which devouring a lot of natural grasses and some crops from a large area of the region. The origin of this insect expansion was attributed to several causes like the Brazilian origin where the plague has been reported before. The International Institute of Biological Control of England identified the insect in 1995 as *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn 1906) (Acrididae: Gomphocerinae). Comparing climatological conditions of two representative location in Colombia and Brazil, and evaluating the wind in the inferior troposphere to a 500 Mb level it was determined that the insect did not come from

Brazil to Colombia. Also it was determined that the specie is native from Colombian orinoquia, and migrated from the north east to the east plains, with the prevailing winds which has an average wind velocity of 3 m/s. Each development stage of the insect was climatologically characterized for the climatic conditions of the Colombian east plains, in were the locust have one generation per year. The study indicated that the Colombian east plains show good conditions for the locust copulation and laying eggs. However, it does not have the best climatic conditions for the establishment of locust *R. schistocercoides* in the region, due to the rain season effects over the first three nymph periods of the insect limiting its normal development. At the end of 1996, the population of the pest was very low, because of the high precipitation rained during first ninfal stage on April. It is possible to postulate that the future populations of insect will be seriously diminished in the east plains, specially near to the mountains where climatic conditions are adverse to the pest due to the precipitation are higher than 4000 mm per year.

Key words: *Rhammatocerus schistocercoides*, Brazilian locust, Climatic factors.

Introducción

En el primer semestre de 1994 se registró en la orinoquía Colombiana una gran población de langostas, que ocasionó estragos en la vegetación natural y en algunos cultivos de la región. (El Tiempo 1995). En 1995, el insecto fue identificado como *Rhammatocerus schistocercoides* (Rehn 1906) (Orthoptera, Acrididae, Gomphocerinae), por taxónomos del International Institute of Biological Control de Inglaterra (I.I.B.C.) (León 1996). La misma especie también fue registrada en la región de los Cerrados en el Mato Grosso Brasileño (Cosenza *et al.* 1990). La infestación de la plaga disminuyó notablemente a partir del segundo semestre de 1995, lo cual coincide con lo señalado por Murillo en 1956, quien señala ataques durante dos años para la década de los años 50.

Son muchas las hipótesis alrededor del origen de la plaga. Tanto en Colombia como en Brasil algunos investigadores se inclinan a pensar que ésta es la consecuencia de la alteración del medio ambiente. Otros se basan en disturbios meteorológicos como la alternancia de años muy húmedos con secos (Cosenza *et al.* 1990). En el caso de Colombia se especula que la plaga se originó en el Brasil y se transportó con los vientos, atravesando la selva Amazónica. Habitantes de la región aseveran que fueron lanzados por aviones Norteamericanos para controlar los cultivos de coca.

Para la FAO (1964), el clima de los llanos orientales es un clima tropical con épocas bien definidas de lluvia y de sequía, que según la

1 Ing. Geógrafo. M.Sc. Suelos y Aguas. Esp. Meteorología. Profesor Asistente Universidad Nacional de Colombia. A.A. 237 Palmira, Valle.

2 I. A. M.Sc. Agrometeorología. Profesor Asistente Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.

3 I. A. Esp. Entomología. CORPOICA. Centro de Investigación La Libertad. A.A. 3129 Villavicencio, Meta.

clasificación Koeppen-Geiger pertenece al clima Aw, de sabana tropical húmedo y seco. La mayor parte del área del hábitat de *R. Schistocercoides* en el Mato Grosso Brasileiro está situada en una región de clima tropical caliente semi húmedo. Durante todo el año, la influencia del anticiclón subtropical del Atlántico sur se hace sentir sobre la dirección y velocidad de los vientos (Nimer 1989).

Cochrane y colaboradores (1985) evaluaron climáticamente las zonas en donde se ha registrado la plaga con base en tres diferentes clasificaciones a saber: Koeppen, Holdridge y Thornthwaite. Según los autores, tanto la orinoquía Colombiana, como el Cerrado Brasileiro se consideran similares desde el punto de vista climático. Esto puede ser correcto en términos generales, mas no necesariamente en términos locales. Al aplicarse la clasificación de Koeppen, ambas regiones se clasifican como tropicales al no tener meses cuyas temperaturas medias estén por debajo de los 18°C, y poseer un régimen de precipitación caracterizado por una temporada de lluvias seguida de una con escasas precipitaciones.

