

UNA METODOLOGIA MUESTRAL SUGERIDA PARA LA ESTIMACION DE LA POBLACION DE LA CHINCHE DE LOS PASTOS EN LA SABANA DE BOGOTA

A suggested sampling method to estimate the population density of *Collaria scenica* Stal in Bogotá Savanna, Colombia, S.A.

Julio Ricardo Galindo¹, Nancy Barreto² y David Ospina³

RESUMEN

La chinche de los pastos (*Collaria scenica* Stal) es una plaga del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) que causa alrededor de un 25% de pérdidas en el ingreso de los ganaderos en la Sabana de Bogotá. La evaluación de las poblaciones del insecto y su dinámica es esencial para el desarrollo de investigación en métodos de manejo del problema. En este trabajo se seleccionaron dos lotes de kikuyo de aproximadamente 1 ha, para determinar una metodología eficiente, económica y precisa de estimación de la población de estados inmaduros y adultos del insecto, utilizando la técnica del jameo. Se tomaron 39 muestras aproximadamente por lote y se hicieron visitas cada dos semanas, para un total de cinco. Con esta información se determinó el patrón de disposición espacial de la plaga y se definieron tamaños de muestra para niveles de precisión determinados. Además se propuso un tamaño del lote con fines de realización de pruebas experimentales, de 1/3 de ha. Finalmente se determinó la conveniencia de hacer paso y repaso sobre el recorrido de la unidad de muestreo, con el fin de lograr una mejor aproximación a la población total del insecto en el lote.

Palabras claves: *Collaria scenica*, kikuyo, muestreo sistemático, tamaño de muestra.

SUMMARY

The pest called "Chinche de los pastos" (*Collaria scenica*) in Colombia, feed on kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) in lands of Bogotá Savanna used to raise livestock, causing about 25% of reduction in farmers income. Assesment of insect populations and its dynamics is essential to develop new strategies for management of problem. In this research, two plots with 1 ha approximately each one were selected from a grassland, to determine an efficient, low cost, and precise method to estimate population density of adults and immature states of the insect, using the sweep net technique. A sampling unit consist of a 10 meters of walk in the grassland sweeping to trap insects with the sweep net on or above the grass. 39 sampling units per plot were taken every two weeks, by five times, in a systematic scheme.

With this information the spatial distribution pattern of insect population was determined and several sampling sizes were established for different precision levels as required. Additionally, a 1/3 Ha of size plot was suggested for experimental purposes in future research. Finally, a count of insects trapped in a double run in the experimental unit was shown to improve the estimation of population density in the plots.

Key words: systematic sampling, sample size, experimental plot size, sweep net, *Collaria scenica*, kikuyo grass.

INTRODUCCION

Según Bernal, 1997, en la sabana de Bogotá la superficie de terreno dedicada a la producción de leche es de aproximadamente 290.000 hectáreas. Esta extensión está cubierta en un 80% por pasto kikuyo, una gramínea importada al país que desde 1992 recibe el ataque de un insecto conocido como la chinche de los pastos, *Collaria scenica* Stal. Con el transcurso de los años el insecto ha invadido las praderas de kikuyo, hasta un punto tal que, según Oscar Duarte (Ministerio de Agricultura, 1998), actualmente un 96% de las fincas lecheras están afectadas por la presencia de esta plaga, lo cual reduce la capacidad de las praderas para alimentar el ganado y la producción de leche disminuye en cantidad y calidad. Se estima que por esta causa el ingreso neto de los ganaderos baja en promedio un 25%.

El manejo integrado de la plaga requiere un cambio en los esquemas de uso de las praderas según las recomendaciones de los investigadores (Roncancio 1997, Martínez *et al*, 1998). El nivel de aceptación y adopción aún no se ha evaluado. La aplicación de productos químicos es una alternativa que, aunque ayuda a reducir la población de la plaga, deja residuos en el pasto del cual se alimenta el ganado. Se ha demostrado que la leche que se produce bajo tales condiciones contiene residuos de productos químicos tóxicos por encima de los niveles permitidos para el consumo humano (Santacruz y Torrado, 1996). Se requiere que los lotes tratados químicamente tengan, por tanto, un tiempo de descanso suficiente para su recuperación, lo cual queda a conciencia de los productores.

