

143

24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**ESTIMACION DEL INDICE DE HEREDABILIDAD DE LAS
ESTRUCTURAS ALARES DE LAS PALOMAS MENSAJERAS
Columba livia.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A**

MARIA DE LA LUZ TEJEDOR FILOTEO

DIRECTOR DE TESIS

MVZ. M. C. MIGUEL A. CARMONA MEDERO

CUAUTITLAN IZCALLI, MEXICO

1986



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
OBJETIVO	6
REVISION DE LITERATURA	7
a) Importancia de la paloma mensajera en la comunicación	7
b) Sentido de orientación	10
c) Anatomía del ala	15
d) Fisiología del vuelo	20
e) Importancia de las estructuras alares en la navegación aérea.....	23
MATERIAL Y METODOS	26
RESULTADOS.....	31
DISCUSION	61
CONCLUSIONES	65
BIBLIOGRAFIA	66

- - -

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el índice de heredabilidad de las estructuras alares en una población de palomas mensajeras (Columba livia), se realizó el estudio de cinco generaciones durante los años 1978, 1979, 1980, 1981 y 1982, en las cuales se midió la longitud-alar, el ancho de tras-ala y la superficie-alar.

Para obtener el parámetro genético se utilizó el método de regresión obteniéndose los siguientes resultados:

- Durante el año 1978, la heredabilidad obtenida en cada variable fue: longitud-alar 0.005, tras-ala 0.673 y superficie-alar 0.002.
- En el año 1979, se obtuvieron los siguientes valores de h^2 : longitud-alar 0.29, tras-ala 0.05 y superficie-alar 0.21.
- En cuanto al año 1980, el parámetro genético en cada variable fue: longitud-alar 0.85, tras-ala 0.27 y superficie-alar 0.21.
- Con relación al año 1981, la población uno tuvo los siguientes valores de h^2 : longitud-alar 0.15, tras-ala 0.44 y superficie-alar 0.012, versus la población dos en la que se determinó la siguiente valoración de: longitud-alar 0.19, tras-ala 0.75 y superficie-alar 0.21.

- Durante el año 1982, la población uno tuvo un valor de h^2 : longitud-alar 0.23, tras-ala 0.75 y superficie-alar 0.56, la población dos dió valores para la longitud-alar 0.29, tras-ala 0.14 y para la superficie-alar 0.32.

Se concluyó que los valores de heredabilidad obtenidos para las variables estimadas son en general medios y altos, lo que permite suponer - que está presente una gran cantidad de varianza genética aditiva. También se demostró que eliminando los efectos ambientales puede aumentarse el valor de heredabilidad debido a que aumenta la presión al calcularse dicho parámetro.

INTRODUCCION

El fenotipo de un individuo está influido por tres elementos importantes: El genotipo, el medio ambiente y la interacción del genotipo con el ambiente. Los tres elementos componentes son causa de la variación existente en los seres vivos tanto a nivel de especies como dentro de ellos lo cual conlleva a diferenciaciones poblacionales de acuerdo a las circunstancias ambientales a la que se circunscribe cada una de ellas así se forman las razas, variedades y estirpes. (Carmona Medero, 1985).

Los caracteres de importancia económica en la mayoría de las especies domésticas tiene una variación constante cuya distribución tiende a una curva normal estandar. (Lasley, 1979).

Por lo tanto en términos de varianza, la varianza fenotípica estará compuesta por la varianza genética, más la varianza ambiental, más dos veces la covarianza genética ambiental (Baker, 1975).

A su vez la varianza genética puede estar integrada por la varianza aditiva, la varianza de dominancia y la varianza epistática además de las interacciones dobles y triples entre esos tres componentes. (Baker, 1975).

La heredabilidad de un carácter métrico expresa la proporción de la varianza total que es atribuible a los efectos medios de los genes y ésto

es lo que determina el grado de parecido entre parientes; además la función más importante de la heredabilidad en el estudio genético de los caracteres métricos es su papel predictivo que expresa la confiabilidad del valor fenotípico como indicación del valor reproductivo. (Falconer, 1970).

Únicamente se pueden medir los valores fenotípicos de los individuos, pero el valor reproductivo es lo que determina su influencia en la siguiente generación; por lo tanto si el zootecnista escoge individuos para que sean progenitores de acuerdo con sus valores genotípicos, su éxito en cambiar las características en la población puede producirse únicamente, a partir del conocimiento del grado de correspondencia entre los valores fenotípicos y reproductivos. Este grado de correspondencia es medido a través de la heredabilidad (h^2). (Falconer, 1970).

Así, la relación entre valores reproductivos y valores fenotípicos es igual a la raíz cuadrada de la heredabilidad:

$$r_{R F} = \sqrt{h^2}$$

Además de lo anterior, otros usos de la heredabilidad son para obtener el valor estimativo del genotipo mediante las fórmulas:

$$V E G = \bar{X}_H + h^2 (X_i - \bar{X}_H)$$

$$V E G = \bar{X}_H + \frac{nh^2}{1 + (n-1) LR} \cdot (X_i - \bar{X}_H)$$

en donde la primer fórmula se emplea cuando se conoce el índice de heredabilidad y se tiene una sólo observación por animal. La segunda fórmula ajusta el valor estimativo del genotipo cuando se tienen varias observaciones en el mismo individuo. Los componentes de dichas fórmulas son los siguientes: \bar{x}_H . representa el promedio del hato, h^2 representa la heredabilidad del carácter considerado, x_i representa la observación única en el animal, \bar{x}_i es el promedio de las observaciones en el individuo i , n es el número de observaciones en cada individuo y finalmente R es el índice de repetibilidad para la característica estimada. (Lush, 1965).

La heredabilidad también se emplea para predecir la respuesta a la selección, siendo el uso principal de éste parámetro; ésto se logra aplicando la siguiente fórmula:

$$R = h^2 S$$

en donde h^2 continua representando la heredabilidad y S es el diferencial de selección obtenido después de substraer la media de la población original a la media de la población seleccionada. (Alba de, 1970).

$$S = \bar{x}_s - \bar{x}_o$$

en donde:

S es la diferencial de selección.

\bar{x}_s es la media de la población seleccionada

\bar{x}_o es la media de la población original.

Habiéndose enumerado las aplicaciones de la heredabilidad en los programas de mejoramiento genético, cabe señalar que las estimaciones de este parámetro sólo son valiosas única y exclusivamente para la población y el momento en el cual se efectuaron, por tal motivo el Médico Veterinario Zootecnista requiere conocer los métodos para estimar este parámetro genético.

Entre los diversos métodos para determinar la heredabilidad, uno de los más precisos es la regresión del promedio de los hijos sobre uno de los progenitores, dado que es la mejor estima de la heredabilidad en el sentido estrecho, misma que puede definirse como la relación de la varianza aditiva entre la varianza fenotípica total. Así con objeto de determinar la heredabilidad mediante este método se ha elegido como modelo de estudio, a una población de palomas mensajeras (Columba livia), la cual ha estado sujeta a mediciones de la superficie alar así como de la tras-ala y la longitud total de ésta estructura anatómica debido a la influencia que ello tiene en las grandes travesías que estas aves tienen que hacer para llegar a su destino llevando mensajes a aquellos lugares en donde la tecnología de la comunicación no ha podido penetrar o en la que deliberadamente se desea que el mensaje llegue a su destino en formas por demás secretas, por las anteriores consideraciones se define el siguiente objetivo de investigación:

OBJETIVO:

Determinar el índice de heredabilidad de las estructuras alares en una población de palomas mensajeras (Columba livia), mediante el método de

regresión del promedio de hijos sobre el promedio de padres.

REVISION DE LITERATURA.

a) Importancia de la paloma mensajera en la comunicación.- La importancia de la paloma mensajera en la comunicación data desde que Noé envió la paloma que regresó al arca con una rama de olivo, (Génesis VIII, 6-12) y hasta la fecha éste sistema de mensajería ha seguido entregando información. El uso de las palomas para llevar mensajes es tan antiguo como lo es Salomón y los Griegos que probablemente aprendieron el arte de adiestrar palomas de los Persas. En las Olimpiadas griegas los nombres de los vencedores eran llevados a sus Ciudades por palomas que ya tenían el instinto en ese tiempo de regresar a su palomar. (Ejército Mexicano, 1953).

Conocida entre los griegos no tardaron en explotar su natural apego al lugar de nacimiento; así la paloma fue dedicada a la transmisión de noticias; Anacreonte cantó sus proesas en una de sus Odas, y varias ciudades acuñaron monedas en que figuran estas aves; Roma tomó de Grecia ese medio de comunicación y como los antiguos jugadores en los Olímpicos los gladiadores llevaban al circo palomas que soltaban después del combate con cintas colgadas de las patas de distintos colores, anunciaban la victoria. (Castelló, 1901).

En la Edad Media, se generalizó el uso de la paloma como mensajera siendo la civilización en Oriente, la que estableció públicamente

aquel servicio. Durante el Imperio de Nur-Eddin 1146-1173, se estableció una red completa de palomares, cuyo centro se hallaba en el Cairo y sus principales estaciones en Alejandría, Damietta y Gaza. Por esta última ciudad comunicaba el Cairo con Jerusalén, Damasco Belbeck y Trípoli. (Castelló, 1901).

En la época de las cruzadas también fue elemento importante; cabe mencionar que los Sarracenos lo usaron con regularidad y también - cuando el Rey Luis IX de Francia invadió a Egipto en 1249 su llegada a Damietta fue informada por medio de palomas al Sultán del Cairo. (Secretaría de la Defensa Nacional, 1947). En el sitio de Haarlem y en el Leyden 1575, la progenie de esas aves orientales prestó considerables servicios entre la población sitiada y el resto del Mundo (Naether, 1950).

Las palomas mensajeras han servido desde entonces para el envío de comunicaciones tanto para el servicio comercial, familiar para la guerra. En este último aspecto en la primer guerra mundial los belgas, franceses y alemanes desde el inicio de la guerra reconocieron el valor de este sistema de comunicación en muchas situaciones; Gladstone, 1919 señala que aproximadamente un millón de palomas belgas fueron capturadas durante la ocupación alemana. Uno de los héroes alados del - que se puede hacer mención en esta contienda es el palomo "Cherami" quien oportunamente llevó un mensaje que salvó a 554 soldados, éste ejemplar se conservó en Washington hasta su muerte en 1919 y se le erigió un monumento en el Museo Nacional de Washington. (Naether, 1950).

Durante la Segunda Guerra Mundial en el servicio de palomares militares fue establecido por los bandos en contienda Ejército Americano estableció aproximadamente 17,000 aves sobre el territorio ocupado por los alemanes. En la campaña de Burma en el sur-este de Asia prestaron continuos servicios, así en honor a esta campaña se bautizó a una hembra llamada Burma Queen matrícula U.S.A. 44 S.C. 19071 como una heroína durante 5 meses de guerra, (Levi, 1957) de las miles de palomas que sirvieron en la época de la guerra no todas fueron usadas en acciones militares, muchas cubrieron servicios de reporteras ya sea llevando colombogramas o transportando en su pecho cámaras fotográficas que revelaban la entrada o la ocupación de una ciudad por las fuerzas aliadas para mantener informadas a la prensa Internacional sobre lo que estaba ocurriendo.

Es necesario destacar que la mensajería alada resuelve problemas de enlace que se plantean en las situaciones más desesperadas como son la incomunicación en situaciones de desastre, inundaciones, naufragios, etc.

En el territorio Nacional aún en algunos lugares se hace necesario el empleo de estas aves para mantener comunicación con algunas poblaciones, además se usan ampliamente en el deporte colomófilo haciendo travesías de hasta mil kilómetros recorridos en un día. Por lo anteriormente señalado es necesario que el mejoramiento genético de esta especie se efectue en una forma constante bajo la dirección de los

Médicos Veterinarios Zootecnistas que guíen el rumbo del mejoramiento de la colombicultura en los servicios de comunicación.

- b) Sentido de Orientación.- El empleo de las palomas como medio de comunicación parte de un principio básico: El instinto de estos animales para retornar al lugar en que nacieron. Este instinto también llamado sentido de orientación tiene diferencias notablemente observadas entre las diversas razas de palomas; así, algunas de ellas han perdido ese instinto como lo es la raza Romana e inclusive por su gran tamaño ha perdido la capacidad de vuelo. Otras en cambio como la Carrier, la Black Mackpie y las mensajeras tienen desarrollado su instinto de regreso al lugar en que nacieron. Sin embargo las razas de las palomas mensajeras no sólo retornan al lugar en que nacieron ya que algunas pueden ser educadas para comer en un palomar y dormir en otro a cien kilómetros de distancia y cuyo recorrido lo efectúan en una hora inclusive; el Ejército Mexicano tuvo palomares móviles y los animales retornaban a ellos a pesar de que estuvieran en continuo movimiento. (Carmona Medero, 1986).

Las teorías que explican el sentido de orientación en las palomas son las siguientes:

- 1) Teoría del Conocimiento de la topografía del terreno circundante al palomar.
- 2) Teoría de la orientación por medio del Sol.

- 3) Teoría de la visión.
- 4) Teoría del sentido del olfato.
- 5) Teoría del sentido del oído.

1) Teoría del conocimiento de la topografía del terreno circundante al palomar.- Esta teoría desarrolladas por Watson y Lashley, (1915) señala que las palomas conocen todas las marcas o puntos sobresalientes del terreno circundante al palomar como pueden ser cerros, edificios, árboles, etc., y en ello se basa el entrenamiento inicial de las palomas cuando éstas han cumplido tres meses de edad soltándoles a una distancia de uno a cinco kilómetros sobre los cuatro puntos cardinales. Mathews (1963), señala que las treinta palomas que usó en su experimento se orientaron por los marcos territoriales y para ello eran necesarias de dos a seis sueltas. Señala también que los animales re conocen los límites territoriales hasta una distancia de 28,968. 3 kilómetros en una sola dirección. Al soltar las aves entre 23 y 35 millas (37.01 y 56.32 kilómetros) cuando no conocen el terre no no es posible su retorno al palomar sin embargo cuando lo cono cen a una distancia de 80.46 a 127. 11 kms. la orientación median te las marcas territoriales muestran una clara evidencia. La teo ría anterior no explica cómo los animales pueden retornar a su pa lomar desde lugares que nunca han visto situados a 1000 kilómetros de distancia o bien cuando las sueltas de ellas se han realizado en mar abierto. (Carmona Medero, 1986).

- 2) Teoría de la orientación por medio del Sol.- Esta teoría establece que las aves tienen capacidad para determinar la dirección de su palomar utilizando como referencia el sol a manera de brújula, Kramer (1961), señala que desde 1949 demostró evidencia de que las aves utilizan el sol como brújula y que son capaces de discriminar la posición del sol durante el día cambiando el ángulo relativo en cerca de 15 grados por hora, que es la velocidad de cambio del sol durante el día. Según Matthews (1963), el ave determinaría su desplazamiento norte-sur a partir del desplazamiento del sol y su desplazamiento este-oeste por la diferencia de hora, la combinación de éstos datos indicarían la dirección a casa así según ésta hipótesis llamada el arco solar, el sol le suministra toda la información que necesita para conseguir una información bicoordenada.

La teoría anterior no explica el porqué las palomas retornan al palomar con cielo nublado o en los vuelos nocturnos.

- 3) Teoría de la visión.- El conocer la topografía territorial - que circunda al palomar así como observar las posiciones del sol, implica que las aves posean una visión extraordinaria que en ello radique gran parte del sentido de orientación. Con el objeto de valuar esta teoría, Schmidt-Koenig y Walcott (1978), soltaron varias palomas (74) desde diversas direcciones en un área de 20 kilómetros alrededor del palomar habiendo cubierto previamente los ojos de las aves con lentes de plástico que -

sólo permitían la visión de tres metros de distancia. Los resul
tados indican que 19 palomas retornaron al palomar, 19 se sepa-
raron en la ruta del vuelo y fueron recapturadas, 37 se perdieron;
ello indica que la agudeza visual no es esencial para la navegación
aérea y que es útil en un rango de 0.5 a 5 kilómetros de su palomar
asimismo muestran la evidencia de que existen diferencias visuales
individuales para encontrar la dirección correcta.

4) Teoría del sentido del olfato.- Esta teoría fue propuesta por Papi-
etal (1972), quien atribuye la capacidad de orientación al sen-
tido del olfato. La probabilidad de que esto sea así parece esca-
sa dado el desarrollo relativamente pobre del sistema olfativo de
la paloma. Keenton (1974), tratando de repetir los experimentos
relativos a la orientación por el olfato ha fracasado, sin embargo
él mismo juzga que es demasiado pronto para emitir un juicio defi-
nitivo sobre esta hipótesis.

