

# USO DE LA DENSIDAD DE ÁRBOLES / HA PARA ESTIMAR LA CANTIDAD DE HUEVOS DE *OCHLEROTATUS TAENIORHYNCHUS* WIEDEMANN (DIPTERA:CULICIDAE) EN MANGLARES AL SUR DE PINAR DEL RÍO, CUBA.

**Autores: Dr. Fidel GONGORA ROJAS\*, Dr. RAMÓN MORENO AMICH \*\*, Dr. XAVIER QUINTANA POU\*\***

**E-mail: [fgongora@af.upr.edu.cu](mailto:fgongora@af.upr.edu.cu)**

## Resumen

Con el objetivo de buscar si existe relación entre la oviposición de *O. taeniorhynchus* Wied. y algunas variables dendrométricas del manglar, específicamente con el número de árboles /ha, se desarrolló el trabajo en el sector costero Las Canas, al sur de Pinar del Río, Cuba. Se hizo un inventario a partir de la fotointerpretación previa con un muestreo sistemático con parcelas alineadas perpendiculares a la costa recomendado por FAO (1994), y la segunda con una estratificación basada en la densidad del arbolado. El muestreo del substrato para la extracción de huevos de mosquitos y su análisis se realizó según Ritchard y Addison (1991). A los datos se le aplicó un análisis de componentes principales, un análisis de correlación y regresión curvilínea, en la regresión se tomó como la variable predictora la densidad del manglar y como variable dependiente la cantidad de huevos de mosquitos. De los modelos aplicados, el que mejor estima la cantidad de huevos es el representado por la función matemática  $Y = e^{(b_0 + (b_1/t))}$ . Los resultados se muestran en tablas, gráficos y mapas, donde se observa la mayor correlación con la variable huevos de mosquitos se presentó con densidad y la existencia de madera ( $m^3$ /ha.)

\* Profesor de Sanidad Forestal Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 CP 20 100. Pinar del Río, Cuba.

\*\* Profesores de la Universidad de Girona, Campus de Montilivi. Ave. Lluís Santaló s/n, Girona, España.

Palabras claves: Coloma, **mosquitos costeros, manglar, oviposición**

## ABSTRACT

With the aim of determine what kind of relationship takes place between the oviposition of *O.taeniorhynchus* Wiedemann and some dendrometric variables in a mangrove forest, was carried out an experiment in coast sector La coloma- Las Canas, to the south of Pinar del Río province. There were established two phases corresponding to biphasic sample: the first one beginning with the previous fotointerpretation of a systematic sampling, according to lined plots (as recommended by FAO;1994). The second one based in a stratification according to the density. The procedure for taking samples of the substrate in order to extract and analyse the mosquito eggs, took into account the methodology proposed by Ritchie and Addison (1992). The data were processed according to the principal component analyses. For the latest analysis, several kind of model were applied, but the best results were obtained throughout the model  $Y = e^{(b_0 + (b_1/t))}$ . The predicting variable was the mangrove density, and the dependent variable was the quantity of mosquito eggs. The results are shown in tables, figures and maps, indicating that the higher relation with the mosquito eggs variables took place between the density and the existence of wood in  $m^3$ /ha.

## INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas muy singulares. Como fuente de recursos renovables, ningún otro los aventaja en cuanto a productividad natural y a la extensa variedad de bienes y servicios que proporcionan con carácter permanente.

El potencial económico de los manglares procede de tres fuentes principales: productos forestales, pesca estuarina y litoral, y ecoturismo, además de desempeñar un papel fundamental en la protección costera y el mantenimiento de hábitats para una gran variedad de especies.

Las características del manglar son propicias para que se desarrollen un grupo de hematófagos,

principalmente de la familia Culicidae y Ceratopogonidae y establezcan allí sus criaderos permanentes ya que en las zonas cercanas a las costas encuentran condiciones óptimas para su desarrollo (Avila, 1977), (Scott y Addinson, 1992); Góngora 2002).