¹ CORPOICA Tibaitatá. E-mail: rgalindo@corpoica.org.co

² CORPOICA Tibaitatá. E-mail: nbarreto@corpoica.org.co

³ Profesor Asociado, Dpto. Estadística. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. E-mail: dospina@matematicas.unal.edu.co

Dado que la aparición de este problema es relativamente reciente, la investigación en este campo es escasa, especialmente por tratarse de una especie adaptada a condiciones tropicales. Sin embargo, una fase preliminar en la metodología que se utiliza para el estudio de poblaciones de insectos es determinar o desarrollar métodos precisos, eficientes y económicos para estimar la densidad poblacional del insecto plaga (Ruesink y Kogan, 1975). Este es el tema del trabajo el cual tiene como objetivo el desarrollo de una metodología de muestreo para la evaluación de la población de la chinche de los pastos en lotes de pastoreo de ganado de leche.

REVISION DE LITERATURA

Una característica importante en la distribución espacial de las poblaciones de insectos es, por lo general, la falta de uniformidad. Con frecuencia las hembras colocan huevos en forma masiva, lo que favorece una distribución agregada de los estados inmaduros. Algunos individuos adultos también tienen tendencias gregarias. Otros factores de competencia intra e inter-específica y las condiciones ambientales determinan la disposición final (Duque, 1996).

Para efectos de la definición estadística del patrón de disposición espacial de una plaga, generalmente se parte de la hipótesis nula (H_0) de distribución al azar, según la cual, la varianza y la media poblacionales μ son iguales. La hipótesis alterna (H_1) es que los dos parámetros son diferentes. Dados los valores muestrales de media y varianza \bar{x} y s^2 , respectivamente) se utiliza la ji-cuadrado como distribución probabilística de prueba.

Con el chinche de los pastos se ha observado, con los muestreos hechos en la Sabana de Bogotá, que según las estimaciones, la captura tiene una varianza poblacional mayor a la media. Esta característica esta asociada con poblaciones biológicas agregadas o con distribución de "contagio" (Barreto *et al*, 1996). Sin embargo, la población de insectos varía en el tiempo y por lo tanto los parámetros son dinámicos. Para lograr una mejor aproximación a esta característica, una alternativa consiste en la aplicación de la ley de Taylor (1988), quien encontró que para una gran cantidad de especies animales, la relación de la media y la varianza se puede expresar funcionalmente de la forma:

$$S^2 = aM^b$$

donde a es un parámetro asociado con el método de muestreo, y b es un parámetro asociado con el hábitat del insecto y sus características específicas. La estimación de estos parámetros obliga a la obtención de una serie de información con diferentes medidas de media y varianza muestrales (Duque, 1996).

La ley de Taylor ha demostrado un buen comportamiento y superioridad como metodología estadística comparada con otros métodos, como el procedimiento de Iwao. Tonhasca *et al*, 1994, aplicaron los procedimientos ideados por Taylor e Iwao y los revisaron exhaustivamente para la verificación de los supuestos estadísticos encontrando un mejor comportamiento de la Ley de Taylor. En forma similar, Salifu y Hogson, 1987, informaron la superioridad en eficiencia de la Ley de Taylor con respecto a la Ley de Iwao.

Para la toma de muestras se pueden utilizar diferentes diseños, entre los cuales se escoge el más eficiente y económico. Cuando la unidad de muestreo es un lote de pasto, existe sufi-

ciente uniformidad para considerar práctico el uso de un diseño sencillo: el muestreo sistemático. A menudo este método se utiliza en agronomía haciendo recorridos en forma de "X" o de "W" (zig-zag) en el terreno. La aleatoriedad esta dada por los puntos de arranque (Duque, 1996).