Según la FAO (1964), Gossen (1971) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (1974) los suelos de la altillanura Colombiana, en donde se ha reportado la plaga (León 1996; Jiménez y Jiménez 1996), son el resultado de la interacción del clima sobre los sedimentos transportados desde la cordillera oriental por una deglaciación que ocurrió hace por lo menos 10.000 años (pleistoceno). Del análisis de las geoformas (medanos), se desprende que los vientos dominantes en la orinoquía provienen del cuadrante noreste, lo cual se corrobora con la dirección observada de las quemas de la vegetación natural (FAO 1964).

La geomorfología del cerrado Brasileiro es muy similar a la orinoquía colombiana, desde el punto de vista del relieve, pues ambos ecosistemas tienen pendientes dominantes menores del 10%, siendo la geología del cerrado, dominada por rocas del precámbrico, lo cual se denomina escudo Brasileiro (Cochrane *et al.* 1985). La vegetación natural en el área de estudio está compuesta principalmente por pastos y matorrales, tanto en la orinoquía Colombiana como en el cerrado Brasileiro, ésta se ha logrado establecer de acuerdo con las condiciones abióticas de clima y suelo similares y reinantes en estas regiones (Cochrane *et al.* 1985).

Análisis geoclimático

La langosta *R. schistocercoides* tiene en las condiciones de la altillanura Colombiana una generación por año y presenta tres estados de desarrollo: huevo, ninfa y adulto. El tiempo de vida de los adultos es de aproximadamente seis meses desde mediados de

septiembre hasta mediados de marzo cuando mueren (León 1996).

El apareamiento de los adultos y la oviposición se realiza entre febrero y marzo. Las hembras colocan grupos de aproximadamente 30 huevos a profundidades hasta de 5 cm en suelos sueltos o arenosos, ligeramente húmedos. Dos o tres semanas después de colocados los huevos a principios de abril, emergen las ninfas. El estado de ninfa dura aproximadamente 5 meses entre abril y agosto. Entre la segunda quincena de agosto y primera de septiembre, las ninfas se convierten en adultos voladores. Los individuos se agrupan en focos y migran de un sitio a otro en busca de alimento (León 1996).

Según Cosenza y colaboradores (1990), en Brasil los insectos se reúnen en nubes para migrar en el mes de agosto. Esas nubes son de tipo estratiforme y muy alargadas, llegando a 30 kilómetros de largo por 2,5 kilómetros de ancho. Alcanzan una altura de 30 metros sobre la superficie. Sin embargo, para Lecoq y Pierozzi (1996) la altura de vuelo no excede los 10 metros.

Según Lecoq y Pierozzi (1996) la distancia cubierta por el enjambre en un día es de cientos de metros en condiciones térmicas favorables. El recorrido diario máximo observado ha sido de 2,5 km. A diferencia de la altillanura Colombiana, la población de insectos en Brasil es de carácter endémico, toda vez que de acuerdo a la dirección de los vientos de la superficie, tienen un 50% de probabilidad de venir del cuadrante norte, y el 50% restante del cuadrante sur. Esto implica que el insecto se desplaza de su biotopo de reproducción en el norte, que cuenta con condiciones óptimas, suelos sueltos, arenosos y lluvias anuales por debajo de los 1500 mm, hacía el sur en busca de alimento (Biótopo de nomadismo). Cuando la dirección de los vientos cambia, regresan a las condiciones favorables para su reproducción (De Miranda *et al.* 1996; Lecoq y Pierozzi 1996).

Con el presente trabajo se busca establecer la influencia de las características climáticas sobre la dinámica poblacional y desplazamiento del insecto, como base para futuras investigaciones. En este orden de ideas, se planeó y ejecutó la investigación para cumplir con los siguientes objetivos:

- Definir en Colombia y Brasil las condiciones climatológicas de las zonas de alta incidencia de la plaga y determinar si los factores ambientales son similares.
- Aportar nuevos elementos para el conocimiento del impacto climatológico sobre las diversas etapas del ciclo de vida de la plaga.
- Analizar la climatología de la troposfera inferior en la región representativa del pro-

blema, para inferir su influencia sobre el desplazamiento de la plaga.