5) Teoría del sentido del oído.- Kreithen y Quine (1978), exponen -
evidencias de que el sentido del oído es fundamental en el sentido
de orientación; muestran que las palomas pueden detectar infrasoni
dos tan bajos como de 0.05 hz. también señalan que las palomas son
50 decibeles más sensitivas que los humanos. Los infrasonidos na-
turales pueden provenir de muy diversas fuentes incluyendo sonidos
ambientales como caídas de agua, sonidos del viento al chocar con
accidentes topográficos que se pueden prolongar a grandes distan-
cias y ser detectados a cientos de kilómetros de donde se genera-

ron. Los citados autores también señalan que los cambios de presión atmosférica también están relacionados con el sentido de orientación. La teoría anterior fue valuada en una cámara de presión en la Universidad de Cornell, y aunque las evidencias sugieren una explicación, cabe señalar que el bajo número de animales con que se ha probado todavía no puede arrojar resultados concluyentes.

Existen algunas otras teorías como la del magnetismo terrestre, la orientación estelar, la inercia, etc. Downie (1979); sin embargo son muchas las fuentes de variación que impulsan a una paloma a retornar al palomar como puede ser el que está criando, el que sienta celos, el que - tenga urgencia de alimentarse, etc. (Castelló, 1901).

c) Anatomía del Ala.- En las aves representan los miembros torácicos anteriores; en número par, se encuentran situados a la izquierda y a la derecha del tórax.

Anatómicamente están formadas por una base ósea, una base muscular y tendinosa, además, de un recubrimiento epitelial del cual emergen los tegumentos que reciben el nombre de plumas. Al exterior se pueden diferenciar cuatro segmentos que se denominan: hombro, brazo, antebrazo y mano. (fig. 1).

Osteología.- Los huesos que componen el ala son: La escápula, el húmero, radio y cúbito y finalmente carpo, metacarpo y falanges, ellos sirven de sosten a las masas musculares que se insertan en ellas mismas y que se citan a continuación:

Músculos del antebrazo y de la mano:

Extensor del metacarpo	Flexor corto del dedo pequeño
Extensor común de los dedos	Supinador corto
Extensor largo	Pronador corto
Extensor propio del pulgar	Pronador largo
Flexor del metacarpo	Anconeo
Flexor profundo	Abductor del dedo pequeño interóseo palmar.
Flexor del carpo	Interóseo dorsal

Músculos del hombro:

Escápulo humeral	Toraco escapular
Supinador	Coraco humeral
Subescapular	Coraco Branquial
Elevador del hombro	Subclavicular

Músculos del brazo:

Deltoides
 Biceps
 Triceps branquial anterior

Angiología:

Arteria subclavia, rama de bifurcación del tronco braquiocefálico que nace a su vez de la aorta. La subclavia de nacimiento a los diferentes troncos arteriales que sirven para la irrigación de ala y de los músculos pectorales, la esternal clavicular, la torácica interna, torácica externa, axilar, y la arteria humeral que es la rama terminal de la subclavia.

Inervación:

Esta se encuentra inervada por el plexo braquial que es una red nerviosa situada debajo de la articulación del hombro y está formada por ramas nerviosas procedentes de los últimos pares cervicales y de los tres primeros pares dorsales.

Tegumentos:

Cada segmento que integra el ala está provisto de plumas de un tipo especial (Pérez Lerena, 1959) que tienen relación estrecha con la mecánica del vuelo y son las siguientes:

<u>Segmento del ala</u>	<u>Tipo de pluma</u>
Brazo	Plumas covertedoras
Antebrazo	remigias secundarias
Mano	remigias primarias

Las plumas covertedoras, junto con las que rodean las articulaciones del hombro y las que guarnecen el tórax, contribuyen a facilitar el deslizamiento de la paloma en el momento del vuelo. (fig. 2.)

El antebrazo tiene doce plumas denominadas remigias secundarias y se designan primera, segunda, etc., de fuera hacia dentro son ligeramente curvas.

En la mano se insertan las remigias primarias o grandes remigias y son diez normalmente y se nombran de dentro hacia afuera por el nombre de primera, segunda, tercera, cuarta, etc. y son el verdadero elemento de propulsión en la mecánica del vuelo, son casi rectilíneas y deben mudarse cada año. (Aragón, 1943).



Figura Núm. 1.—Esqueleto de la paloma. A.—Cráneo; a.—Cóndilo; b.—hueso intermaxilar; c.—mandíbula inferior; e.—orificios nasales; f.—órbitas; g.—maxilar; H.—Columna vertebral o raquis; C.—Vértebra dorsales; D.—Córax; E.—Esternón; P.—Costillas; G.—Cavidad abdominal; H.—Omoplate o espalda; I.—Quilla; J.—Clavícula; K.—Húmero o hueso del brazo; L.—Radio; M.—Cábito; N.—Carpó; O.—Metacarpo; P.—Dedos, en los que se implantan las plumas rémiges primarias; Q.—Pélvis; R.—Rabadilla; S.—Fémur o hueso del anca o muslo; T.—Tibia o hueso de la pierna; V.—Bótula o rodilla; U.—Tarse o hueso de la pata; a.—dedo externo; b.—dedo medio; c.—dedo interno y d.—dedo posterior; X.—Talón.

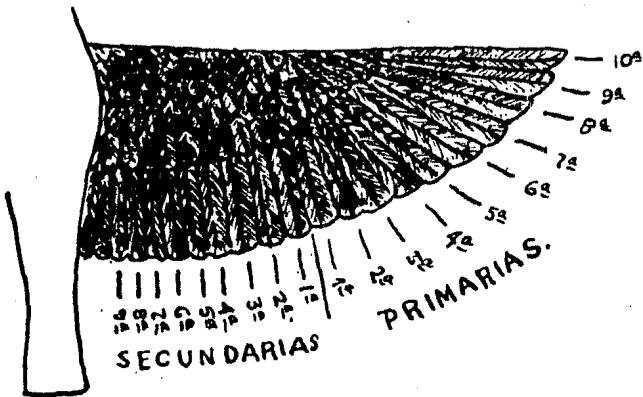


Figura 2—Esquema del ala, que muestra las plumas de vuelo primarias y secundarias, con su secuencia numérica.

d) Fisiología del vuelo. - Las aves como todos los seres vivos del planeta, han sido objeto de la selección natural y consecuentemente de evolución, misma que se ha llevado a cabo durante millones de años, hasta dar lugar a las especies que hoy existen.

Referente a la capacidad de vuelo se han originado diferentes especialidades de acuerdo a las necesidades particulares de desplazamiento, hábitos, alimentos y requerimientos de las diversas especies de aves. Las palomas mensajeras pertenecen al grupo de vuelo a remo, lo cual implica que baten las alas constantemente a un ritmo determinado por sus características morfológicas y anatómicas. (Alcocer, 1984).

De acuerdo con Vatnyne y Berger (1959), las principales adaptaciones al vuelo en las aves son:

- a) Huesos ligeros, neumáticos y fusionados
- b) Fusión de las vértebras dorsales
- c) La caja torácica es muy fuerte
- d) El esternón es fuerte y anguloso
- e) Las clavículas están fusionadas
- f) El coracoides es muy robusto
- g) El músculo supra-coracoideo que permite la elevación del ala se encuentra en el lado ventral del esternón lo cual permite tener el centro de gravedad permanentemente bajo.
- h) La cola es corta y hay fusión de algunas de las vertebrae coccígeas.

Las diferencias en el tipo de vuelo en los diversos géneros de aves se atribuyen a las estructuras óseas y a las longitudes relativas de varios segmentos del esqueleto alar con brazo (húmero), antebrazo (radio cúbito) y mano (carpo metacarpo) y los dígitos, específicamente el segundo.

Aproximadamente 50 músculos diferentes se han descrito en relación al movimiento del ala; algunos como los pectorales, supracoracoideos, biceps braquial, deltoides mayor y largos tensores han sido estudiados con detalle en gran número de aves pero la musculatura de la mano es la muestra diferencial entre el vuelo de las aves debido al desarrollo relativo de algunos de esos músculos lo cual parece indicar relaciones filogenéticas que explican la mayoría de las diferencias observadas en los hábitos de vuelo. (Nair, 1954).

El poder de despegue está dado primariamente por los músculos pectorales y supracoracoideos mismos que de acuerdo con Nair (1954), varía inversamente a la superficie del área de las alas. Las aves planeadoras tienen un peso mínimo de la musculatura pectoral.

La mecánica del vuelo se descompone en tres tiempos:

- 1) Descenso del ala
- 2) Torción de las remígas
- 3) Elevación del ala

Pérez Lerena, (1959) describe que en el caso especial de la paloma men-

sajera, para que su vuelo sea perfecto se necesita en forma indispensable que sea el ala impermeable al aire durante el período de descenso y por el contrario para el caso de elevación del ala debe de ser permeable al aire. El citado autor describe cinco hechos importantes para el buen funcionamiento en el vuelo de la paloma mensajera siendo estos que el número de movimientos del ala sea de 8 por segundo, que el golpe del ala tenga una duración de doce a dieciseis divisiones de centésima de segundo y además el descenso del ala sea con una duración de 7.5 centésimas de segundo, asimismo la duración de la elevación del ala debe de ser de 5 centésimas de segundo y por último el promedio de duración de cada golpe del ala es de 12.5 centésimas de segundo.

Para una mayor eficiencia en el acto del descenso las remigias se aprietan una a otra formando una pantalla impermeable; cuando el ala se encuentra en posición horizontal las remigias tienen un movimiento de torsión permitiendo con ello la permeabilidad. En el acto de elevación, esta ala representa un plano menor de resistencia y se da en igual forma la permeabilidad del ala al aire atacado.

Cabe señalar que en la fisiología del vuelo existe una elevada coordinación y correlación entre los mecanismos respiratorios con los movimientos del ala; ello es debido a que los sacos aéreos son reservorios del oxígeno.

La coordinación entre la respiración y el aleteo es de uno a uno (Berger y Hard, 1975).

La fuente de energía para el vuelo de las aves es la grasa corporal; de acuerdo a Le Febvre, (1974) en las palomas las medidas de producción de dióxido de carbono (3.4 lts. por hora) y la pérdida de grasa (2.26 gramos por hora rendimiento (3.2 lts. de dióxido de carbono por hora) indican que el dióxido de carbono se derivó de la combustión de la grasa. Por otra parte Tucker (1968), reporta que el 72 % de la energía para el vuelo se deriva del metabolismo graso.

e) Importancia de las estructuras alares en la navegación aérea.- La paloma mensajera, al igual que los aviones, puede volar porque se apoya en la atmósfera. Esto sucede porque el aire o atmósfera tiene peso; por ello se hace presión, es decir, fuerza sobre el aire; a su vez las alas en el fin anterior dividen el aire en dos corrientes, una hacia arriba y otra hacia abajo; al formar una curvatura el ala, el aire que circula por abajo de ella es más lento que el que circula por la parte superior y como a mayor velocidad es menor presión la que ejerce el aire habrá entonces menor presión sobre el ala que debajo de ella y a medida que va adquiriendo velocidad la diferencia de presión aumenta hasta que ésta es suficiente para soportar el peso del ave, reduciendo la fuerza de gravedad coadyuvando a ellos los sacos aéreos. (Nair, 1954).

Sobre un ave en vuelo actúan cuatro fuerzas:

- 1) La propulsión provocada por la fuerza del aleteo que produce el ave.
- 2) La resistencia que está dada por la fuerza que opone el aire al avance.

3) La gravedad que está dada por el peso del ave.

4) La sustentación dada por la diferencia de presiones de la parte superior e inferior de las alas de las aves.

Para que una paloma pueda mantenerse en el aire precisa que la sustentación sea igual al peso. (Papi et al, 1972).

Así siendo el peso (w) y la superficie de las alas (s) constantes, la velocidad del ave aumentará cuando el coeficiente de sustentación disminuya.

La velocidad depende de la carga por unidad de superficie $\sqrt{w/S}$. La relación debe tender a uno para que las palomas sean más veloces. Visto de ésta forma aquellos animales de cuerpo chico y alas grandes no son adecuadas pero tampoco es creible que un animal de cuerpo grande y alas chicas sea más velóz como pudiera presuponerse. (Klein Serrallés, 1940).

Por lo anteriormente expuesto se hace necesario, el cálculo de la superficie alar para determinar la velocidad probable de una paloma mensajera si bien, el cálculo de ésta presenta variantes, debido a no ser una superficie regular.

Alcocer, (1984) propone el cálculo de la superficie alar mediante la medición del área llamada superficie de sostén compuesta por las alas secundarias y de la superficie de remo compuesta por las alas primarias.

Carmona Medero y Alcocer Figueroa (1981), estimaron parámetros genéticos con porciones alares de palomas mensajeras (Columba livia), reportando que dado el valor de las correlaciones genéticas genotípica por ellas determinó el cambio de la media poblacional puede incrementarse mediante el empleo de un índice de selección que maximice la probabilidad de elegir directamente a los animales.

Habiendo considerado la importancia de las estructuras alares para el vuelo tal como se ha expuesto en las anteriores líneas y debido a la importancia de las palomas mensajeras en la comunicación en el presente estudio se han evaluado las características de longitud alar, tras ala y superficie alar, desde el punto de vista de su comportamiento genético con fines de ulteriores aplicaciones para el mejoramiento de esta especie.

MATERIAL Y METODOS

En el presente estudio se estimó la heredabilidad de las estructuras alares en palomas mensajeras (Columba livia) considerando como variables indispensables la longitud de ala (LA), tras ala (TA) y superficie alar (SA).

Las variables anteriores fueron cuantificadas en una población cerrada de palomas mensajeras, población que durante tres años, se apareó al azar y posteriormente se separó en dos subpoblaciones que se aparearon entre sí durante dos años consecutivos estimándose la heredabilidad para cada una de las características dentro de cada población.

La estimación de la heredabilidad para esas características se determinó según Falconer (1970), mediante el método de regresión del promedio de los hijos sobre el promedio de los padres aplicando para ellos la siguiente fórmula:

$$h^2 = \frac{\text{cov } xy}{\text{var } x}$$

$$h^2 = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

Así el significado de las literales es el siguiente: el numerador representa la covarianza entre padres e hijos.

h^2 , es la heredabilidad del carácter

xy , es la suma de los productos cruzados del promedio de los padres por el promedio de los hijos.

x , es el total del valor para cada variable en los padres.

y , es el total para cada variable en los hijos.

n , es el número de parejas de padres e hijos.

(x^2) , es igual a la suma de los cuadrados de los valores correspondientes a los padres.

$(x)^2$, es el cuadrado del total de las X.

El tamaño de la población durante el período de tiempo analizado fue el siguiente:

1978	58	individuos
1979	48	individuos
1980	82	individuos
1981	98	individuos
1982	63	individuos

Estimándose en cada población de acuerdo con Snedecor y Cochran (1975), los siguientes parámetros:

Suma total en cada variable (x_i)

Promedio $\bar{x} = \frac{x_i}{n}$

Desviación de standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n}}$$

Coeficiente de variación

$$\frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

En cada generación se determinaron los valores de heredabilidad para las características de las estructuras alares. Las mediciones de las mismas se efectuaron cuando los individuos tenían cuatro meses de edad, en cuyo momento eran enviadas a su primer vuelo a una distancia de 5 kilómetros del palomar.

La longitud del ala se obtuvo extendiendo el ala perpendicularmente al cuerpo desde su unión hasta la punta de la pluma numerada como décima primaria (fig. 2 y 3).

La medida de las tras ala se obtuvo midiendo la longitud de las remeras secundarias a la altura de la tercera pluma esto constituye el ancho de la ala. (fig. 2 y 3).

La superficie alar se obtuvo dibujando el perímetro del ala extendiendo sobre una cartulina para posteriormente recortar el contorno y obtener el peso de la misma. De la cartulina se recortó un cuadro de cinco centímetros por cada lado el cual fue pesado para calcular cuántos gramos pesaba una superficie conocida de 25 centímetros cuadrados, así mediante una regla de tres se obtuvieron los centímetros cuadrados correspondientes a la superficie alar de cada individuo.

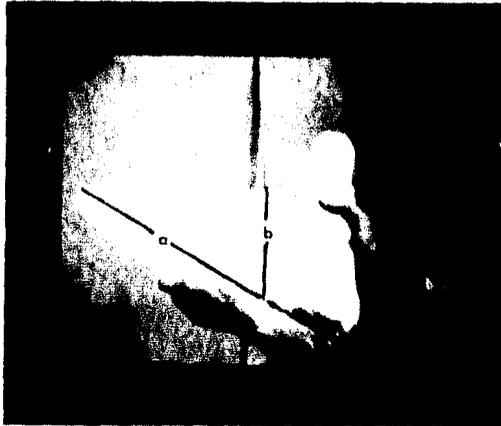


FIG. 3. Sitio donde se efectúan las mediciones. Determinación de longitud alar (a) y de la tras ala (b) en palomas mensajeras.



FIG. 4. Anillo de identificación cuando el pichón cumple 7 días de edad.