Entre los factores que determinan la oviposición de los mosquitos costeros, los más estudiados son: la humedad del sustrato, la altitud, la presencia o no de caracoles pulmonares, el contenido de materia orgánica y la cantidad y tipo de hojas de mangle, sin embargo, tratándose de que el manglar es una formación boscosa cuyos árboles y arbustos poseen características que pueden cambiar esos factores se ha decidido estudiar la correlación entre las variables dendrométricas, composición específica, contaminación, densidad, entre otras, y el sitio de oviposición de *Aedes taeniorhynchus* W. en estas condiciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicó un muestreo bifásico estratificado, cuya primera fase fue realizada mediante la fotointerpretación. Para ello se efectuó una distribución sistemática de los centros de las parcelas según lo recomendado por FAO (1994), MINAGRI/FAO 1994, cuya efectividad fue demostrada por Franco (1997). En la segunda fase se levantaron en el terreno 36 parcelas distribuidas en tres estratos :

|             |                    |             |
|-------------|--------------------|-------------|
| Estrato I   | 151,8 ha (22,5 %)  | 5 parcelas  |
| Estrato II  | 281,3 ha (41,1 %)  | 22 parcelas |
| Estrato III | 250,0 ha (36,59 %) | 9 parcelas  |

El tamaño de muestra de cada uno de los estratos señalados anteriormente se determinó según Pellico y Brena (1997) por:

$$n = \frac{S^2 t^2}{E^2}$$

Donde: n: tamaño de la muestra

$S^2$  =varianza

t: 1,96

Error prefijado: 10 %

El área de las parcelas fue de 0,1 ha. En ellas se midió con cinta diamétrica el diámetro (d) y con un hipsómetro de Haga la altura de los árboles (h), y se calculó la existencia en madera y la densidad del bosque (medida en número de árboles/ha), según Ortiz (1994). Se utilizó el factor de forma sugerido por Aldana *et al.*(1997) y Suárez (2002)

Se tomaron muestras del sustrato para determinar el pH, la salinidad y extraer los huevos y los cascarones (Ritchie y Addinson, 1991), tareas realizadas en los laboratorios de Entomología de la Universidad de Pinar del Río y en el de suelo del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI) en la provincia.

Para determinar la relación existente entre las variables dendrométricas y la cantidad de huevos de mosquitos se aplicó un análisis de componentes principales y uno de correlación.

Para la estimación del número de huevos a partir de la densidad de plantas del bosque de manglae, a través del análisis de regresión, se probaron varias funciones matemáticas (*Tabla 1*). La elección del mejor modelo se realizó basado en el coeficiente de regresión ajustado y el error estándar de la estimación.

Para el muestreo en el manglar se tuvieron en cuenta las directrices de FAO (1994).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tamaño de muestra

Por condiciones favorables con la disponibilidad de fuerza de trabajo, ya que el tipo de muestreo escogido posibilita elegir el tamaño más favorable de muestras, se decidió levantar un número mayor de parcelas que las calculadas, lo cual permitió reducir el error prefijado hasta un 8 %. El cálculo de los estadígrafos y del tamaño de muestra se muestran en la *Tabla 2*.

### **Correlación entre las variables estudiadas**

DE acuerdo con el análisis factorial se pudo comprobar que con dos componentes se explican el 80,5 % de la varianza, valor aceptable para estos estudios.

En la matriz de correlación (*Tabla 3*), ordenada según la matriz de componentes principales (Hair *et al.*, 1999), se destaca que existe alta correlación entre las variables huevos y la densidad del manglar medida con el número de árboles /ha. Esto se debe a que un aumento de la densidad provoca una disminución en la cantidad e intensidad de la radiación solar que llega a la superficie, creándose condiciones favorables para la oviposición. Resulta significativo que en el primer componente, junto a la variable huevos, quedaron agrupadas todas las variables dendrométricas, lo que indica que éstas tienen una fuerte influencia en la densidad de huevos de mosquitos en el manglar estudiado.

Al reducirse la evaporación la humedad del sustrato se mantiene elevada, de lo que se infiere que la densidad del manglar puede servir como indicador de la cantidad de huevos de mosquitos.

Otra variable muy correlacionada con los huevos es la existencia (en madera), pero no se profundizará en su análisis porque no resulta práctica ni fácil su utilización para hacer estimados de huevos de mosquitos, debido a que las condiciones en este ambiente son bien difíciles y habría que hacer necesariamente mucho más trabajo de terreno.