Materiales y Métodos

Como estación meteorológica, representativa del problema en Colombia, se escogió la estación de Carimagua localizada a los 4°36' latitud norte y a los 71°18' de longitud oeste con una altura sobre el nivel del mar de 167 metros. La serie climatológica analizada va desde 1974 hasta 1995. Por otra parte, para el análisis climatológico del cerrado Brasileiro, donde se ha establecido el insecto, se escogió la estación Diamantino ubicada en el Mato Grosso a 14° 24' de latitud sur y 56° 27' de longitud oeste y a 216 metros de elevación. Toda la información meteorológica fue suministrada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) de la localidad de Palmira, Colombia.

A las dos estaciones mencionadas se les hizo un análisis temporal de las variables meteorológicas disponibles mensual y multianualmente. Se evaluó el Balance Hídrico utilizando metodología de la FAO (1993), con base en la precipitación del 20, 50 y 80% de probabilidad, asumiendo que dicha precipitación a nivel decadal se ajusta a una distribución normal. Con base en la revisión bibliográfica la capacidad de almacenamiento de agua en la zona radicular es de 80 mm, marcando el déficit de agua para los pastos en un 50% de la capacidad de almacenamiento. La evapotranspiración de referencia utilizada fue la de Penman (FAO 1993). Se realizó una correlación integrada de los datos climatológicos con cada estado de desarrollo del insecto. La información se analizó a nivel decadal, asumiéndose que el ciclo del insecto es de un año y que la duración de los estados de desarrollo es constante (León 1996).

Para el análisis de la troposfera inferior, realizado con el fin de evaluar un posible desplazamiento aéreo de la plaga desde el Brasil hasta los llanos orientales, se utilizó la información contenida en el Atlas Climático de la atmósfera superior para Suramérica (Mac Gregor 1986).

Resultados y Discusión

Los datos meteorológicos de las estaciones Carimagua y Diamantino se consignan en la tabla 1 y se analizan posteriormente para cada variable como temperatura del aire y precipitación a nivel temporal.

Temperatura del aire

La temperatura media del aire en Carimagua tiene una amplitud anual de 2,1°C, mientras que en Diamantino es de 3,7°C (Fig. 1). Esto indica que el insecto tiene influencia de un régimen de temperatura del aire más estable en la localidad de Carimagua para los pará-

Tabla 1. Datos meteorológicos. Estaciones Diamantino y Carimagua. Promedios mensuales

max Di	TmaxCa	T°min Di	T°min Ca	T°med Di	T°med Ca	P(diaman)	P(carima)	Hr med Di	Hr med Ca	Bs Di	Bs Ca	Evap Di	Evap Ca
32.3	32.2	20.4	21.5	24.0	26.7	268	19	80	73	4.8	8.5	64.3	220.4
31.6	33.4	21.2	22.1	27.0	26.8	236	33	83	71	5.0	8.7	59.7	219.4
31.4	33.4	20.4	22.7	24.3	27.4	203	93	80	69	5.2	8.4	64.7	219.4
36.6	31.7	20.4	22.7	27.7	27.7	138	210	80	68	6.3	7.6	73.4	144.4
31.5	30.2	19.1	22.3	24.4	28.2	56	315	78	65	7.0	7.9	89.9	119.7
32.1	28.9	15.1	21.9	25.4	27.9	10	384	70	70	7.4	6.7	120.7	104.2
32.8	29.0	16.4	21.5	24.5	28.1	7	285	68	69	8.4	6.6	146.7	108.6
34.9	29.9	19.1	21.7	24.7	28.1	27	257	61	70	7.0	6.1	180.5	116.9
32.5	30.6	19.5	21.8	25.3	27.8	72	271	65	72	8.9	5.5	140.1	125.6
32.2	30.9	20.8	22.3	24.5	27.0	151	222	69	77	6.1	4.6	111.8	132.3
32.9	31.1	21.8	22.6	25.0	26.8	205	131	74	78	5.1	5.0	91.2	140.2
32.9	31.1	19.9	22.0	25.5	26.0	248	50	72	77	4.4	4.0	70.8	175.1

Nota: Di: Diamantino
 Ca: Carimagua
 P: Precipitación en mm
 T° max, min, med: Temperaturas máxima, mínima y media, en grados centígrados
 Hr med: Humedad relativa media en porcentaje
 Bs: Brillo solar en horas Evap: Evaporación en mm

metros máxima promedio, mínima promedio y promedio, en tanto que en Diamantino la temperatura fluctúa con aumentos a principios del año y descensos considerables a mediados del año.