Una característica de las poblaciones de insectos, que ayuda a definir el tamaño de muestra más eficiente y económico, es que los aumentos del tamaño de población están relacionados con una mayor varianza, de acuerdo con la ley de Taylor descrita anteriormente. Si se conocen o estiman los parámetros de la ley de Taylor, se puede utilizar la siguiente fórmula para el tamaño de muestra (Duque, 1996):

$$n = \frac{aM^b Z^2}{H^2}$$

donde M es la media muestral y a y b son los parámetros de la Ley de Taylor.

MATERIALES Y METODOS

Definición de la población objetivo. Para la investigación, la población de insectos sobre la cual se hace inferencia esta enmarcada en un lote de pastoreo, de aproximadamente una hectárea, al cual entra determinado número de reses periódicamente para consumir el pasto. El momento de muestreo se define con referencia a la fecha del pastoreo, teniendo en cuenta que la acción del ganado reduce al mínimo la población del insecto. Se asume que el lote constituye una unidad de manejo agronómico en cuanto a riegos, fertilización y otras prácticas de mantenimiento. También se asume que en un área tan pequeña, las condiciones climáticas son homogéneas. Por lo tanto, la uniformidad del terreno es suficiente como para atribuir la distribución espacial de la plaga principalmente a factores biológicos propios de la especie. La población objetivo de muestreo del chinche consiste en todos los adultos y estados inmaduros del insecto que se encuentran en un lote de pastoreo. La población de muestreo, con la metodología, es la cantidad de insectos adultos e inmaduros de la chinche que pueden ser capturados con el pase de la jama haciendo un recorrido completo del terreno, dado un determinado número de pases de jama por unidad de área.

Para el trabajo, se seleccionaron dos lotes de pasto kikuyo, en una finca ganadera de Zipaquirá. Estos lotes se hallan separados entre sí por una distancia que garantiza la independencia de las poblaciones. El lote denominado "Centro 2" es irregular en su relieve y se encuentra en una zona baja de la finca. El lote "Cartagena 2" tiene topografía plana y está ubicado en una zona alta.

Las condiciones ambientales entre los diferentes muestreos fueron bastante uniformes. Sin embargo, en la última lectura del lote "Cartagena 2", el pasto se encontraba húmedo, lo cual alteró los resultados. La información también esta reportada con el fin de mostrar el efecto de esta condición en la captura.

Definición de la unidad muestral. Para el trabajo, la unidad de muestreo está constituida por un área de terreno de 12 x 0,8 m aproximadamente, en la cual una persona realiza 10 pases dobles de jama para capturar los insectos en sus estados inmaduros o adultos. El pase doble de jama consiste en un

barrido de lado a lado del camino que la persona realiza mientras avanza paso a paso. En términos de muestreo, cada unidad de área constituye un conglomerado, donde los elementos son los insectos capturados con la jama. La definición de esta unidad de muestreo se basa en la experiencia de trabajos anteriores (Barreto *et al.*, 1996).

Diseño del muestreo. Por economía y sencillez para el trabajo de campo, las unidades de muestreo se seleccionaron siguiendo el diseño sistemático. En este caso, el resultado de la aplicación de este esquema, conduce a un recorrido en diagonales por el lote de terreno. La ubicación de los puntos dentro del campo se hizo en forma aproximada, midiendo las distancias con pasos (previamente se midió el avance aproximado por paso: un metro). Para cada muestreo se hizo un mapa indicando las distancias y la ubicación de los puntos de muestreo.

Como un intento para aproximarse a la población total en las unidades de muestreo seleccionadas, por medio de la jama, se utilizó una técnica de muestreo repetitivo, ideada por los autores. El procedimiento consistió en hacer sobre la misma franja repeticiones del muestreo, contabilizando en cada ocasión, la captura obtenida, hasta agotar la población del sitio. En una unidad de muestreo con alta densidad del insecto, se trató de determinar el número máximo de pases necesarios para lograr este objetivo. Se observó que la captura de adultos después de 7 pases se estabiliza. Se hicieron dos pases más para tratar de reducir la captura a cero, lo cual no se logró, posiblemente debido al ingreso de algunos adultos a la franja de muestreo, provenientes de zonas contiguas. Se decidió dejar en 9 el tope máximo de repeticiones sobre la unidad de muestreo, para dejar un margen de error en caso de poblaciones más densas. En resumen, el procedimiento fue el siguiente:

- Se seleccionó una unidad muestral, bajo el diseño sistemático.
- Si en la muestra seleccionada hubo captura del insecto, se hicieron repasos de la unidad de área hasta agotar la población o cumplir un número máximo de 9 repasos.