LA correlación significativa positiva que se obtuvo entre los cascarones de huevos y los huevos corrobora lo planteado por Addinson (1992) acerca de que los cascarones son un buen estimador de los huevos para un largo período de oviposición.

La altura de los árboles no influye en la presencia, abundancia y distribución de los mosquitos costeros, debido a que no afecta las características del sustrato para que sea escogido por los adultos hembra de mosquitos a la hora de ovopositar.

Otro aspecto interesante es la correlación negativa que se presenta entre la variable contaminación del ecosistema y las dendrométricas: # de árboles /ha, diámetro y existencia, lo que supone la incidencia negativa de la contaminación en el desarrollo del ecosistema manglar.

### **Estimación de la cantidad de huevos de mosquitos**

De acuerdo con el coeficiente de regresión ajustado y el error estándar (*Tabla 4*), el modelo matemático que mejor estima los huevos a partir del número de árboles /ha es el representado por la función  $Y = e^{(b_0 + (b_1/t))}$ .

Los valores de las constantes determinados fueron:

$$Y = e^{(3.53 + (-5449.12/\text{número de árboles/ha}))}$$

.En la Figura 1 se muestra la curva obtenida con el modelo seleccionado y los valores reales medidos en el campo.

Como se puede apreciar, es evidente el buen ajuste de la estimación. Además el análisis de los residuos (o errores de estimación) (Figura 2) es de  $\pm$  dos huevos, lo que puede considerarse aceptable si se tiene en cuenta que el ciclo biológico de los culícidos, como el de otros insectos, comienza con una gran cantidad de huevos, y a medida que transita por los estados de desarrollo posteriores, la cantidad de individuos disminuye considerablemente como resultado de la interacción de factores biótico y abióticos. DE tal manera, el efecto de esa diferencia en cuestión de mosquitos adultos sería insignificante.

Lo anteriormente planteado permite comprender que la densidad puede constituir una ayuda muy valiosa para el control localizado de culícidos, debido a lo difícil que resultan los trabajos de campo en el manglar y a las vastas extensiones de terreno cubiertas por esta formación boscosa, por lo que este modelo puede constituir una herramienta de valor para predecir la cantidad de mosquitos en el manglar.

Además, a la hora de poner en práctica medidas de control de los mosquitos propiciaría una disminución en el gasto económico y en el tiempo de realización de la operación, así como, en caso de aplicarse un plaguicida químico, disminuiría la carga contaminante para el ecosistema, al contribuir a mantener el bosque con una buena salud ambiental.

De acuerdo con lo obtenido anteriormente, en cuanto a la alta relación entre las variables densidad de árboles/ha y cantidad de huevos de mosquitos, el 38,59% del área estudiada (zona de alta densidad de plantas) (Figura 3) presenta una alta potencialidad para la reproducción de los mosquitos. Estos resultados permitirán dirigir el control hacia las zonas de mayor oviposición, lo que redundará en la eficiencia y ahorro de recursos materiales, además de contribuir a la reducción de los impactos ambientales por efecto del control con insecticidas químicos.

## CONCLUSIONES

- Entre las estudiadas, las variables que más deciden en la presencia de los huevos de mosquitos en el manglar son la densidad de árboles por ha, las existencias en m<sup>3</sup> /ha y el diámetro. De los árboles a 1.30 cm
- El modelo de regresión que mejor ajuste logra es:

$Y = e^{(3,53 + (-5449,12/\# \text{ de árboles /ha})}$  o lo que es lo mismo:  $\ln(\text{huevos}) = 3,53 + (-5449,12/\text{número de árboles/ha})$