Los animales motivo de este estudio se identificaron insertando en la pata izquierda un anillo de aluminio con el número progresivo del lote, el año de nacimiento y el club Colombófilo, anillo que se insertó cuando éstos cumplían siete días de edad. (fig. 4).

Con el objeto de observar la relación entre las características de la estructura alar evaluados se determinó según Downie y Heath (1979), que el coeficiente de la relación mediante la fórmula R_{xy} .

$$R_{xy} = \frac{\text{cov } xy}{\sqrt{(\text{var } x) (\text{var } y)}}$$

$$R_{xy} = \frac{\sum xy - (\sum x) (\sum y) / n}{\sqrt{(\sum x^2 - (\sum x)^2 / n) (\sum y^2 - (\sum y)^2 / n)}}$$

En dónde:

xy , es igual a la covarianza entre la variable de xy como se definió anteriormente.

$y^2 - (\sum x)^2 / n$, es la varianza de la característica x .

$y^2 - (\sum y)^2 / n$, es la varianza de la característica y .

RESULTADOS

El promedio, desviación estandar y coeficiente de variación para la población en general durante el lapso de tiempo considerando se presenta para cada característica en el cuadro uno, la tendencia de distribución de la longitud del ala, tras ala y la superficie alar por generación se representan en las gráficas 1 a 27.

Cuadro 1. Parámetros poblacionales, media (\bar{x}), desviación estandar (s) y coeficiente de variación (cv) para las características de estructura alar, evaluadas en una población de palomas mensajeras (Columba livia).

PARAMETROS POBLACIONALES	1978	1979	1980	1981	1982
Número de individuos	58	48	82	98	63
Longitud de Ala (cm)	28.13	28.58	28.20	28.2	27.87
\bar{x} Ancho de tras ala (cm)	12.31	10.79	11.79	12.34	12.05
Superficie alar (cm ²)	276.30	294.02	275.66	304.24	291.03
Longitud de Ala (cm)	1.24	1.05	1.09	0.99	0.86
S Ancho de tras ala (cm)	0.48	0.48	0.40	0.44	0.60
Superficie alar (cm ²)	24.68	28.45	34.50	53.06	31.72
Longitud de Ala %	4.4	3.68	3.87	3.51	3.06
CV Ancho de tras ala %	3.89	4.43	3.42	3.57	4.98
Superficie alar %	8.93	9.68	12.52	17.43	10.90

La correlación entre las características evaluadas se presentan en el Cuadro número 2.

Cuadro No. 2.- Correlación entre las características de estructura alar evaluadas en una población de palomas mensajeras (Columba livia).

CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES.	1978	1979	1980	1981		1982	
				p1	P2	P1	P2
r LaTa	0.35	0.43	1.15	0.34	0.11	0.024	0.31
r LaSa	0.79	0.64	0.66	0.10	0.28	0.40	0.77
r TaSa	0.30	0.56	0.76	0.29	0.09	0.74	0.15

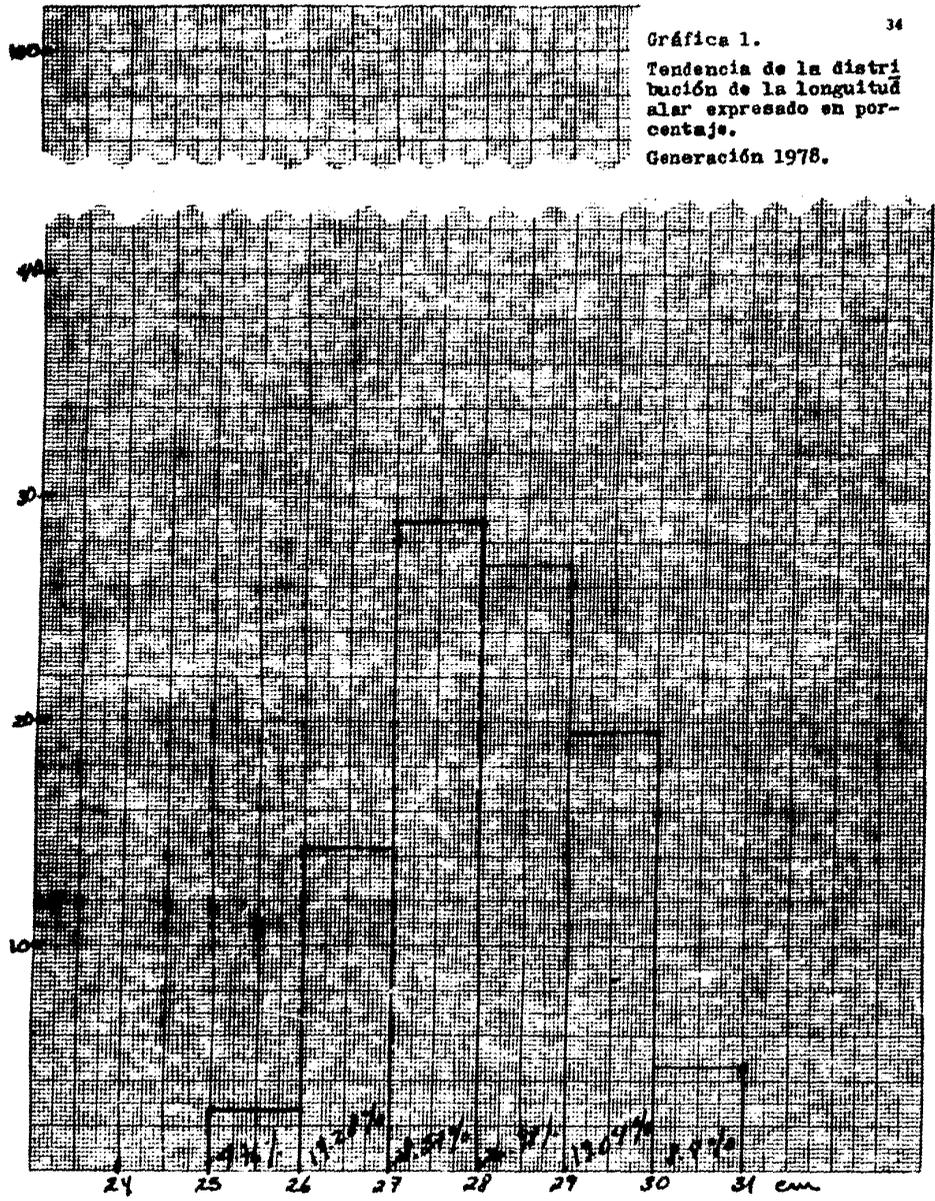
- r Representa el coeficiente de correlación entre las variables.
- La Representa la longitud alar
- Ta Representa la Tras ala
- Sa Representa la Superficie alar
- P1 Representa la población 1
- P2 Representa la población 2

La heredabilidad para las características consideradas se presentan en el cuadro número tres.

Cuadro Núm. 3.- Valor de heredabilidad obtenido para cada característica de estructura alar en (Columba livia)

CARACTERISTICA	1978	1979	1980	1981 P1	P2	1982 P1	P2
LONGITUD ALAR	0.005	0.29	0.85	0.15	0.19	0.23	0.29
ANCHO DE TRASALA	0.673	0.05	0.27	0.44	0.14	0.75	0.14
SUPERFICIE ALAR	0.002	2.24	0.21	0.012	0.21	0.56	0.32

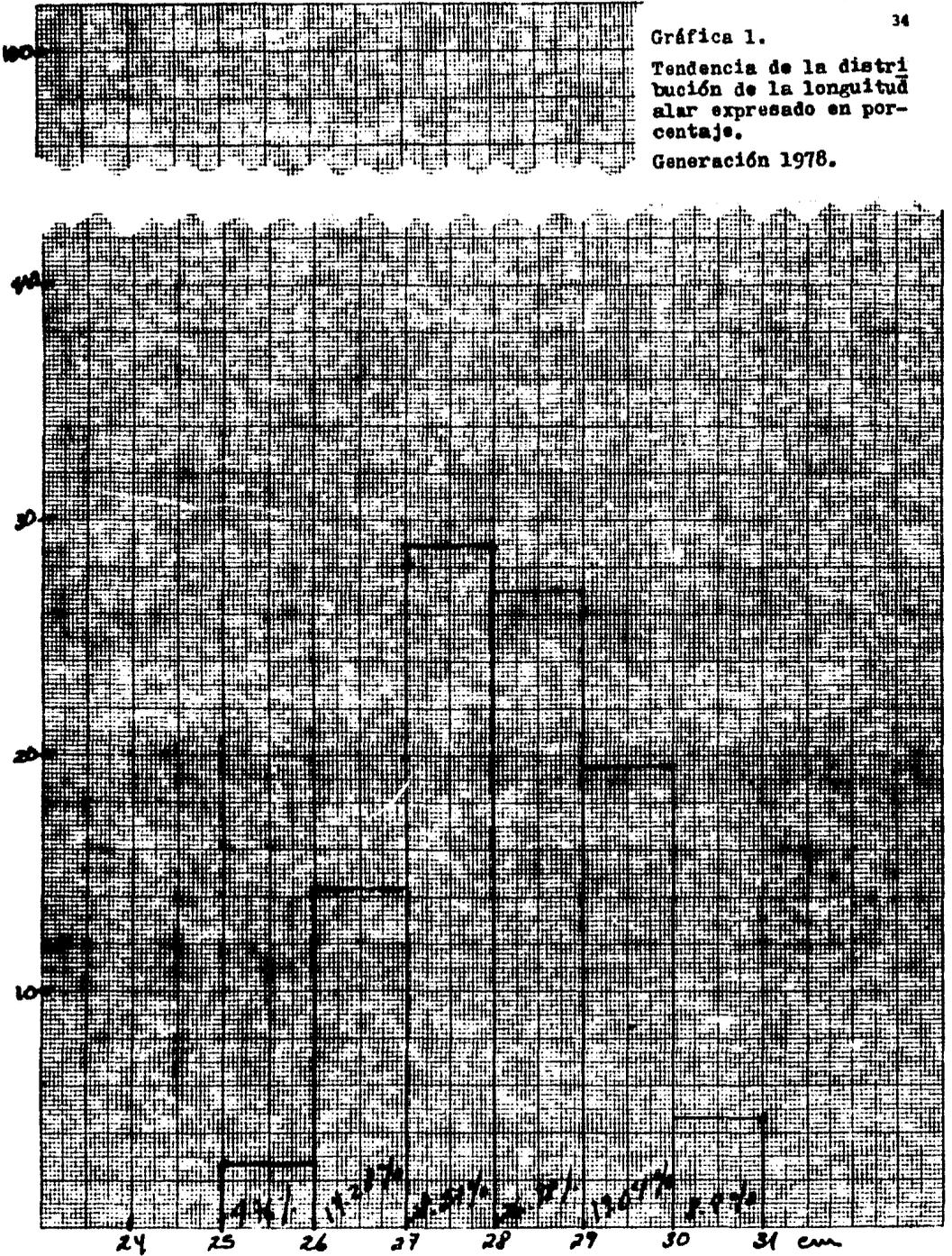
Gráfica 1.
Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentaje.
Generación 1978.



Gráfica 1.

Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.

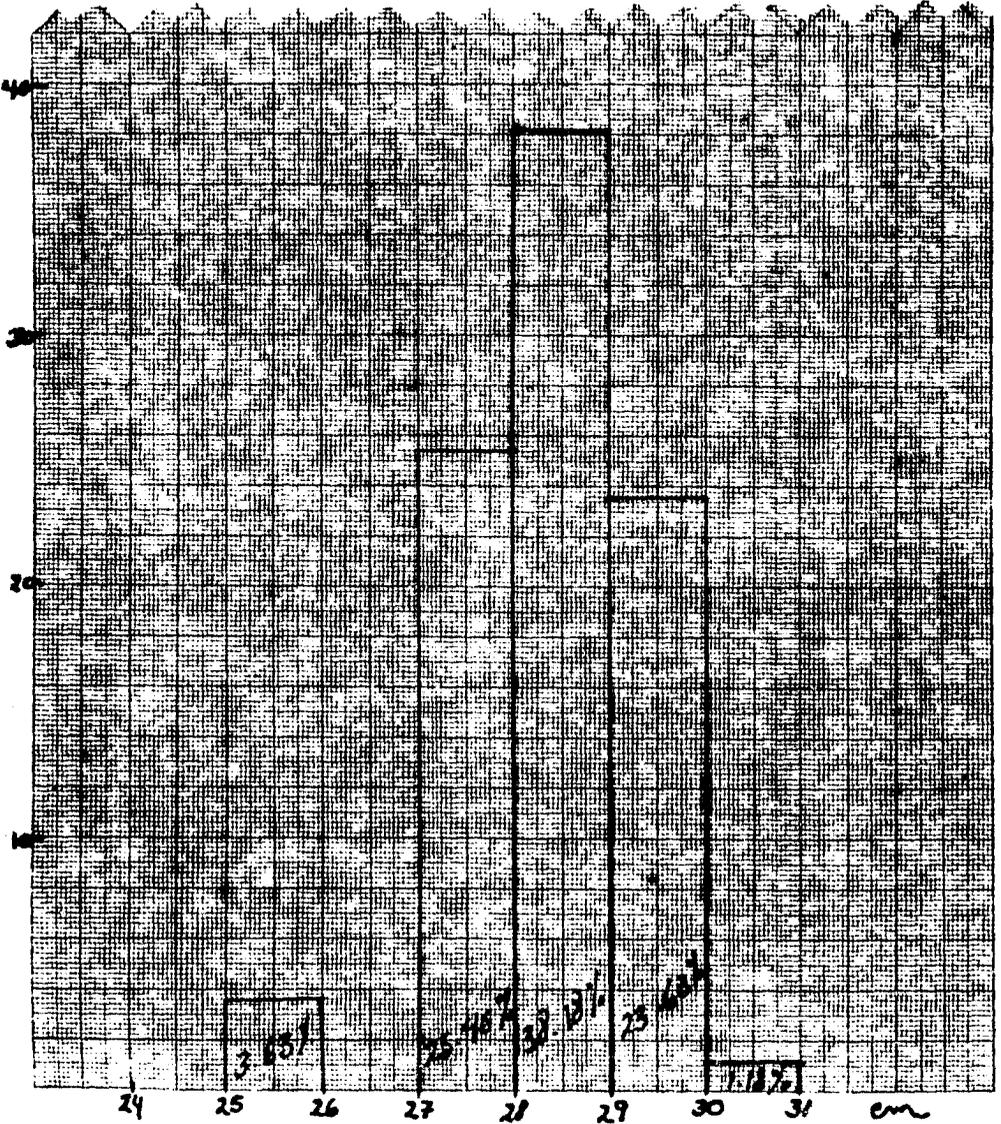
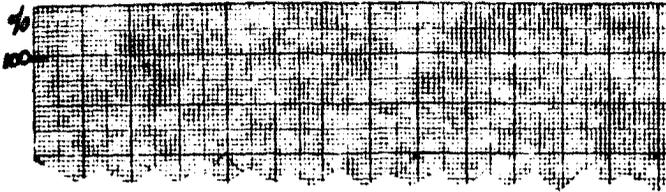
Generación 1978.