Los promedios de temperatura indican así mismo que Carimagua presenta registros más elevados durante todo el año en comparación con Diamantino, localidad en la cual se encuentra establecida la plaga.

Análisis de la precipitación en las dos localidades

En la figura 2 se observa el régimen interanual de la precipitación para las dos estaciones. Se puede concluir que la distribución en ambos casos es monomodal, pero totalmente invertida. Esto se correlaciona con el ciclo de vida del insecto, el cual presenta la eclosión de sus posturas al inicio de la temporada lluviosa en ambas localidades. En cuanto a los promedios anuales, Carimagua alcanza valores promedio superiores en épocas lluviosas y Diamantino presenta valores menores, con una diferencia de 649 mm.

Al estandarizar los datos históricos anuales de 1974 a 1996, se puede observar que el comportamiento de la precipitación en Carimagua ha sido irregular (Fig. 3). Se resalta por un lado casi una década de precipitaciones por debajo del promedio, seguido de otra temporada con anomalías positivas interrumpidas en 1988 y 1992. Por otro lado se detecta que a partir de

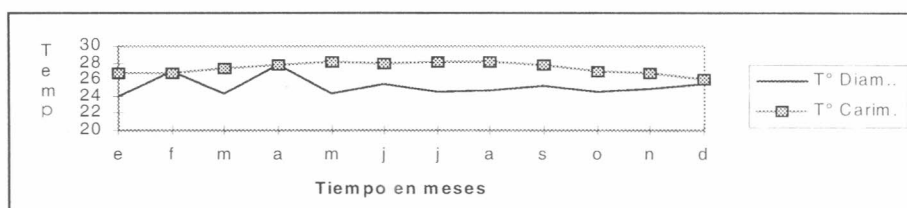


Figura 1. Régimen de la T° media del aire (Grados centígrados). Estaciones Diamantino y Carimagua.

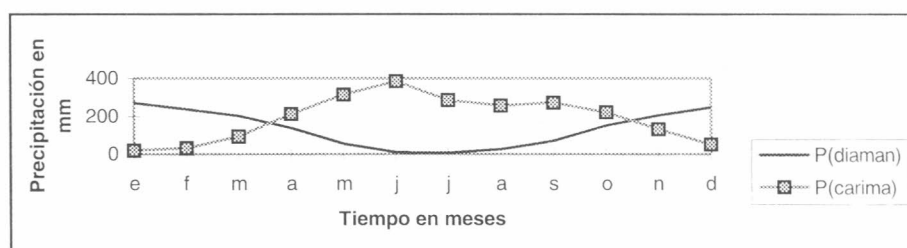


Figura 2. Régimen interanual de la precipitación. Estaciones Diamantino y Carimagua.

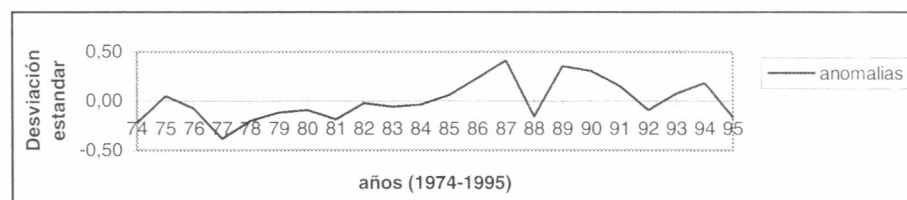


Figura 3. Distribución inter-anual de la precipitación. Valores estandarizados 1974 - 1995. Estación Carimagua.