## REFERENCIAS

- Addison, S.D., Scott, A.R., Webber, A.L., & Vanesen, F (1992): Eggshell as an index of Aedine Mosquito production. Vol 8, N<sub>o</sub> 1. 6pp.
- Aldana, E. Franco, E.C.; García, J.(1997): Factores de forma para la especie de mangle. Avances cítmá.
- Apperson, C. 1991. The black salt marsh mosquito, *Aedes taeniorhynchus* Wing Beats, Vol. 2(4):9.
- Avila, G.I.(1977): Fauna Cubana de mosquitos y sus criaderos típicos. La Habana.
- Bossi, R. Y Citrón, G.(1990): Manglares del gran caribe hacia un manejo sostenible.
- FAO MINAGRI (1984) Informe de cuba sobre “Manejo Integral de ecosistemas de manglares”,. Manzanillo, 32 pp.
- FAO Montes. Directrices para la ordenación de los manglares. Santiago de Cuba. 1994.
- Franco Rosell, C. E. (1997): Un ensayo metodológico para el diagnóstico biofísico del ecosistema de manglar por teledetección. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales.
- Hair j. F Jr; Anderson R.E; Talham R.L & Black W. C (1999). Análisis Multivariante. Quinta edición. Prentice Hall. España. 799 pp.
- Hernández D y Boizán M. A. 2000. Análisis de la vegetación del manglar como una causa de la presencia, abundancia y distribución de mosquitos en el sector La Coloma – Las Canas. 50 h. Trabajo de Diploma (en opción al título Ingeniero Forestal). Universidad de Pinar del Río.
- Góngora, Rojas, F., Poligonación preliminar de la vegetación del sector de manglar “La Coloma – Las Canas” Pinar del Río, en Primer Simposio internacional sobre manejo sostenible de los recursos forestales. Pinar del Río 24 al 29 de Abril del 2000.
- Góngora, Rojas, F., El sector de manglar Coloma las Canas, al sur de la provincia de Pinar del Río, Cuba, y la presencia, abundancia y distribución de *Aedes taeniorhynchus*. (Diptera: Culicidae), en Segundo Simposium internacional sobre manejo sostenible de los recursos forestales. Pinar del Río 24 al 26 de Abril del 2002.
- Ortiz Malavanas, Edgar: Técnicas de estimación de crecimiento de árboles individuales y bosque, t,1. Cartago, Codta Rica.1994, pp 49-58
- Ritchie,S.A.. & Addison.1991. Collection and separation of *Aedes taeniorhynchus* eggshells from

mangrove soils. J. Amer. Mosq. Control Assoc. 7: (in press).

MINAGRI/FAO (1994): Seminario sobre manejo integral de ecosistemas de manglares.

Nayar, J.K. (1985): Bionomics & physiology of *Aedes taeniorhynchus* and *Aedes sollicitans*, the salt marsh mosquito of Florida. 160pp.

Scott, A.R. & Addison, D.S. (1992): Oviposition preferences of *Aedes taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) in Florida mangrove forest. 3pp.

Scott, A.R. & Johnson, S.E. (1991): Distribution and sampling of *Aedes Taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) Eggs in Florida mangrove forest. Department of Entomology, University of Florida, Gainesville, Florida. 4pp.

Suárez Sarría, Teresa; Lázaro Palenzuela Díaz; Pedro Pablo Roldán Hernández: Manual para la ejecución de la ordenación forestal. MINAGRI, 2002

#### TABLAS

Tabla 1. Modelos de regresión empleados en la estimación de huevos de mosquitos a partir del # de árboles/ha del bosque de mangle.

| No. | Método      | R <sup>2</sup> | R ajustada     | Error estándar de la estimación |
|-----|-------------|----------------|----------------|---------------------------------|
| 1   | Lineal      | 0.81724        | 0.80762        | 1.25853                         |
| 2   | Logarítmico | 0.78402        | 0.77265        | 1.36815                         |
| 3   | Inverso     | 0.72384        | 0.70931        | 1.54705                         |
| 4   | Cuadrático  | 0.83078        | 0.81198        | 1.24421                         |
| 5   | Cúbico      | 0.83324        | 0.81471        | 1.23515                         |
| 6   | Compuesta   | 0.84699        | 0.83894        | 0.22812                         |
| 7   | Potencia    | 0.88542        | 0.87939        | 0.19740                         |
| 8   | <b>S</b>    | <b>0.90329</b> | <b>0.89820</b> | <b>0.18136</b>                  |
| 9   | Exponencial | 0.84699        | 0.83894        | 0.22812                         |
| 10  | Crecimiento | 0.84699        | 0.83894        | 0.22812                         |

Tabla 2. Desviación típica (S), coeficiente de variación (CV) y tamaño de la muestra.