Tamaño de muestra. El tamaño de muestra se fijó en 39, de acuerdo con los resultados de investigaciones anteriores (Barreto *et al.*, 1996). En la práctica el tamaño de muestra pudo variar por problemas logísticos (imprecisión en la ubicación de las unidades, principalmente). Con los resultados obtenidos, se determinó el tamaño de muestra recomendable utilizando la ley de Taylor, como se describe más adelante en la parte correspondiente al análisis estadístico.

Lecturas en el tiempo. El muestreo en los lotes se hizo periódicamente, con el fin de hacer un seguimiento del crecimiento de la población del insecto. Se completaron un total de 5 lecturas. Aunque inicialmente se planearon visitas semanales a la finca, en dos ocasiones la lluvia impidió la labor de muestreo. Este tipo de inconvenientes eleva los costos de este tipo de investigaciones.

El objetivo principal de las diferentes evaluaciones era la calibración de la técnica de muestreo y la definición del tamaño de muestra, para lo cual se presenta la metodología a continuación.

Análisis estadístico. Con los resultados de captura del insecto en cada evaluación y cada lote, se hizo en primer lugar una prueba de bondad de ajuste a la distribución Poisson. Se utilizó la relación varianza muestral-media como estadístico de prueba. Bajo la hipótesis nula, se asume que dicha relación sigue una distribución ji-cuadrado con $n-1$ grados de libertad. El nivel de significancia para la prueba fue del 5% (Hurtado, 1996).

Con los resultados de la captura de insectos por lectura, se hizo regresión lineal de la varianza en función del promedio, utilizando la transformación doble logarítmica. El exponencial del intercepto y el coeficiente de regresión resultantes son estimaciones de los parámetros de la ley de Taylor (Duque, 1996). Mediante el uso de la distribución t-student, al 5% de significancia, se probó, separadamente, si los parámetros eran iguales o diferentes de cero y de la unidad.

Con las estimaciones de la ley de Taylor, se hizo un cálculo del tamaño de muestra recomendable. Para tal efecto, se probaron dos niveles de precisión relativa (0,25, y 0,30) con respecto a la media poblacional. Este criterio se prefirió a establecer un valor de precisión absoluto, debido a los cambios del tamaño de la población del insecto a través del tiempo. El nivel de confiabilidad para este estudio se estableció en un 90%, teniendo en cuenta que los muestreos se hacen semanales y que el crecimiento de la población de la chinche en las etapas iniciales es lento.

En el ensayo de muestreo repetitivo sobre la misma unidad muestral se totalizó la captura por unidad de muestreo la cual se consideró como una aproximación del valor máximo posible de captura utilizando jama. Se probó la hipótesis nula según la cual no hay correlación entre los resultados de los dos primeros recorridos de jama y el total posible de captura. Se utilizaron como estadísticos de prueba los coeficientes de correlación de Kendall y Spearman, con un nivel significancia del 5% (Conover, 1971). En caso de una baja correlación se debería considerar más de una repetición en cada unidad muestral para aproximarse mejor al total de captura.

RESULTADOS Y DISCUSION

Diseño de muestreo. Con la metodología propuesta, aunque no totalmente exacta para ubicar los puntos de muestreo pero sí lo suficientemente sencilla para aplicarla en campo, se pudo garantizar un cubrimiento adecuado del lote y un mapa aproximado de ubicación de los puntos muestreados, útil para estudios de distribución espacial. Diferentes ubicaciones de sitios para la toma de las muestras fueron utilizados en los 5 muestreos realizados, comprobándose la bondad de la metodología. Para la elaboración de los mapas de muestreo, se realizó un programa en QBASIC (de Microsoft Corporation). En el mapa se representó el lote cubierto con una cuadrícula donde cada cuadro tenía como longitud de lado el avance de un paso. Las unidades de muestreo quedaron marcadas de forma que se podían ubicar y seguir en campo con un recorrido predefinido. Debido a que el muestreo es sistemático, el avance se hizo de una forma regular y fácil de llevar.