1994 se viene presentando una disminución de la precipitación, lo cual coincide con el desplazamiento de la plaga hacia estas regiones.

Al comparar los datos pluviométricos de los primeros cinco meses de 1996 con el promedio histórico se observa un incremento de la precipitación cercano al 10%, pero si se analiza el mes de abril, cuando el insecto está en las primeras etapas ninfales el incremento es del 65%, con precipitaciones mayores a 350 mm/mes (Fig. 4), lo cual incide directamente en la disminución de poblaciones del insecto de acuerdo con las observaciones de ICA y CORPOICA (Jimenez, O. y León, G. Comunicación personal), quienes reportan mortalidad de ninfas de la plaga en primeros instares por efecto de las lluvias intensas ocurridas durante estos meses.

En la figura 5 se puede apreciar el balance hídrico decadal (por períodos de 10 días) de los pastos naturales de la región, para una probabilidad de lluvia del 50% (año normal). La evapotranspiración actual (Eta) decadal se sitúa alrededor de los 40 mm. Además se puede observar que existe déficit de humedad en las siete primeras décadas del año (enero, febrero e inicios de marzo), así como en la última década (finales de diciembre). Es precisamente durante estos períodos en que se lleva a cabo el apareamiento de los adultos y la oviposición. Cuando el balance comienza a presentar condiciones propicias para la vegetación natural, se desarrolla el estado de ninfa y el insecto se puede alimentar de los pastos tiernos que reciben la oferta hídrica propia de la época.

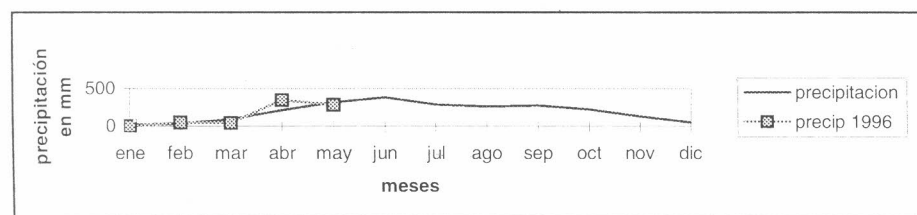


Figura 4. Precipitación 1996 y comparación con los promedios de 1974 a 1995. Estación Carimagua.

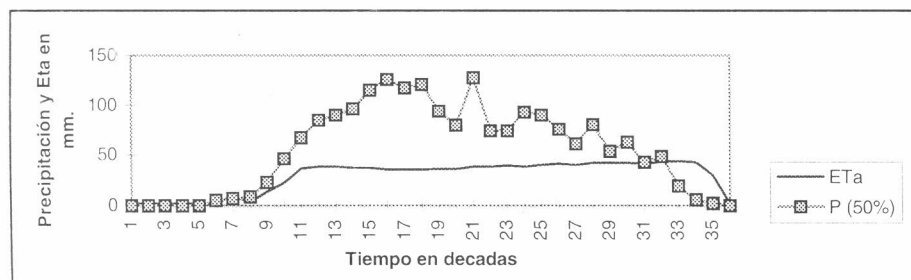


Figura 5. Balance hídrico estación Carimagua con precipitación al 50% de probabilidad.

Considerando las analogías climatológicas determinadas entre Carimagua y Diamantino y las similitudes en otras variables del entorno dependientes del clima (geomorfología, suelos y vegetación), se concluye que el insecto puede habitar la orinoquía Colombiana especialmente la región Nororiental y presenta migraciones como la ocurrida en el año 1994, hacia el suroeste de la Altillanura Colombiana y el piedemonte llanero, favorecido por la dirección de los vientos. Las condiciones climáticas de la altillanura no son óptimas para el establecimiento permanente de la especie, lo cual confirma la hipótesis de Lecoq (1996). Dichas condiciones tampoco son limitantes para el desarrollo del insecto, durante las etapas de huevo, ninfa en estados avanzados y adulto, pero las altas precipitaciones afectan ninfas en primeros instares. Aún cuando algunas condiciones particulares son muy adecuadas para la reproducción como los suelos arenosos en la altillanura, los niveles poblacionales de la plaga, registrados en 1996, disminuyeron de acuerdo con los demás factores climatológicos y continuarán descendiendo si no existen nuevas migraciones que los incrementen.