| Estrato | S      | CV(%) | n    |
|---------|--------|-------|------|
| I       | 316.23 | 14.37 | 3.58 |
| II      | 539.49 | 14    | 3.57 |
| III     | 273.03 | 5.50  | 1.34 |

Tabla 3 Matriz de correlación entre las variables dendrométricas y los huevos y cascarones de mosquitos

|                  |                     | Huevos       | Densidad %   | Existencia (m3/ha) | Cascarones   | Contaminación | d (mts)      | pH           | Salinidad (%) | h (mts)      | Mortalidad  |
|------------------|---------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| Huevos           | <b>Correlac.</b>    | <b>1.000</b> | <b>.904</b>  | <b>.949</b>        | <b>.923</b>  | <b>-.722</b>  | .714         | -.242        | -.517         | .745         | -.635       |
|                  | <b>Sig.</b>         | <b>.000</b>  | <b>.000</b>  | <b>.000</b>        | <b>.000</b>  | <b>.000</b>   | .000         | .145         | .008          | .000         | .001        |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| Densid. %        | <b>Correlac.</b>    | <b>.904</b>  | <b>1.000</b> | <b>.926</b>        | <b>.879</b>  | <b>-.773</b>  | .586         | -.282        | -.490         | .686         | -.681       |
|                  | <b>Sig.</b>         | <b>.000</b>  | <b>.000</b>  | <b>.000</b>        | <b>.000</b>  | <b>.000</b>   | .003         | .107         | .012          | .000         | .000        |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| Existencia m3/ha | <b>Correlac.</b>    | <b>.949</b>  | <b>.926</b>  | <b>1.000</b>       | <b>.875</b>  | <b>-.841</b>  | .799         | -.344        | -.546         | .820         | -.669       |
|                  | <b>Sig.</b>         | <b>.000</b>  | <b>.000</b>  | <b>.000</b>        | <b>.000</b>  | <b>.000</b>   | .000         | .064         | .005          | .000         | .000        |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| Cascarón.        | <b>Correlac.</b>    | <b>.923</b>  | <b>.879</b>  | <b>.875</b>        | <b>1.000</b> | <b>-.669</b>  | .566         | -.281        | -.550         | .731         | -.590       |
|                  | <b>Sig.</b>         | <b>.000</b>  | <b>.000</b>  | <b>.000</b>        | <b>.000</b>  | <b>.000</b>   | .004         | .109         | .005          | .000         | .002        |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| Contamin.        | <b>Correlac.</b>    | <b>-.722</b> | <b>-.773</b> | <b>-.841</b>       | <b>-.669</b> | <b>1.000</b>  | -.726        | .494         | .669          | -.799        | .626        |
|                  | <b>Sig.</b>         | <b>.000</b>  | <b>.000</b>  | <b>.000</b>        | <b>.000</b>  | <b>.000</b>   | .000         | .011         | .000          | .000         | .001        |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| d (mts)          | <b>Correlac.</b>    | <b>.714</b>  | <b>.586</b>  | <b>.799</b>        | <b>.566</b>  | <b>-.726</b>  | <b>1.000</b> | -.346        | -.525         | .834         | -.558       |
|                  | <b>Sig. (-cola)</b> | <b>.000</b>  | <b>.003</b>  | <b>.000</b>        | <b>.004</b>  | <b>.000</b>   | <b>.000</b>  | .062         | .007          | .000         | .004        |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| pH               | <b>Correlac.</b>    | <b>-.242</b> | <b>-.282</b> | <b>-.344</b>       | <b>-.281</b> | <b>.494</b>   | <b>-.346</b> | <b>1.000</b> | <b>.363</b>   | <b>-.472</b> | <b>.458</b> |
|                  | <b>Sig.</b>         | <b>.145</b>  | <b>.107</b>  | <b>.064</b>        | <b>.109</b>  | <b>.011</b>   | <b>.062</b>  | <b>.053</b>  | <b>.015</b>   | <b>.018</b>  | <b>.018</b> |
|                  | (1cola)             |              |              |                    |              |               |              |              |               |              |             |
| Salinidad%       | <b>Correlac.</b>    | <b>-.517</b> | <b>-.490</b> | <b>-.546</b>       | <b>-.550</b> | <b>.669</b>   | <b>-.525</b> | <b>.363</b>  | <b>1.000</b>  | <b>-.624</b> | <b>.621</b> |