En la práctica se observan lotes que pueden tener problemas locales de inundación y seguramente otras variaciones asociadas con el relieve del terreno, las características fisicoquímicas del suelo o los bordes con sombra, condiciones que pueden afectar la distribución espacial del insecto. Es posible que sea conveniente, en algunos casos, redefinir el área de muestreo o conformar subáreas dentro del lote. En muchos casos la captura fue baja lo cual se explica por el manejo de praderas que se da en la finca para impedir que el insecto desarrolle poblaciones numerosas.

Aplicación de la Ley de Taylor. Según los resultados de la prueba de la relación varianza-media, se obtuvo suficiente evidencia para afirmar que la varianza poblacional era superior a la media para la captura de adultos e inmaduros de la chinche en el

lote Centro 2 durante todo el período de evaluación, a excepción de la tercera lectura de adultos (Tabla 1). En el lote Cartagena 2 se aceptó la hipótesis de que la varianza poblacional era superior a la media para la captura de estados adultos en las 4 prime-

ras evaluaciones. En cambio, la misma prueba estadística aplicada a la captura de inmaduros en el lote Cartagena 2 no permitió rechazar la hipótesis de igualdad de la varianza y la media, a excepción de la tercera lectura.

Tabla 1. Estimaciones de la relación varianza-media para la captura de los estados adulto e inmaduros de la chinche de los pastos a través del tiempo (T), en dos lotes de pastoreo

LOTE	T	N	Estado adulto				Estados inmaduros			
			\bar{x}	s^2	s^2 / \bar{x}	Valor P	\bar{x}	s^2	s^2 / \bar{x}	Valor P
1	1	46	0,739	1,1749	1,59	0,007	8,413	64,2924	7,64	0,000
	2	33	0,455	0,7557	1,67	0,011	2,303	6,8428	2,97	0,000
	3	33	1,000	1,4375	1,44	0,052	1,606	4,7462	2,96	0,000
	4	34	3,235	13,7611	4,25	0,000	0,971	1,6658	1,72	0,006
	5	39	2,744	8,1957	2,99	0,000	1,487	5,9406	3,99	0,000
2	1	26	0,115	0,1862	1,61	0,027	0,192	0,2415	1,26	0,176
	2	33	0,485	0,9451	1,95	0,001	0,030	0,0303	1,00	0,467
	3	33	0,429	0,8466	1,98	0,002	0,179	0,5966	3,34	0,000
	4	40	0,425	0,9173	2,16	0,000	0,025	0,0250	1,00	0,470
	5	38	0,579	0,4125	0,71	0,903	0,079	0,0747	0,95	0,563

En los casos en los cuales la varianza poblacional demostró ser superior a la media se podría sugerir que la población se distribuye espacialmente en forma agregada. En el campo se deben verificar focos donde existe una mayor concentración de insectos. En este caso, se pueden plantear varios modelos probabilísticos para representar la distribución de la población.

En cuanto a la captura de estados inmaduros de la chinche en el lote Cartagena 2, en donde los resultados de la prueba no permitieron rechazar la hipótesis nula, se asume que la distribución probabilística adecuada para este caso es la de Poisson con

parámetro λ . Biológicamente este resultado indica una distribución al azar del insecto (Duque, 1996).

Utilizando la transformación logarítmica de la varianza y el promedio de captura, se hizo la estimación de los parámetros de la ley de Taylor por medio del análisis de regresión con los datos de las diferentes lecturas. De acuerdo con los resultados (Figura 1 y Tabla 2), se pudo comprobar la distribución agregada de adultos e inmaduros en el lote 1 y de los adultos en el lote 2. La captura de inmaduros en el lote 2 no demostró agregación, lo cual se debe posiblemente a que la captura se presentó en niveles muy bajos como para demostrar la aparición de focos.