Estados de desarrollo del insecto y las condiciones climáticas

Las condiciones climáticas como la temperatura promedio, precipitación, humedad del suelo, humedad relativa, brillo solar y velocidad del viento para la localidad de Carimagua se resumen en la tabla 2, y son correlacionados con cada uno de los estados de desarrollo del insecto.

Se observa que la temperatura promedio para el estado adulto en cópula y oviposición, así como para las posturas, se encuentra entre 27 y 28°C, un poco más elevada que para los otros estados. Los estados ninfales y adultos juveniles se desarrollan entre 25 y 26°C, temperatura considerada más apropiada para el insecto.

De acuerdo con los registros pluviométricos de la estación Carimagua, las condiciones de la altillanura no son óptimas a la langosta en estados ninfales por la alta pluviosidad, puesto que la precipitación en dicho período suma más de 1451 mm, cantidad que representa el 64% de la precipitación promedio total, lo cual se refleja también en un exceso de la humedad del suelo. Estos factores se consideran adversos para el desarrollo de las ninfas en primeros estados, de acuerdo al informe de Lecoq (1996). Si consideramos que en 1996 las lluvias caídas durante el período de desarrollo ninfal fueron superiores a lo normal, especialmente durante los tres primeros instares, se concluye que tales precipitaciones ejercieron un considerable control abiótico a las poblaciones de *R. schistocercoides*, lo cual contribuyó a la disminución poblacional ocurrida durante dicho año.

La humedad relativa promedio durante el estado de adulto en etapa reproductiva y el estado ninfal fluctúa entre 68.4% y 82.71% respectivamente, lo cual no se considera limitante para el desarrollo normal del *R. schistocercoides*. En las épocas en que se presenta menor humedad, lo cual es desfavorable para el desarrollo de la especie, la langosta está completando su ciclo y pasa a la etapa de cópula, oviposición y muerte. Así mismo se observa que la humedad del suelo durante la etapa de oviposición es muy baja, en promedio 9.68 mm, condición necesaria para que el insecto cumpla con esta función.

La velocidad del viento durante la etapa de adulto juvenil, entre septiembre y enero, es mucho mayor que durante las demás épocas del año y alcanza hasta 140.7 km por día, lo cual favorece la migración y dispersión de los focos de la plaga. Durante la etapa de cópula y oviposición, es decir entre febrero a marzo, la velocidad del viento disminuye, influyendo así en la estacionalidad de los focos en un mismo sitio para que los insectos puedan cumplir con sus funciones reproductivas.

Características climáticas de la troposfera inferior

En la tabla 3 se encuentra la información interpolada en el Atlas Climático de la atmósfera superior para Suramérica (Mac Gregor 1986), durante el periodo comprendido entre 1968-1977. El viento al igual que en la superficie proviene del cuadrante Noroeste y a mediados del año se registran las mayores velocidades con un promedio de 5.0

Tabla 2. Condiciones Climáticas por estado de desarrollo de *R. schistocercoides* en la localidad de Carimagua (Meta)

ESTADO DE DESARROLLO	TIEMPO EN DECADAS Y MESES	CONDICIONES CLIMATICAS
ADULTO EN COPULA Y OVOPOSICION	4 ^a a la 8 ^a (Feb-Mar)	T° promedio : 28° C. Suma de T° promedios: 140° C Suma de precipitación : 81 mm Suma de Eto : 308 mm. Suma de Eta : 18.51 mm. Humedad del suelo : 9.68 mm. Humedad Rel promedio : 68.4 % Brillo Solar promedio : 69.3 horas Suma de Brillo Solar : 341 horas Vel del Viento (2m) : 66.5 Km/d T° promedio : 27.2° C
HUEVO	9 ^a a 11 ^a (Mar-Abr)	Suma de T° promedios : 81.6° C Suma de precipitación : 155 mm Suma de Eto : 139 mm Suma de Eta : 72.21 mm Humedad del suelo : 124 mm Brillo Solar promedio : 50.3 horas Suma de Brillo Solar : 151 horas Humedad Rel promedio : 75.6% Vel del Viento (2m) : 113 Km/d T° promedio : 25.07° C
NINFA	12 ^a a 25 ^a (Abr-sept)	Suma de T° promedios : 351.1 Suma de precipitación : 1451 mm Suma de Eto : 521 mm Suma de Eta : 520.6 mm Humedad del suelo : 1120 mm Humedad Rel promedio : 82.71% Brillo Solar promedio : 42 horas Suma de Brillo Solar : 588 horas Vel del Viento (2m) : 91 Km/d T° promedio : 26.29° C
ADULTO	26 ^a A LA 3 ^a (Sept-ene)	Suma de T° promedio : 368° C Suma de precipitación : 592 mm Suma de Eto : 704 mm Suma de Eta : 372.71 Humedad del Suelo : 634.14 mm Humedad Rel Promedio : 72.85% Brillo Solar Promedio : 61.5 horas Suma de Brillo Solar : 861 horas V el del viento (2m) : 140.7 Km/d