|            |                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | Sig.<br>(Icola)  | .008  | .012  | .005  | .005  | .000  | .007  | .053  |       | .001  | .001  |
| h(mts)     | <b>Correlac.</b> | .745  | .686  | .820  | .731  | -.799 | .834  | -.472 | -.624 | 1.000 | -.638 |
|            | Sig.<br>(Icola)  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000  | .015  | .001  |       | .001  |
| Mortalidad | <b>Correlac.</b> | -.635 | -.681 | -.669 | -.590 | .626  | -.558 | .458  | .621  | -.638 | 1.000 |
|            | Sig.<br>(Icola)  | .001  | .000  | .000  | .002  | .001  | .004  | .018  | .001  | .001  |       |

Tabla 4. R ajustadas y error estándar de las diferentes regresiones entre los huevos de mosquito (variable dependiente) y la densidad del manglar como variable independiente

| Dependiente | Modelo           | Rsq F       | R ajustada     | Error estándar de la estimación | Sigf        |
|-------------|------------------|-------------|----------------|---------------------------------|-------------|
| Huevos      | Lineal           |             |                |                                 |             |
|             | Logarít          | .784        | 0.77265        | 1.36815                         | .000        |
|             | Inversa          | .724        | 0.70931        | 1.54705                         | .000        |
|             | Cuadrát          | .831        | 0.81198        | 1.24421                         | .000        |
|             | Cúbica           | .833        | 0.81471        | 1.23515                         | .000        |
|             | Compue           | .847        | 0.83894        | 0.22812                         | .000        |
|             | Potencia         | .885        | 0.87939        | 0.19740                         | .000        |
|             | <b>Sigmoideo</b> | <b>.913</b> | <b>0.90924</b> | <b>0.16957</b>                  | <b>.000</b> |
|             | Crecimi          | .847        | 0.83894        | 0.22812                         | .000        |
|             | Expone           | .847        | 0.83894        | 0.22812                         | .000        |

## FIGURAS

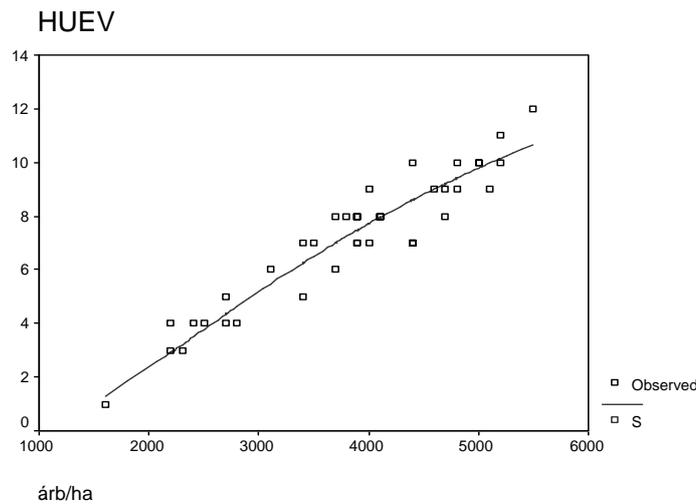


Figura 1. Curva de ajuste del modelo de regresión seleccionado entre las variables Densidad de plantas y cantidad de huevos.