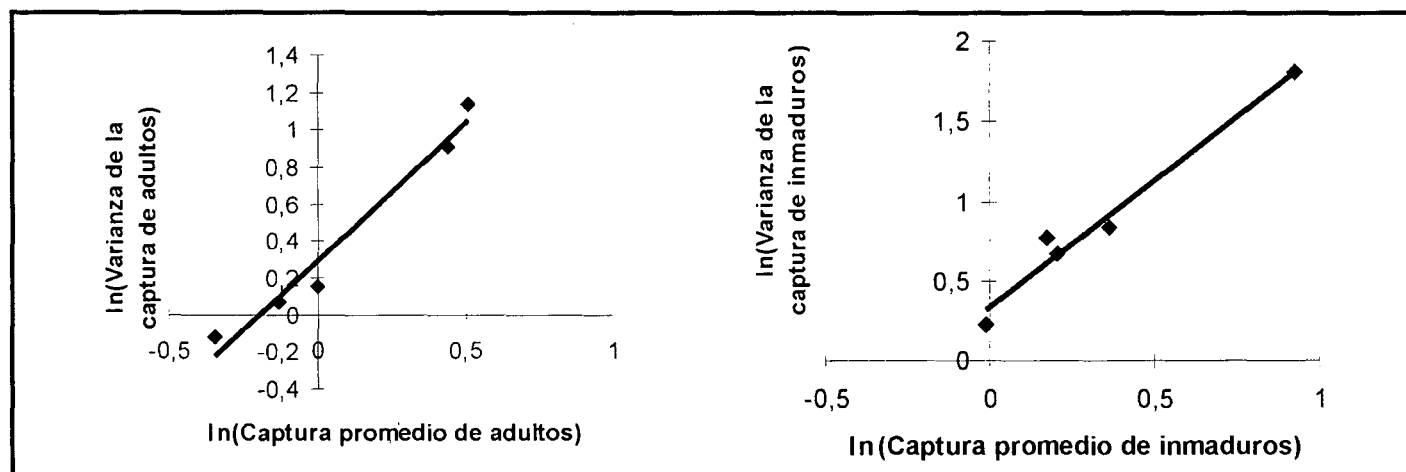


Figura 1. Estimación de la relación Varianza – media en la captura de inmaduros y adultos de la chinche de los pastos en un lote de pastoreo de una finca de Zipaquirá (Centro 2.)

Tabla 2. Conclusiones sobre la distribución espacial de la captura de la chinche de los pastos según el estado de desarrollo, en t muestreos.

LOTE	t	Estado	Distribución
1	5	Adulto	Agregada
		Inmaduros	Agregada
2	4	Adulto	Agregada
		Inmaduros	Al azar

Tamaño de muestra. De acuerdo con los resultados, la estimación del tamaño de muestra depende de algunos criterios, en particular del nivel de precisión y confiabilidad que se requieren para la estimación de la población en un lote de pastoreo y del estado de desarrollo del insecto que sea de interés.

Para el estado adulto del insecto se observó que las poblaciones estimadas fueron bajas al comienzo de las evaluaciones durante el descanso de los lotes. En cambio, las poblaciones de inmaduros fueron altas, por lo cual es más conveniente realizar el muestreo de estos estados del insecto teniendo en cuenta la necesidad de realizar medidas de control en el momento adecuado, antes de que aparezca una nueva generación de adultos.

El tamaño de muestra para los estados inmaduros del insecto varía con el tamaño de la población, de acuerdo con la ley de Taylor. Por lo tanto resulta conveniente elaborar una tabla en la cual aparezcan diferentes niveles de captura posible y los tamaños de muestra adecuados para cumplir con un nivel de precisión propuesto. Para tal efecto se consideró una precisión relativa de 0,25 con respecto a la media, teniendo en cuenta los cambios de captura observados entre lecturas. Para aquellos casos donde el tamaño de muestra fue alto, se consideró un nivel de precisión relativa de 0,30 (Tabla 3).