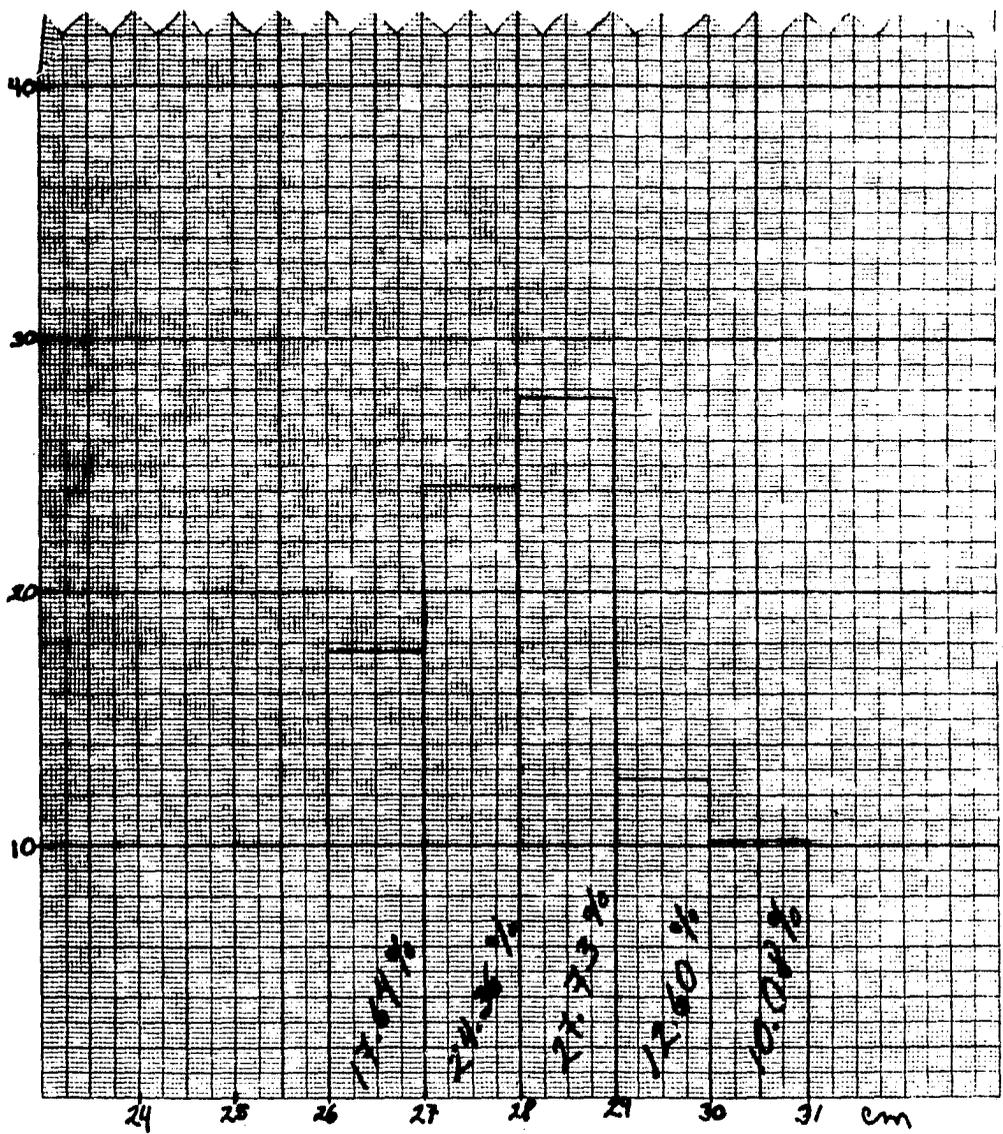
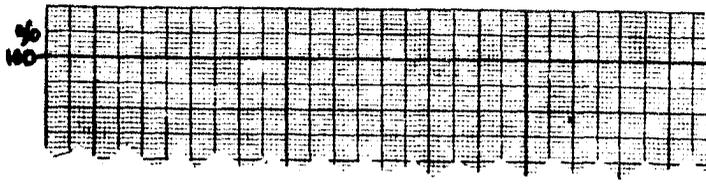
Gráfica 2.

Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.

Generación 1979.



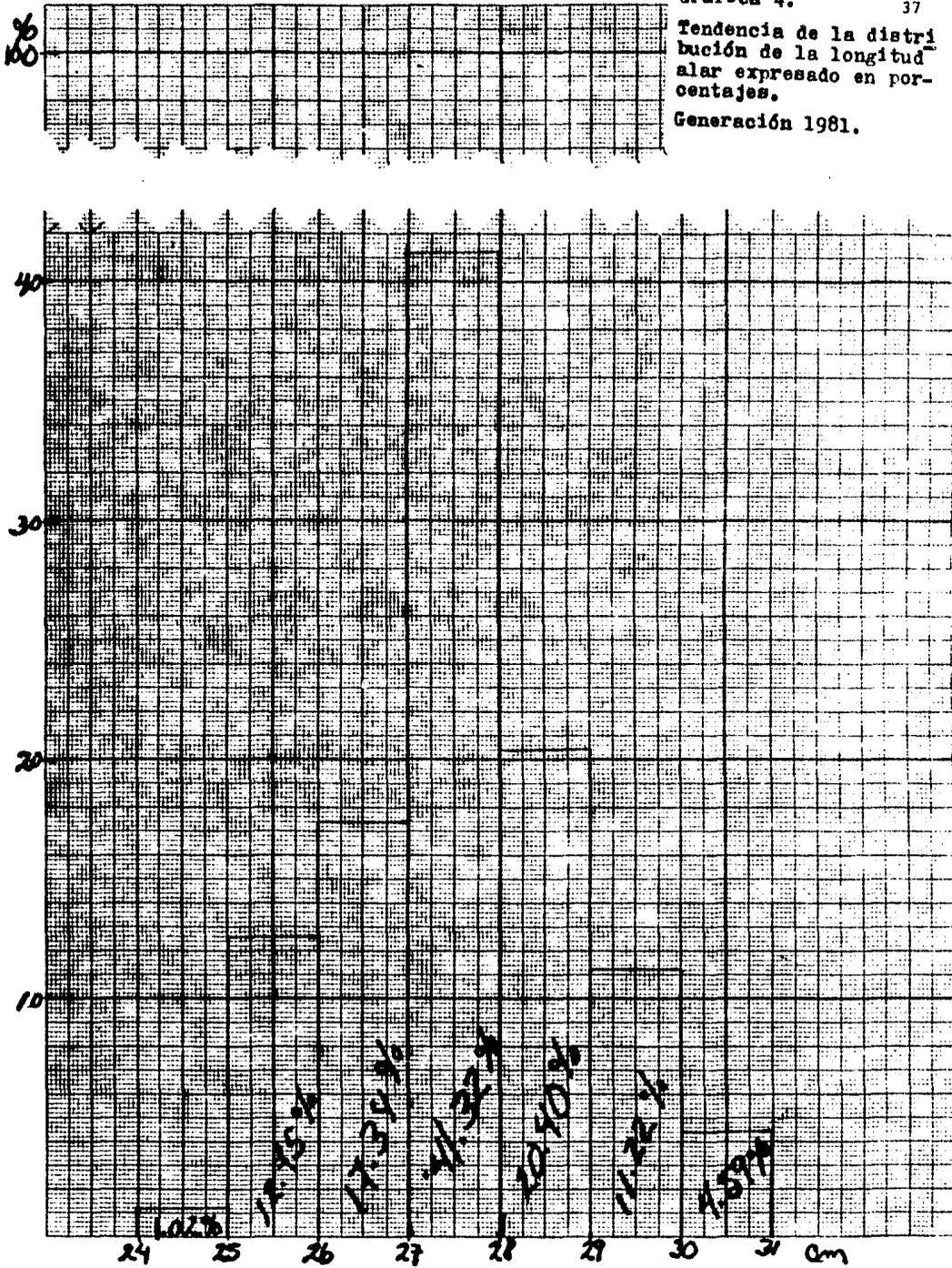
Gráfica 3. 36
 Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.
 Generación 1980.



Gráfica 4.

Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.

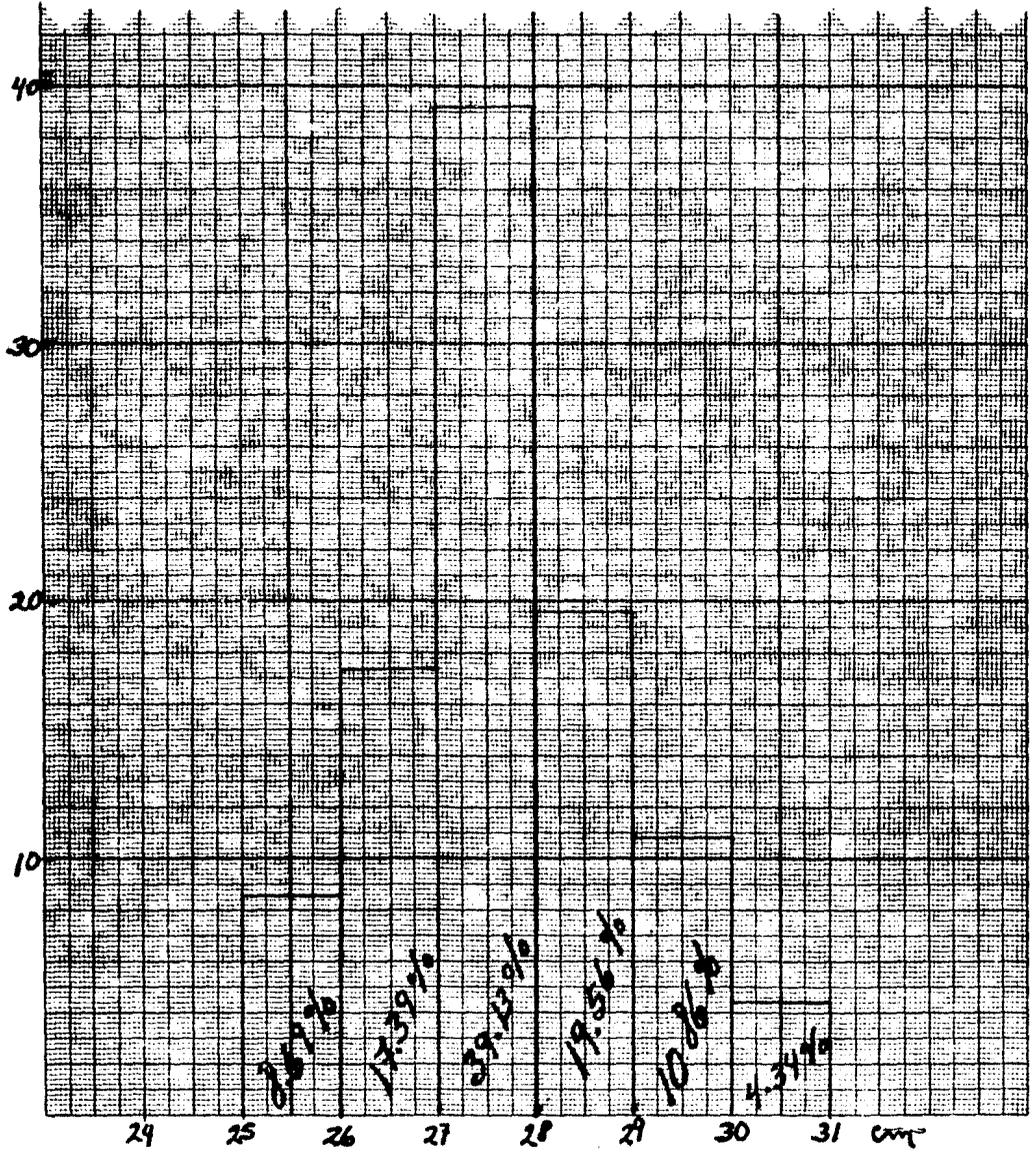
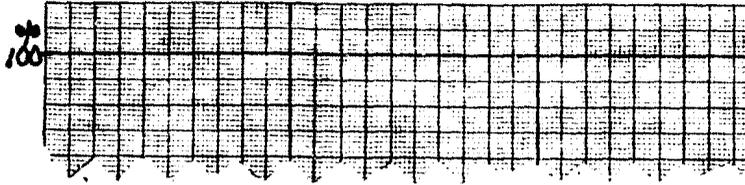
Generación 1981.



Gráfica 5.

Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.

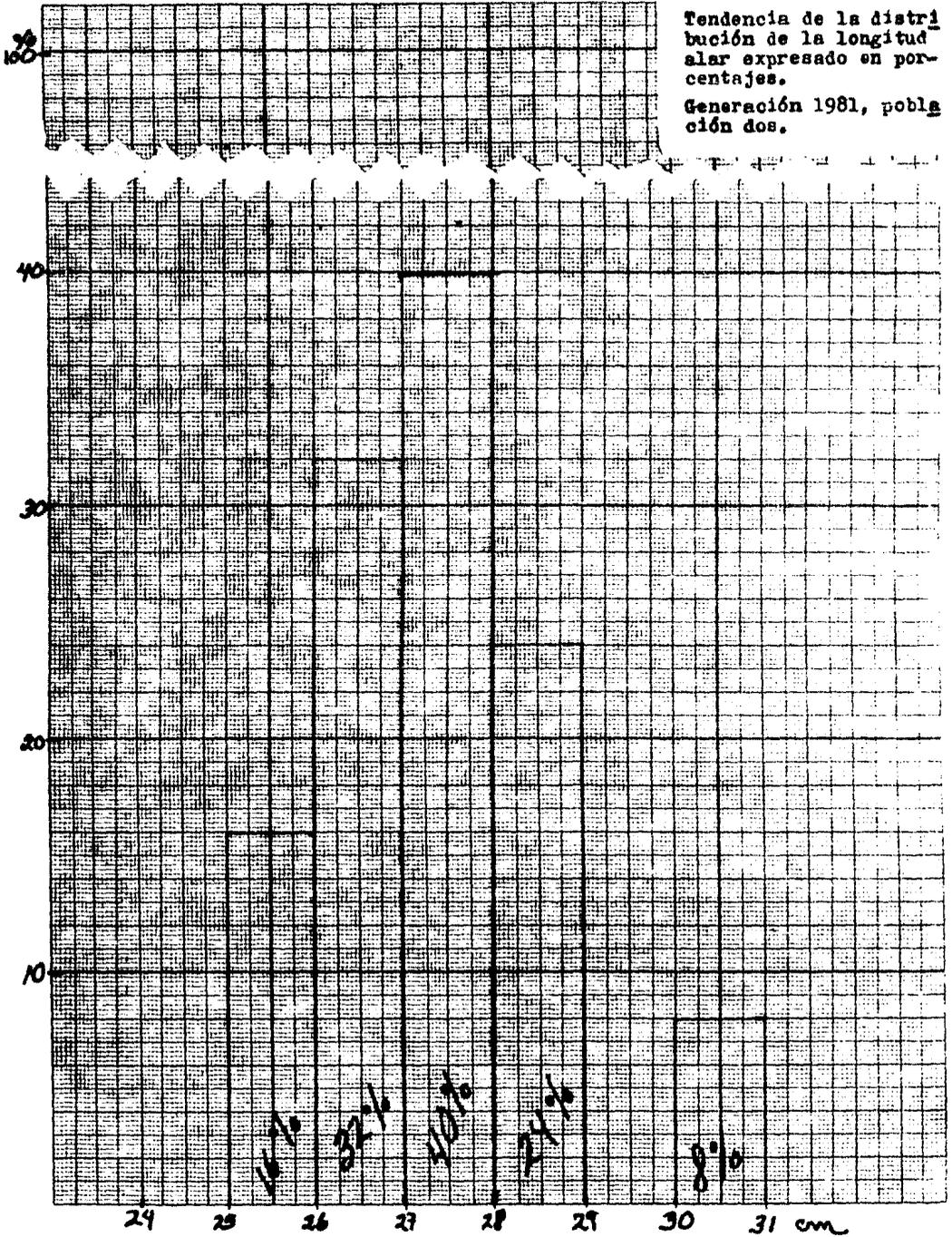
Generación 1981, población uno.



Gráfica 6.

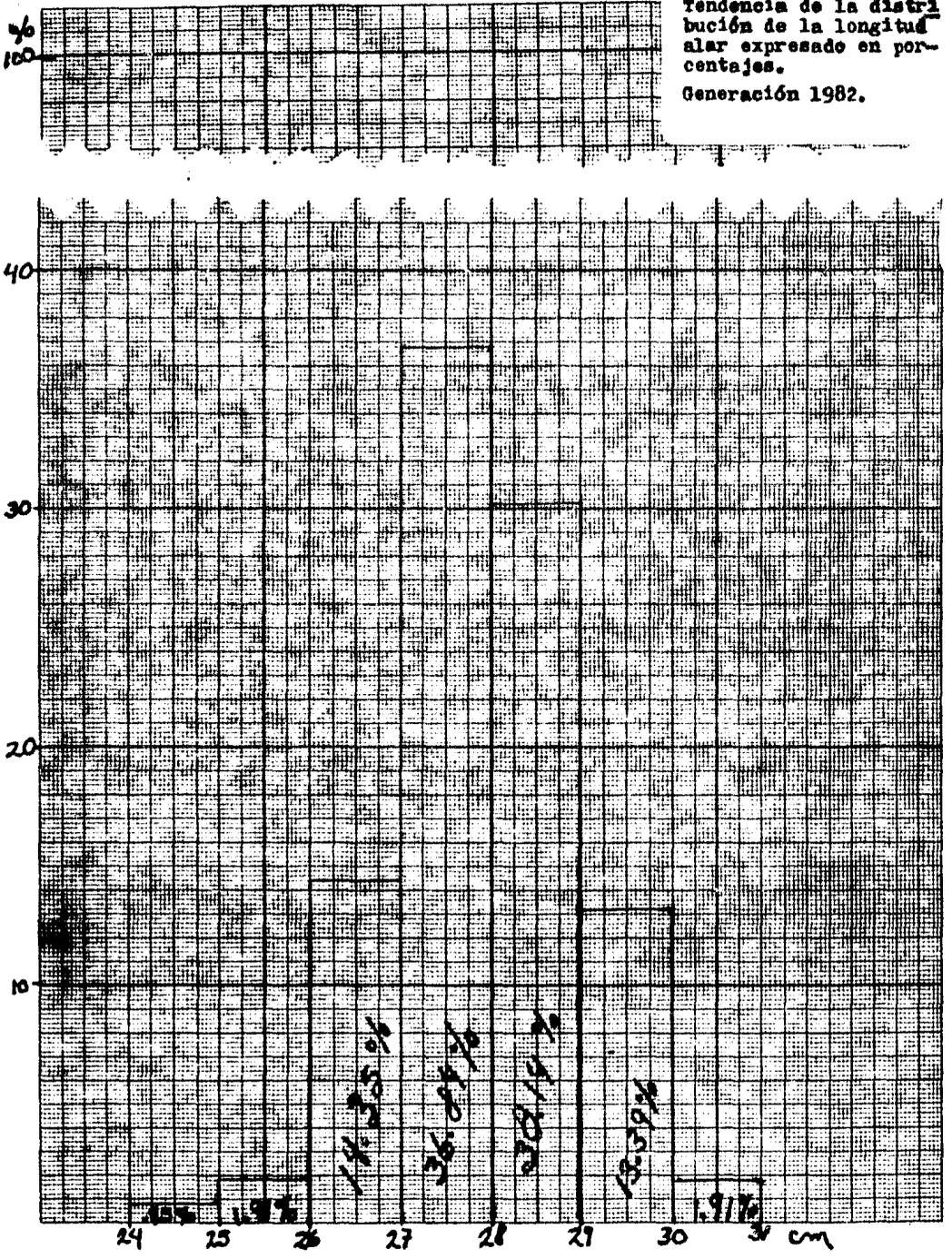
Tendencia de la distribución de la longitudinal expresado en porcentajes.