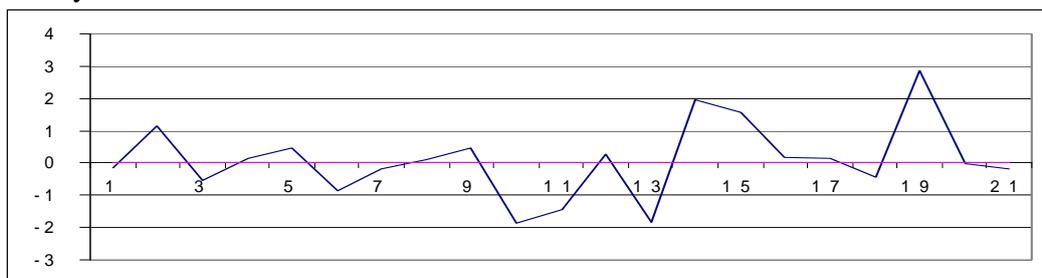


Figura 2 Análisis de los residuales

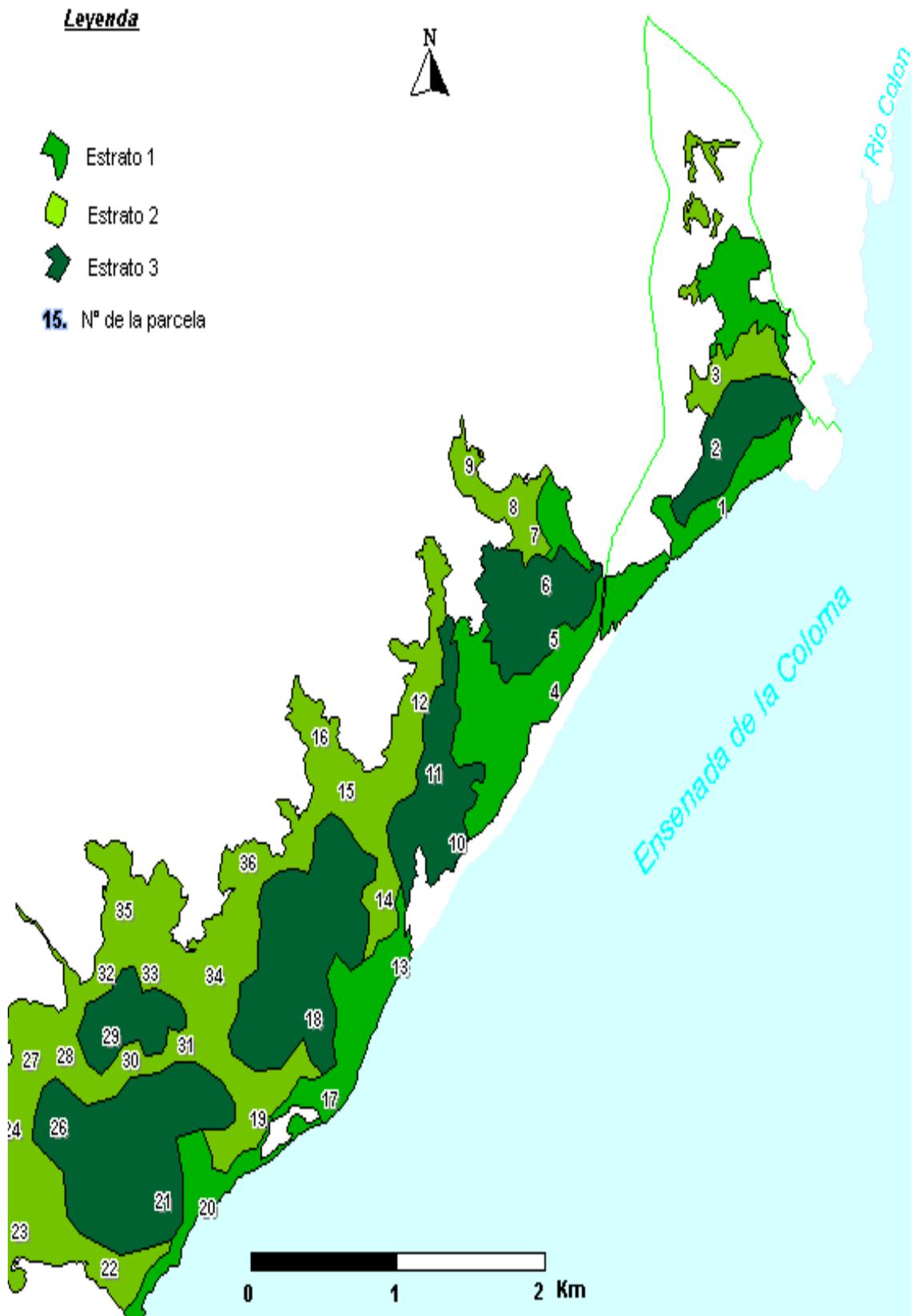


Figura 5. Estratos que diferencian la densidad de manglar(arboles/ha)