Para evaluar la posibilidad de reducir costos de muestreo utilizando lotes más pequeños (o subáreas), y aprovechando que las unidades de muestreo siguen una distribución espacial uniforme, se hizo una división de los lotes en tres zonas iguales calculándose el promedio y la varianza para cada lectura. En la Figura 2, se observa el paralelismo de las curvas de progreso de la población tanto de estados inmaduros como del estado adulto. Únicamente en la última lectura de adultos se encuentra una discrepancia entre dos de las zonas y la tercera, lo cual merece evaluar las posibles causas. Esta zona es vecina al camino destapado que recorre la finca y presenta problemas de encharcamiento. Estas son razones suficientes para considerarlo un ambiente distinto a las otras zonas.

Tabla 3. Tamaño de muestra para la estimación de la media poblacional de la captura de inmaduros de la chinche de los pastos en el lote 1 con un nivel de confiabilidad de 0,90.

Captura media esperada	Nivel de precisión relativa con respecto a la media	
	0,25	0,30
1	85	18
2	60	17
3	49	16
4	42	16
4	38	15
6	35	15
7	32	14
8	30	14
9	28	13

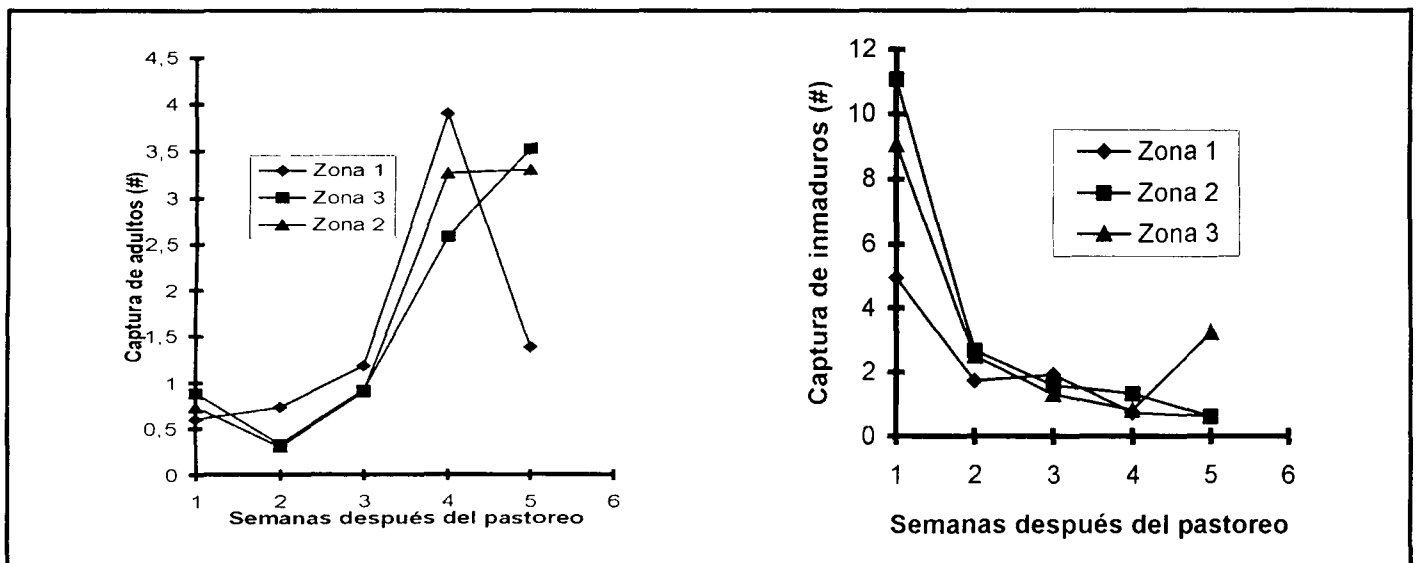


Figura 2. Captura de estados inmaduros y adultos de la chinche de los pastos a través de varias lecturas, en tres zonas de un lote de pastoreo (Centro 2) en una finca ganadera de Zipaquirá.