Generación 1981, población dos.



Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.

Generación 1982.



Gráfica 8.

Tendencia de la distribución de la longitud alar expresado en porcentajes.

Generación 1982, población uno.

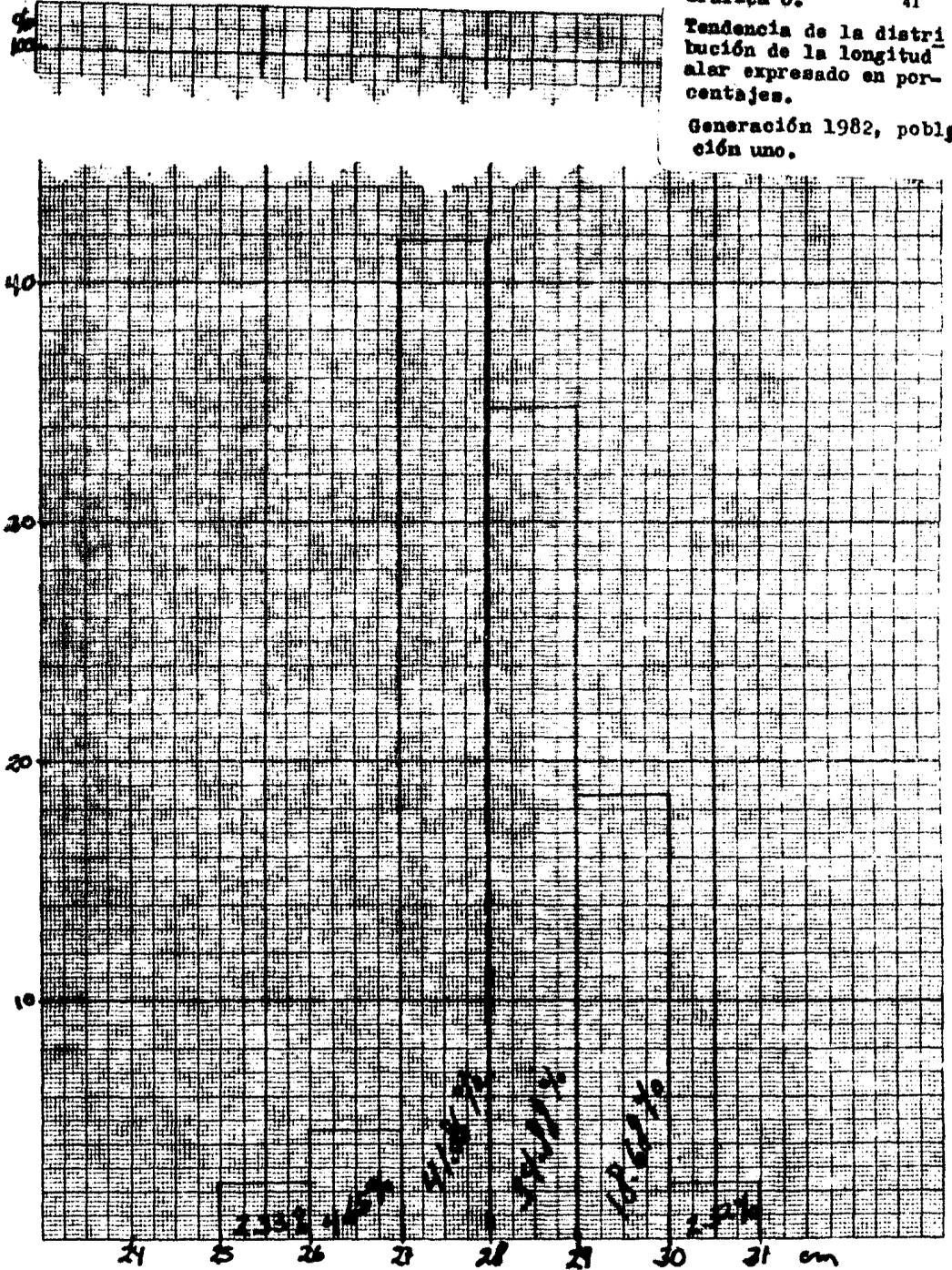
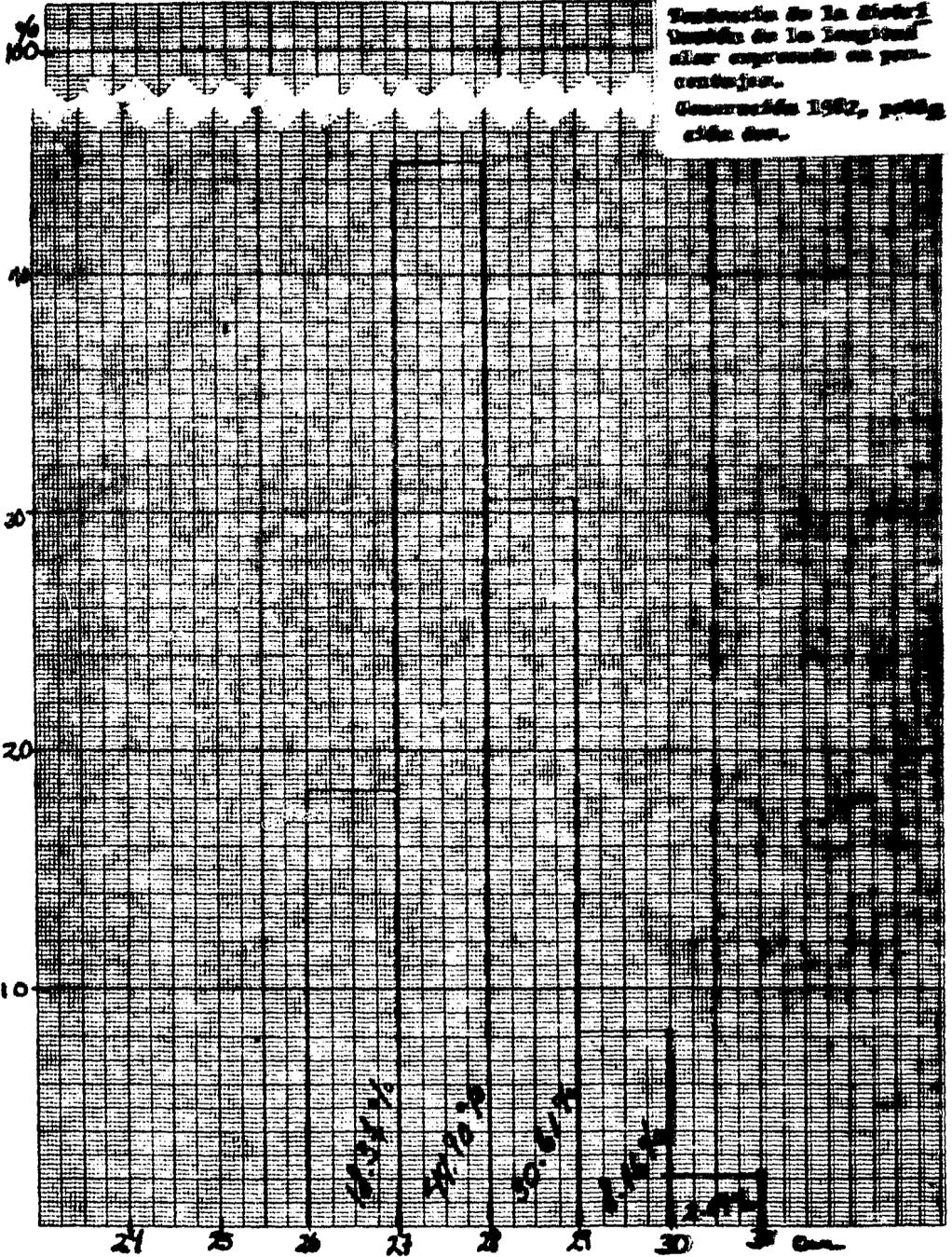


Gráfico 9.

42

Tendencia de la Mortalidad de las langostas alar expresada en porcentajes.

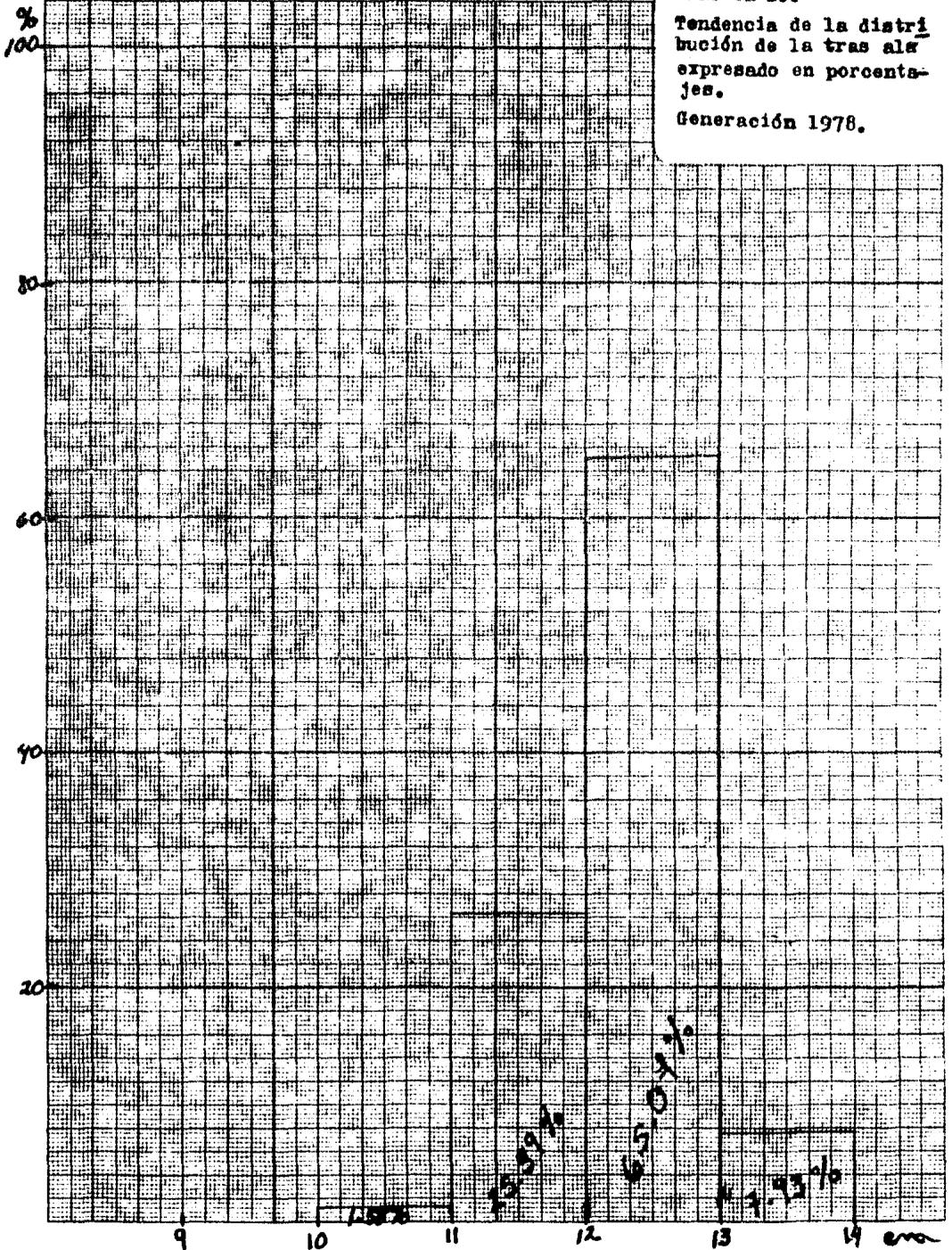
Generación 1987, 1988 y 1989.



Gráfica 10.

Tendencia de la distribución de la tras ala expresado en porcentajes.

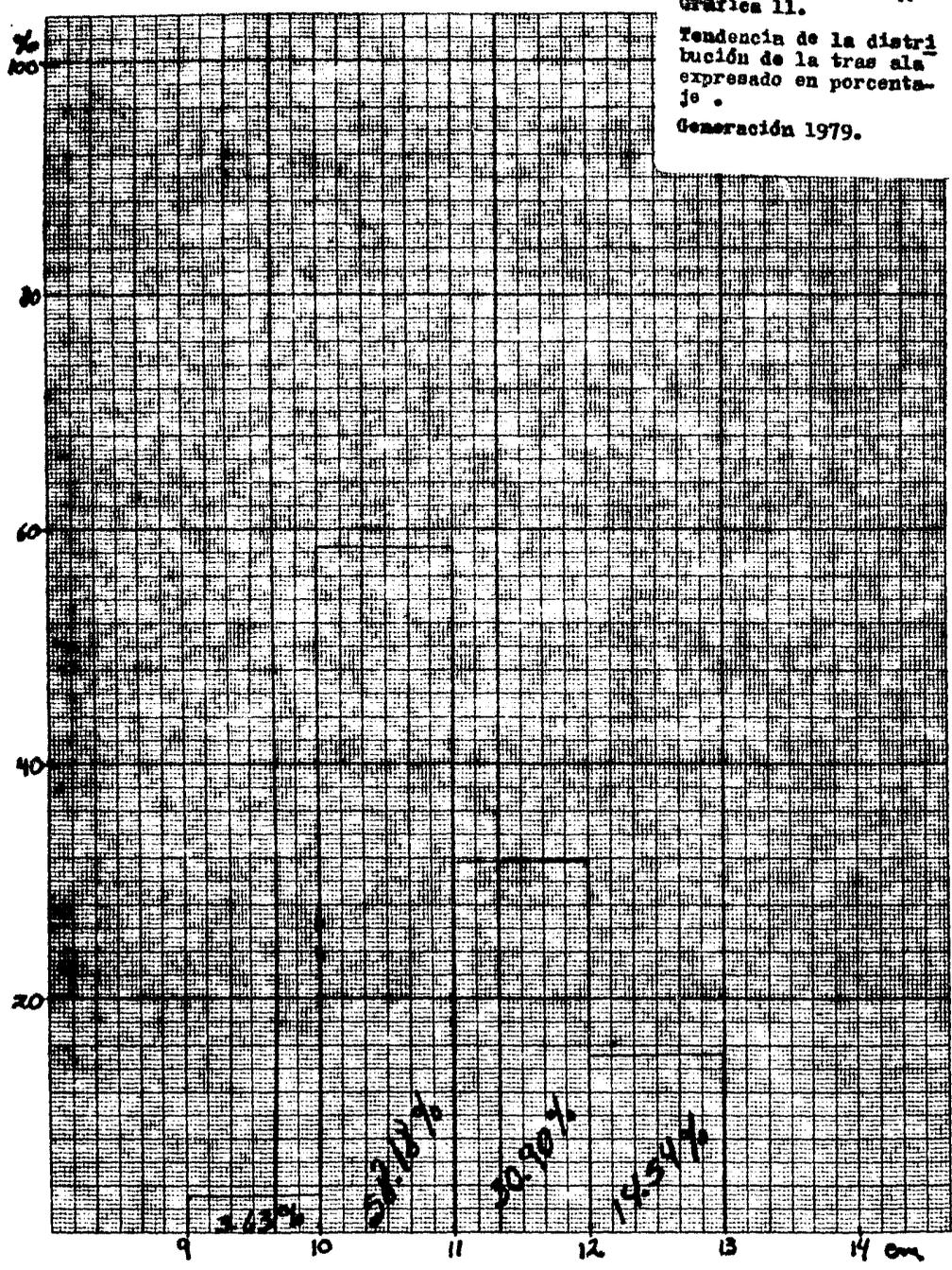
Generación 1978.