Nota: Eto= Evapotranspiración de referencia. Eta= Evapotranspiración actual.

m/s. Teniendo en cuenta que la plaga se desplaza a alturas relativamente bajas, el nivel de 850 Mb, que corresponde a una altitud aproximada de 1500 m, proporciona información valiosa con la cual se puede inferir que un desplazamiento del insecto desde Brasil es poco probable, puesto que se vería afectado por los vientos contrarios predominantes del noreste.

Los vientos en superficie tienen una dirección predominante del cuadrante Noreste, al igual que lo mostrado en los vientos hasta el

nivel de 850 mb, lo cual muestra que la plaga tiende a desplazarse hacia el piedemonte de la cordillera oriental, en donde según el informe de consultoría de Lecoq (1996), las condiciones climáticas le son más adversas e impiden la adaptación y el establecimiento de la plaga en la altillanura y piedemonte de la Orinoquia.

Conclusiones

- La especie *Rhammatocerus schistocercoides* no se desplazó desde Brasil a

Colombia durante la explosión poblacional ocurrida en Colombia durante 1994 - 1996, de acuerdo con la paleoclimatología, la caracterización climática de dos regiones representativas de los dos países y la evaluación de los vientos de la troposfera inferior hasta un nivel de 500 Mb.

- De acuerdo con la dirección de los vientos, la especie se pudo haber desplazado de la orinoquia Colombiana desde el noreste hacia el sureste de Colombia, favo-

Tabla 3. Características climatológicas tropósfera inferior. Estación de Gaviotas (Vichada). Promedios mensuales multianuales 1968-77

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	año
Vel viento 850 mb cz.	-2.7	-3.0	-3.0	-2.5	-3.8	-5.0	-4.5	-4.3	-3.0	-4.0	-3.0	-3.0	-4.0
Vel viento 850 Mb cm.	-1.2	-1.0	-1.3	-0.5	-0.5	-0.8	-0.5	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.5
Vel viento 700 mb cz.	-3.8	-2.8	-3.5	-2.8	-4.0	-5.5	-6.8	-5.5	-5.0	-4.0	-3.5	-5.0	-4.0
Vel viento 700 mb cm.	-1.0	-1.0	0.0	0.0	-0.8	-1.0	-1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
Vel viento 500 mb cz	-1.6	-1.4	-3.5	-3.8	-5.0	-6.5	-7.0	-7.0	-5.5	-3.0	-2.0	-2.0	-4.0
Vel viento 500 mb cm	-0.5	0.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	1.0	1.0	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0
T° en 850 mb	16	16	16	16.5	16.8	16	16	16	16	16	16	16	16
T° en 700 mb	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8
T° en 500 mb	-5.0	-5.5	-6.0	-5.5	-6.0	-6.0	-6.5	-6.5	-6.0	-6.5	-6.0	-5.5	-6.5
Pto rocío en 850 mb	12	12	12	13	14	13	12	12	13	13	13	13	13
Pto de rocío en 700 mb	3.0	5.0	4.0	4.0	4.0	5.0	3.0	4.0	3.0	4.0	5.0	4.0	3.0
Pto de rocío en 500 mb	-20	-20	-16	-14	-12	-13	-15	-15	-15	-15	-14	-18	-15

Nota: La T° y el punto de rocío están en °C. La velocidad del viento en m/s. Mb : milibares.
Cz: Componente Zonal, el signo negativo indica que viene del este.
Cm : Componente Meridional, El signo negativo indica que viene del norte.

recida por los vientos predominantes con dirección cuadrante noreste y velocidad media de 3 m/s.