Muestreo repetitivo. En el muestreo con repaso en las unidades muestrales, se obtuvo una buena correlación (Tabla 4) entre el total capturado (aproximación al muestreo exhaustivo) y la captura acumulada en las dos primeras repeticiones (paso y repaso), tanto para adultos como para inmaduros. Esto sugiere modificar

la metodología de muestreo para lograr una mejor aproximación a la población total que puede ser capturada con el jameo. Con una buena estimación de la captura total por área se espera una mejor correlación con la población de chinche que habita en el pasto y una precisión mayor.

Tabla 4. Correlación no paramétrica para la captura en un paso y repaso de la unidad muestral con el total capturado en un máximo de 9 repastos (n=10).

Estado del insecto	Repastos de la unidad muestral			
	Primer pase		Segundo pase	
	Tau	Rho	Tau	Rho
Adulto	0,511*	0,692*	0,756*	0,886*
Inmaduros	0,422*	0,646*	0,533*	0,780*

* Correlación significativamente diferente de cero para los coeficientes Tau de Kendall y Rho de Spearman, respectivamente (Conover, 1971)

Con base en las consideraciones, conviene abarcar un mayor número de lotes y ambientes diferentes, en los cuales se expresa la mayor variabilidad, para mejorar la precisión del muestreo en un lote. En el estudio se observó un comportamiento notablemente diferente entre los dos lotes seleccionados. Un paso siguiente puede ser determinar los factores que inducen tal variabilidad.

LITERATURA CITADA

- BARRETO, N., MARTINEZ, E., GALINDO, R. y CORREDOR, D. Patrón de disposición espacial de la chinche de los pastos *Collaria columbiensis* (HEMIPTERA: MIRIDAE) en la sabana de Bogotá. CORPOICA, Bogotá. 1996
- CONOVER, W.J. Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, New York, p.250-261. 1971
- DUQUE, M.C. Patrones de disposición espacial y su importancia en la definición de un plan de muestreo en MIP. En: Memorias del Curso Introducción a la dinámica de plagas, CORPOICA, Subdirección de Sistemas de Producción, Programa de Epidemiología Vegetal, Tibaitatá. p. 43-66 1996
- HURTADO, H. Muestreo en poblaciones biológicas. Simposio Internacional de Estadística, Santa Marta, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. 1995
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. Inadecuado manejo de insecticidas está causando problemas sanitarios. En: Agricultura al día, Febrero de 1998, año 3, No. 16, Bogotá. 1998

- MARTINEZ E. y N. BARRETO. La chinche de los pastos *Collaria scenica* Stal. en la Sabana de Bogotá. Nidia Ramírez (de). Bogotá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Corpoica. 1998. p. 66. 1998
- RONCANCIO, D. Evaluación del efecto de la aplicación de productos naturales, úrea y materia orgánica en el control del chinche de los pastos *Collaria columbiensis* en la Sabana de Bogotá. Tesis de grado. Universidad de la Salle, Bogotá. 1997
- RUESINK, W.G. y M. KOGAN, The quantitative basis of pest management: sampling and measuring. In: METCALF, R.L. & W. LUCKMAN, Introduction to insect pest management. John Wiley & Sons, New York, p.587. 1975
- SALIFU, A.B. y C.J. HODGSON, Dispersion patterns and sequential sampling plans for *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae) in cowpeas. Bull. Ent. Res. 77, 441-449. 1987
- SANTACRUZ, F. y TORRADO, A. Evaluación de insecticidas para el control de la chinche de los pastos *Collaria columbiensis* y determinación de residuos en pasto kikuyo y leche. ICA. Bogotá. 1996
- TAYLOR, L. R., J.N. PERRY, I.P. WOIWOD y R.A.J. TAYLOR. Specificity of the spatial power-law exponent in ecology and agriculture. Nature (Lond.) 332:721-722. 1988
- TONHASCA A, J. PALUMBO y D.N. BYRNE, Aggregation patterns of *Bemisia tabaci* in response to insecticide applications. Entomol. exp. appl. 72:265-272. 1994