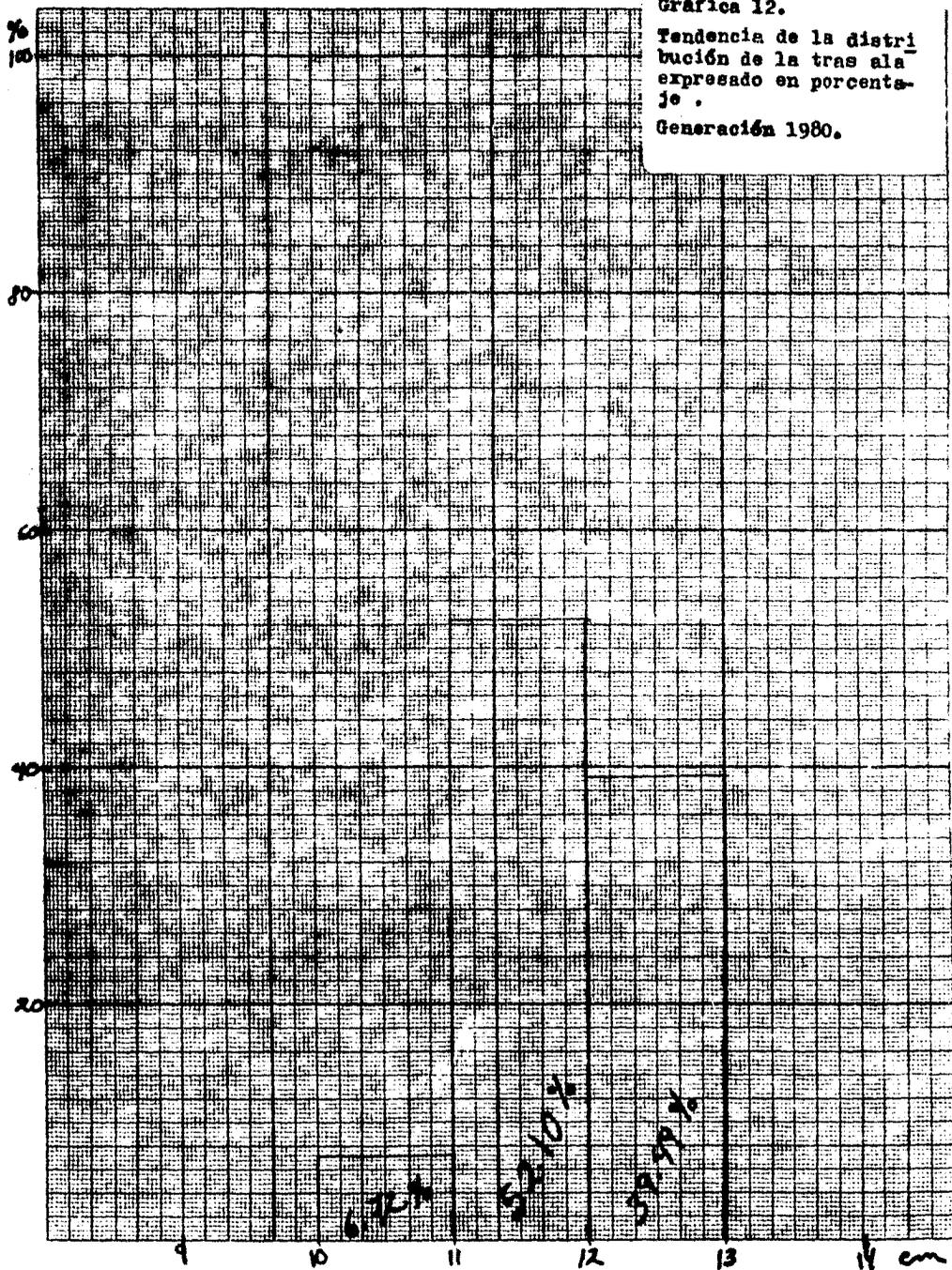
Gráfica 11.

Tendencia de la distribución de la tras ala expresado en porcentaje .

Generación 1979.



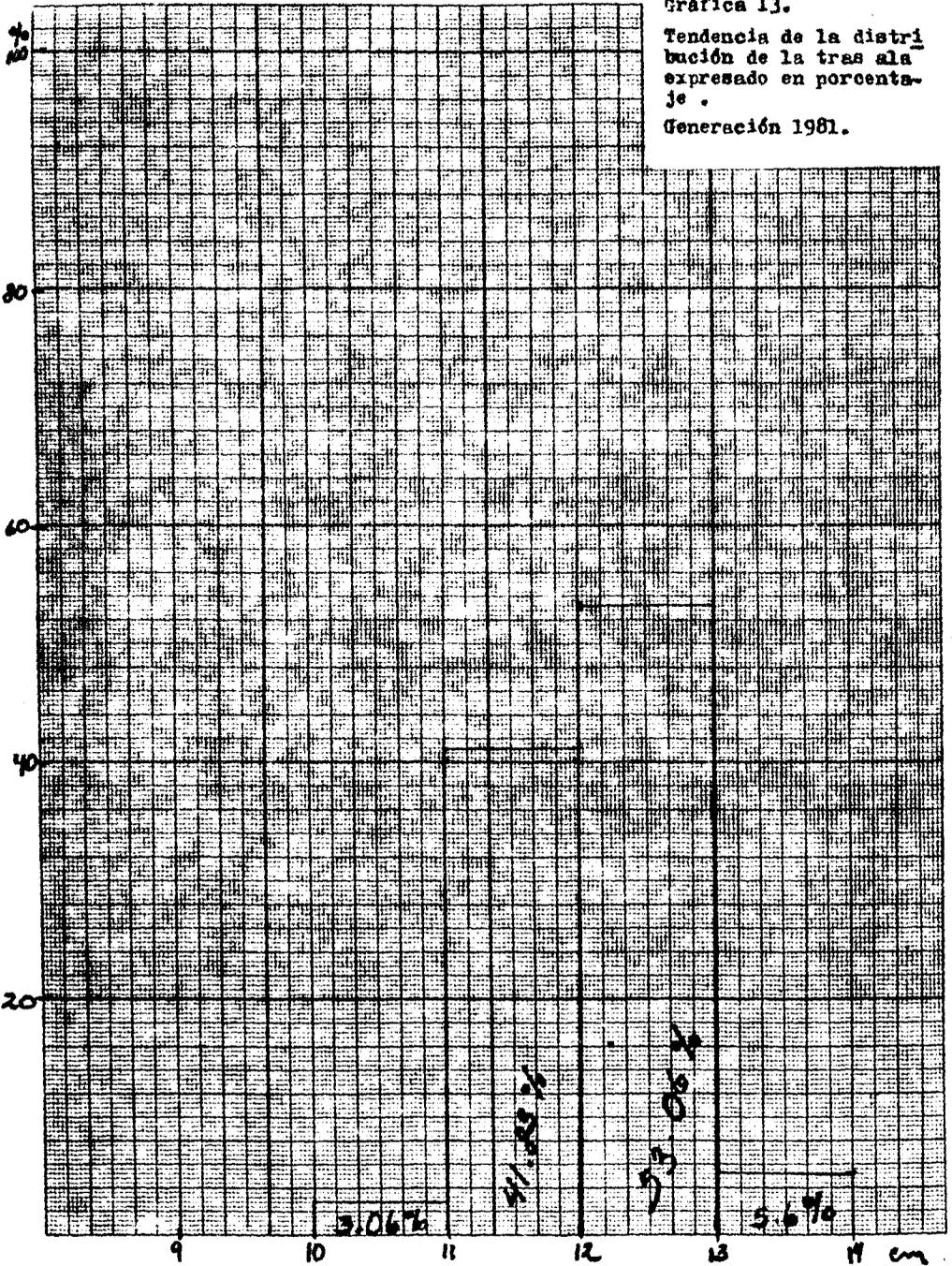
Gráfica 12.
Tendencia de la distribución de la tras ala expresado en porcentaje .
Generación 1980.



Gráfica 13.

Tendencia de la distribución de la trasala expresado en porcentaje.

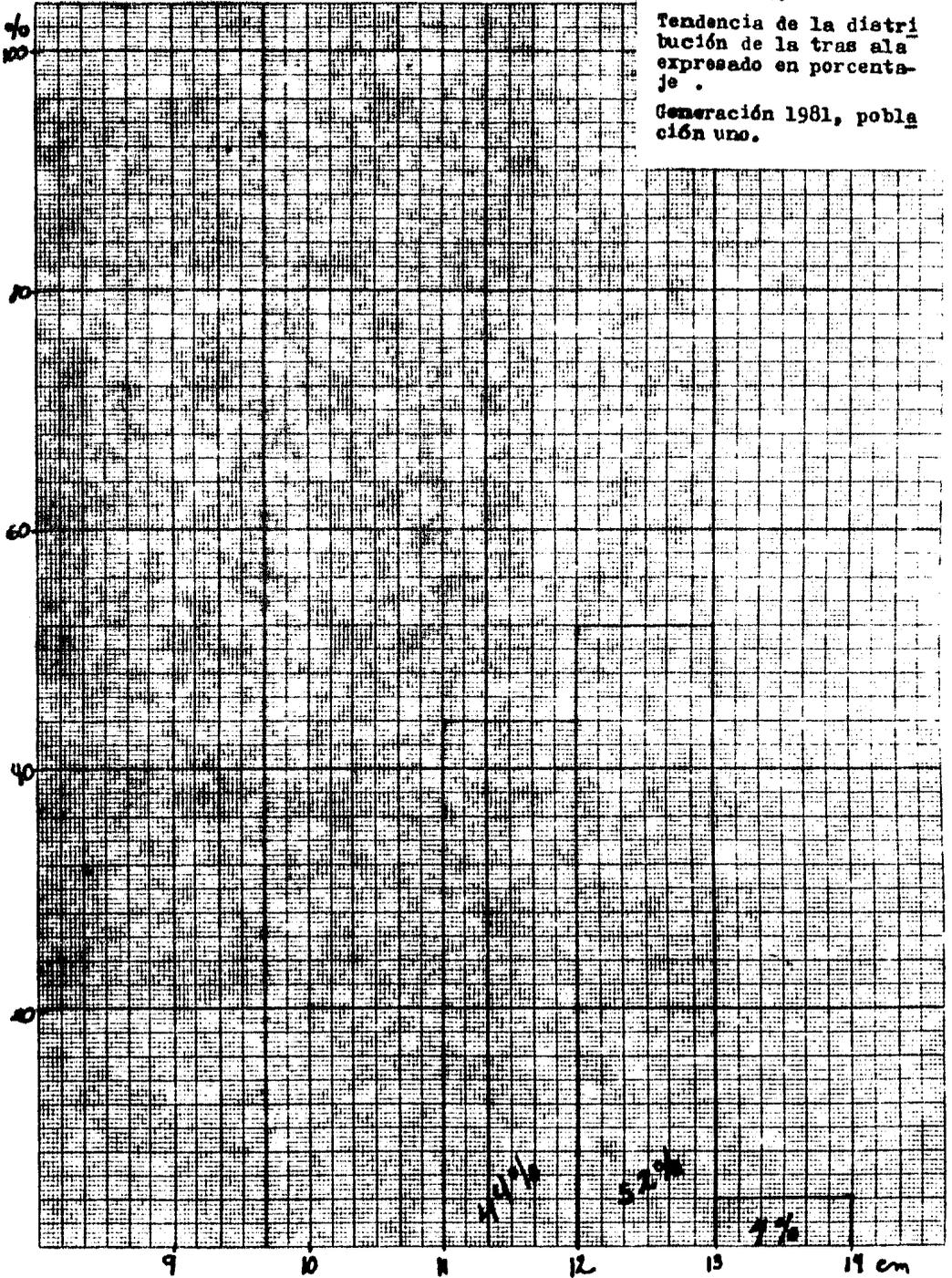
Generación 1981.



Gráfica 14.

Tendencia de la distribución de la tras ala expresado en porcentaje .

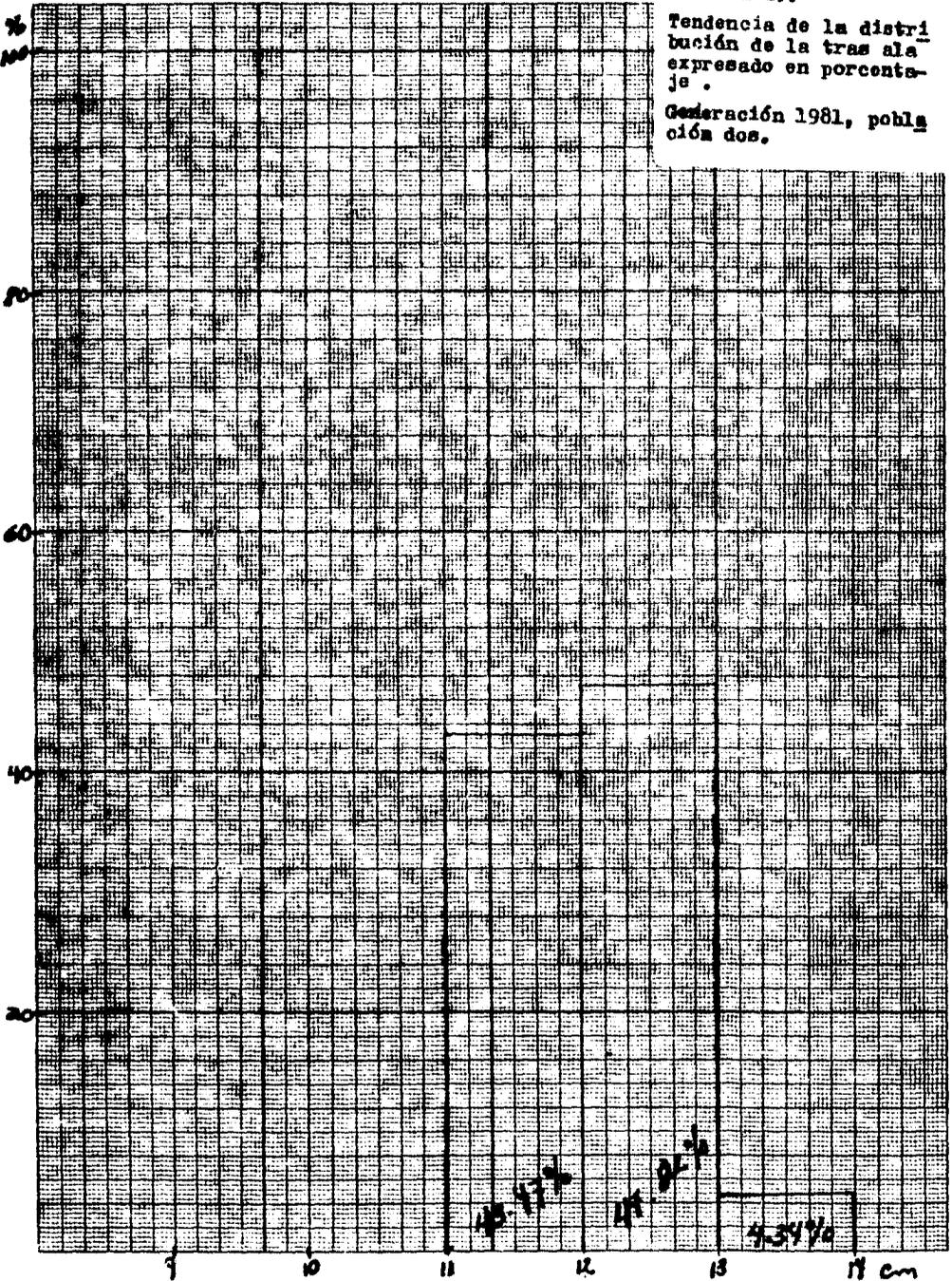
Generación 1981, población uno.



Gráfica 15.