- Las condiciones climáticas tales como temperatura, humedad relativa y precipitación de la altillanura Colombiana son aptas para los últimos instares ninfales y el estado adulto de la especie *R. schistocercoides*. Las condiciones edafológicas son aptas para la oviposición de la especie.
- Las condiciones climáticas tales como temperatura, humedad relativa y precipitación de la altillanura Colombiana son adversas para el normal desarrollo de los tres primeros instares ninfales. A finales de 1996 la población disminuyó considerablemente cuando se registraron precipitaciones muy superiores al promedio histórico durante los meses de abril y mayo, época durante la cual se desarrollan los primeros instares ninfales.
- De acuerdo con la anterior consideración se espera que las poblaciones del insecto serán menores y la especie *R. schistocercoides* no logrará un establecimiento definitivo en la altillanura Colombiana.

Bibliografía

- COSENZA, G.W.; CURTI, J.; PARO, H. 1990. Comportamento e controle do Gafanhoto *Rhammatocerus schistocercoides* (Renh, 1906) no mato grosso. Pesquisa agropecuaria 25 (2): 173-180.
- COCHRANE, T. T.; SANCHEZ, L. G.; DE ACEVEDO L.G.; PORRAS, J.A.; GARVER, C.I. 1985. La tierra en América Tropical Vol.1 y Vol.3. CIAT, EMBRAPA. Cali Colombia. 180 p.
- DE MIRANDA, E. E ; LECOQ M. ; PIEROZZI, L.; DURANTON, JF; BATISTELLA, M. 1996. O Gafanhoto do Mato Grosso. Balanco e perspectivas de 4 años de pesquisas 1992-1996. Relatório final de proyecto "Meio ambiente e Gafanhotos pragas no Brasil". EMBRAPA-NMA/ CIRAD-GERAD-PRIFAS. BRASIL 146 P.
- EL TIEMPO. 4 de noviembre de 1995. Sitios invadidos por langostas.
- FAO. 1964. Reconocimiento edafológico de los llanos orientales. Roma: FAO, 4t. 230 p.
- FAO. 1993. CROPWAT. Programa de ordenador para planificar riego. N°46. Roma. 133 p
- GOSSEN, D. 1971. Physiography And Soils of The llanos Orientales. Colombia. Amsterdam, Holland. 130 p.
- INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI SUBDIRECCION AGROLOGICA (BOGOTA). IGAC. 1974. Reconocimiento general de suelos del C.N.I.A. Carimagua. (Departamento del Meta).
- JIMENEZ, J.; JIMENEZ, O. 1996. El Grillo. ICA. Villavicencio. Boletín Técnico. 18 p.
- KOEPPEN, W. 1948. Climatología. (trad. Hendrich, p). México: Pánuco. 143 p.
- LECOQ, M . 1996. Misión de consultoría en Colombia sobre el problema de langosta atendiendo la petición del instituto Colombiano agropecuario - ICA.9 p.
- LECOQ, M.; PIEROZZI, L. 1996. Comportement de vol des essais de *Rhammatocerus schistocercoides* (REHN, 1906) au Mato Grosso. Bresil (Orthoptera : Acrididae. Gomphocerinae) En: Ann. Soc. Entomol. Fs (ns), 32 (3) : 265-283.
- LEON, M. G. 1996 . El Grillo de los Llanos Orientales. Corpoica. Boletín Técnico 16 p.
- MAC GREGOR, D. 1986. Pequeño atlas climático do ar superior para América do sul. San José dos campos. Brasil. 275 p.
- MURILLO, L. 1956 . La langosta llanera. En : Agricultura tropical. Octubre. 10 (10): 663-665.
- NIMER, E. 1989 . Climatología do Brasil. IBGE, Departamento de recursos naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro. 422 pp.