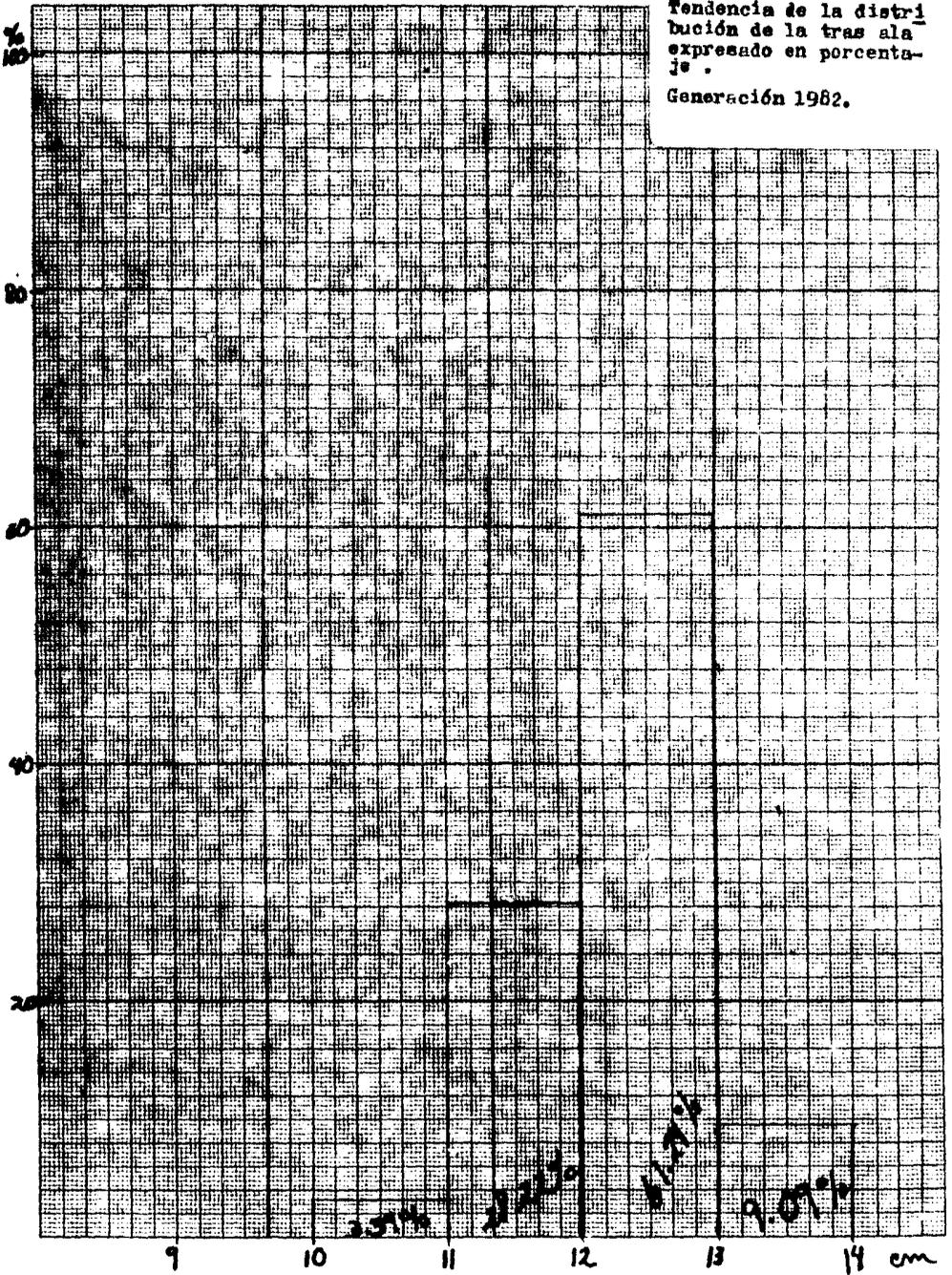
Tendencia de la distribución de la trasala expresado en porcentajes.

Generación 1981, población dos.



Tendencia de la distribución de la tras ala expresado en porcentaje.

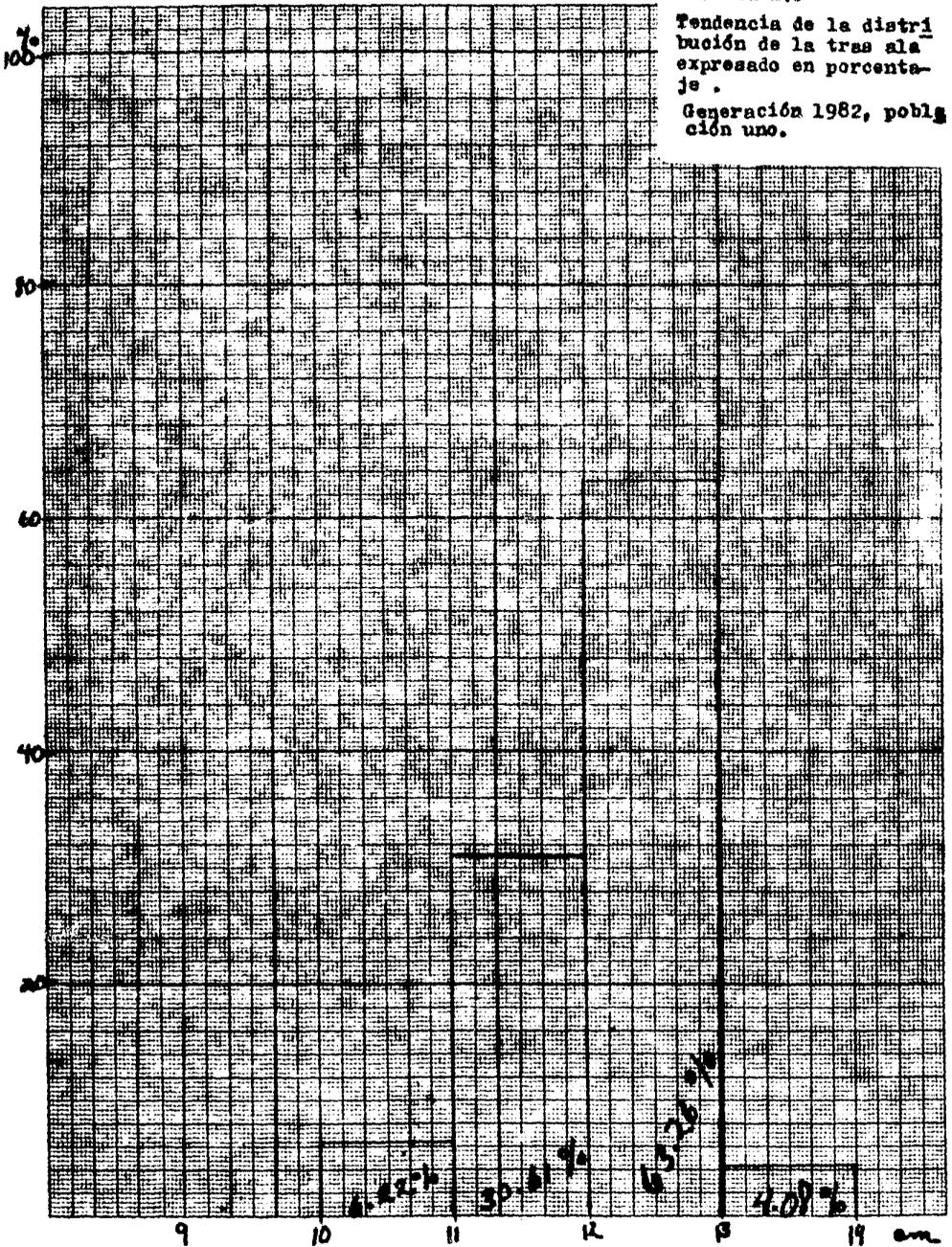
Generación 1982.



Gráfica 17.

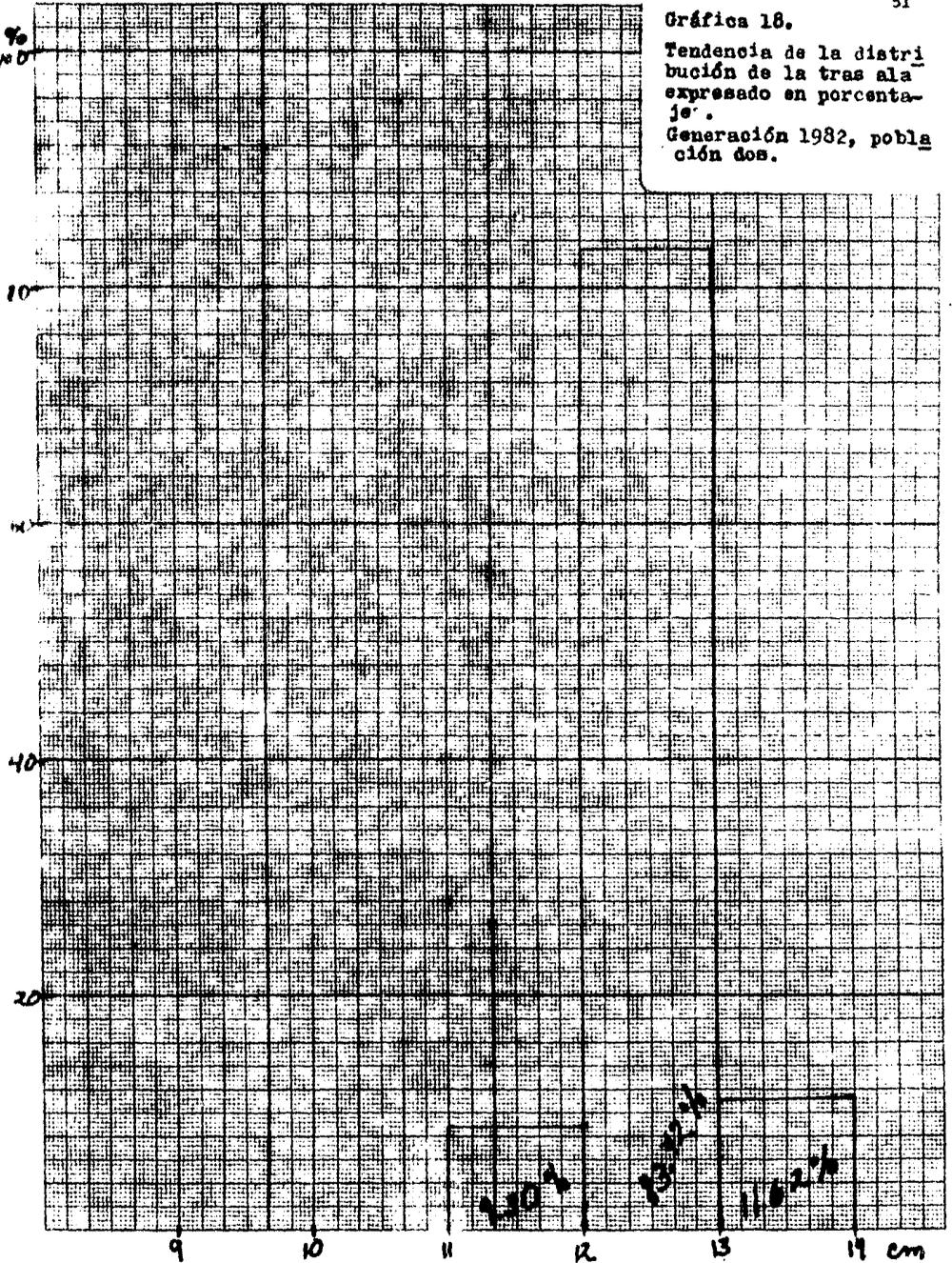
Tendencia de la distribución de la tras ala expresado en porcentaje .

Generación 1982, población uno.



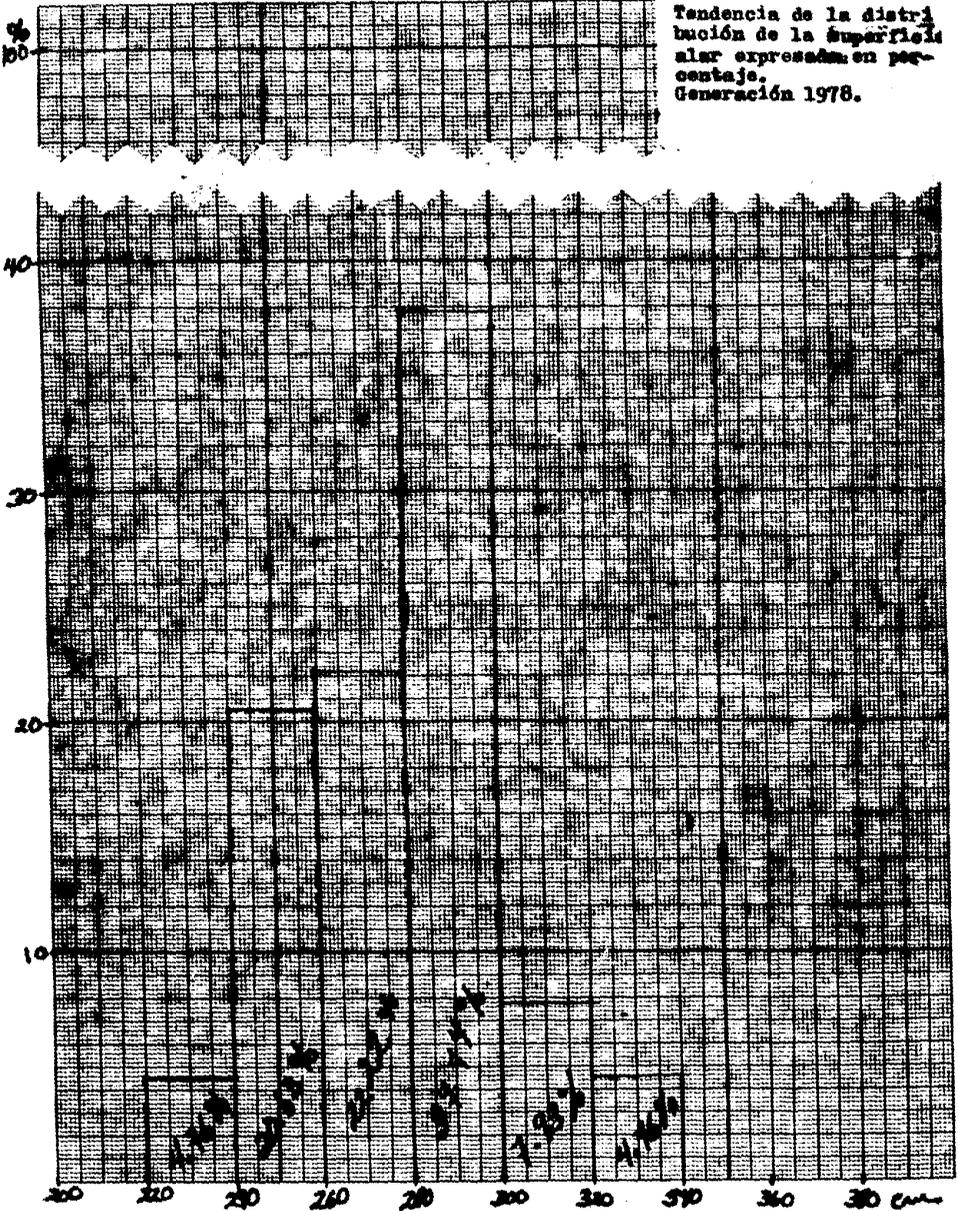
Gráfica 18.

Tendencia de la distribución de la trasala expresado en porcentaje.
Generación 1982, población dos.

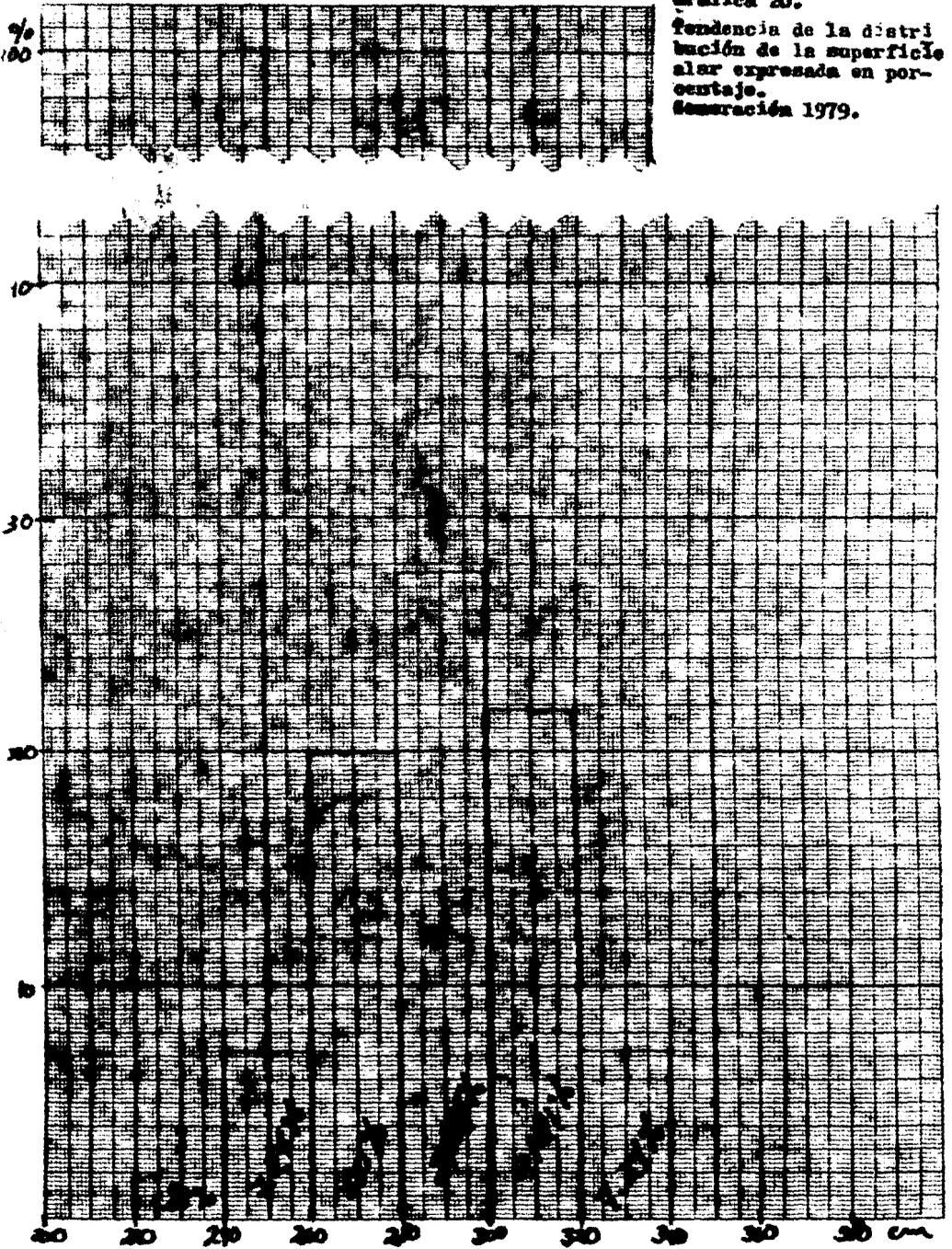


Gráfica 19.

Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje. Generación 1978.

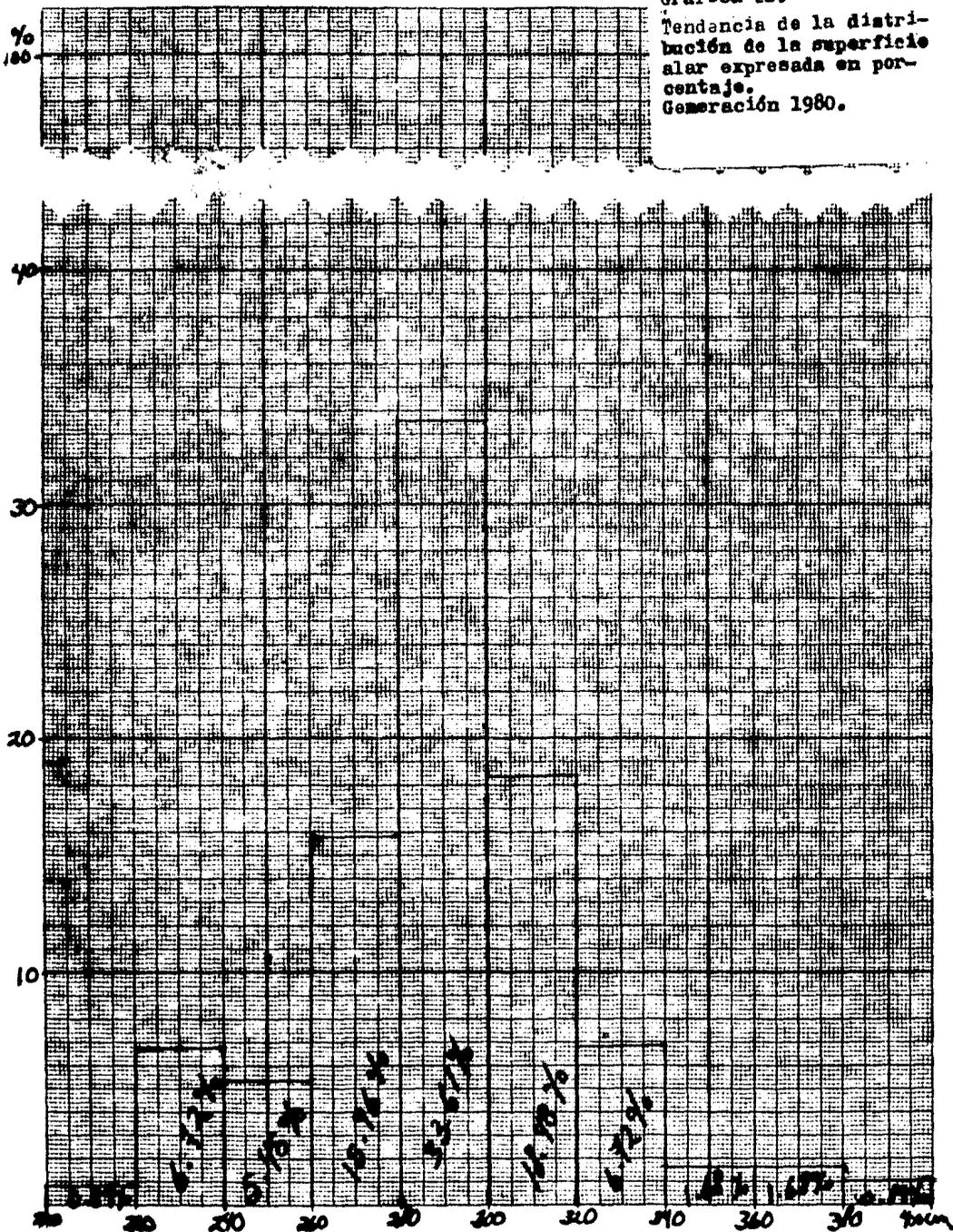


Gráfica 20.
Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje.
Sembración 1979.

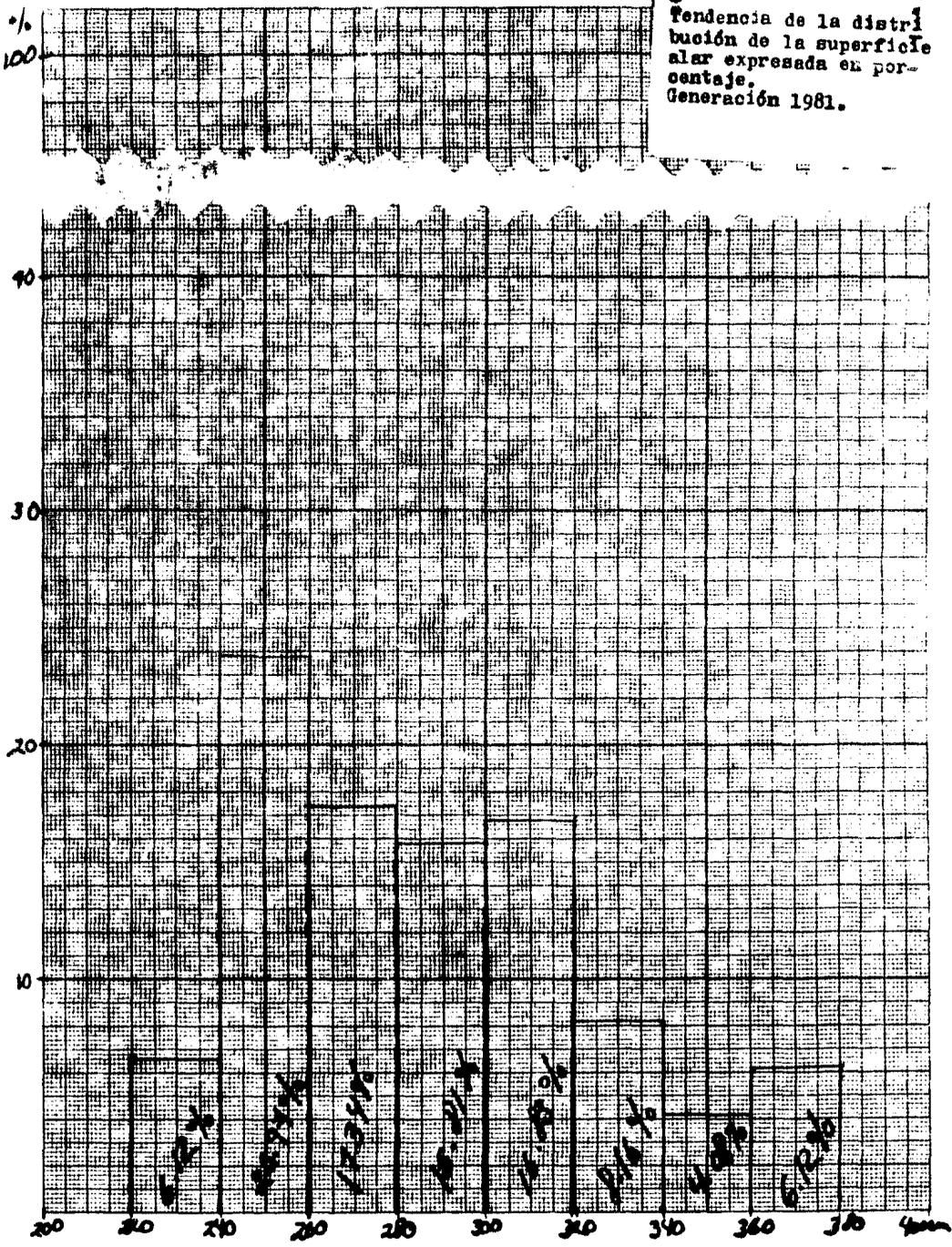


Gráfica 21.

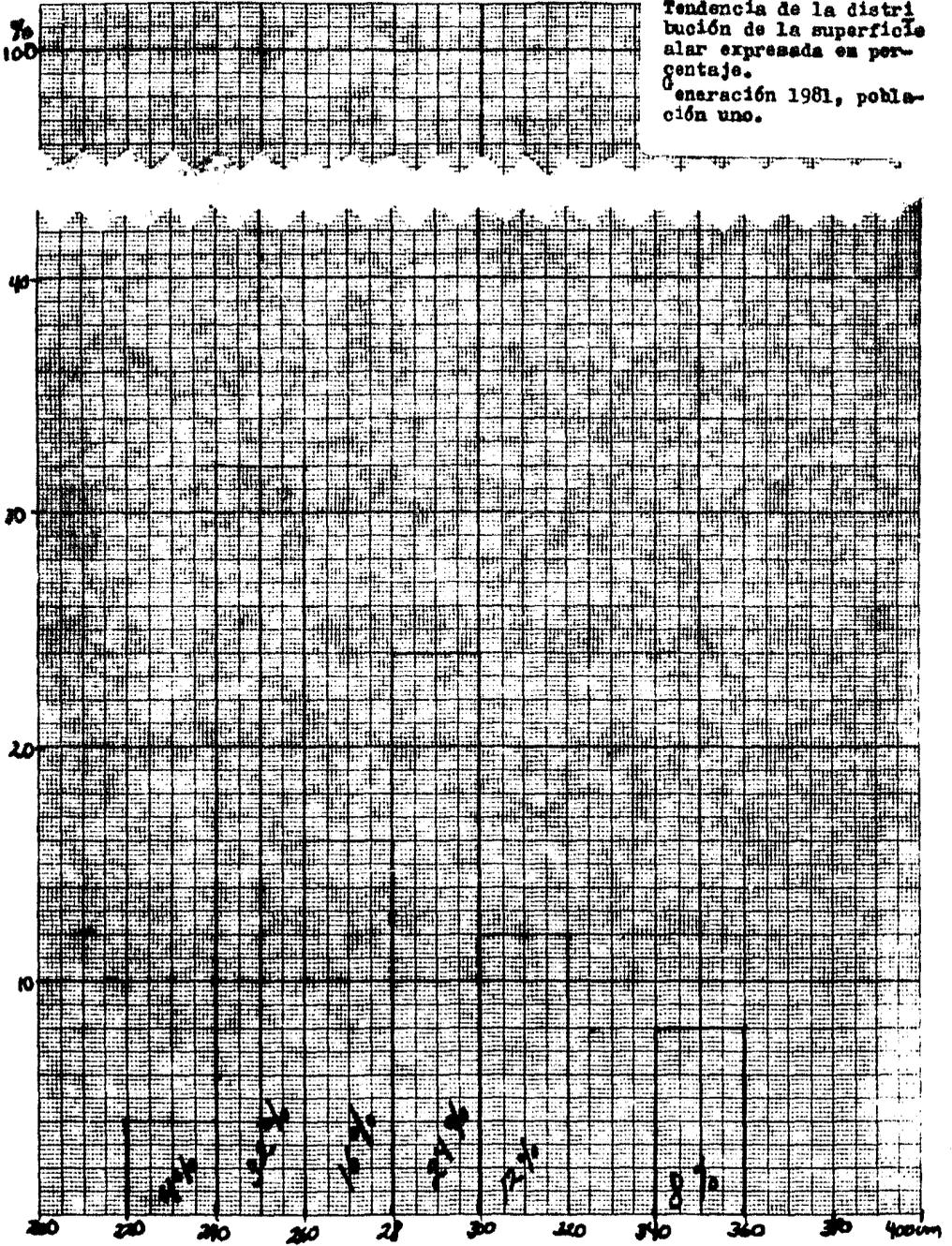
Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje.
Generación 1980.



Grafica 22. 55
 Tendencia de la distribución de la superficie expresada en porcentajes. Generación 1981.

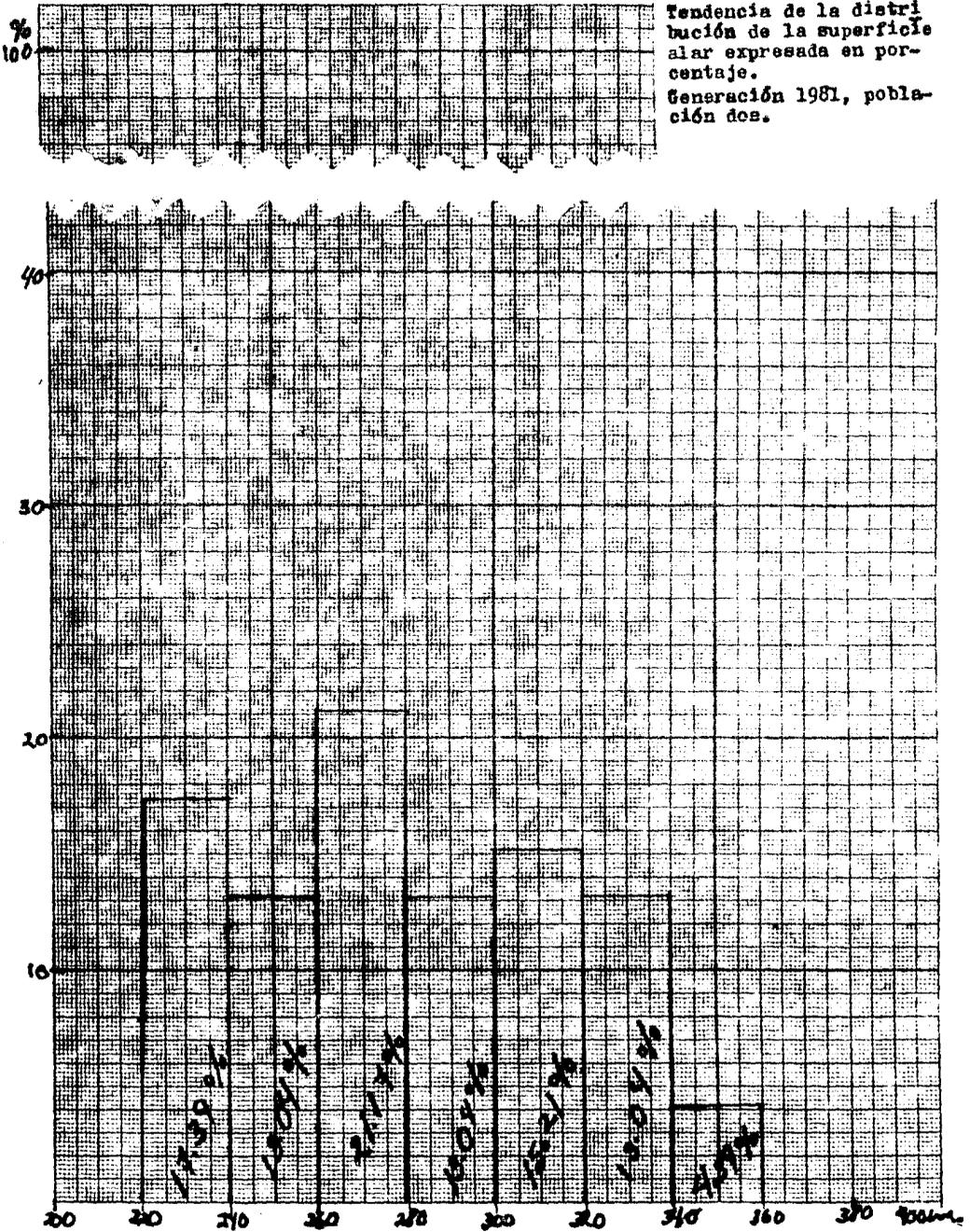


Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje.
 Generación 1981, población uno.



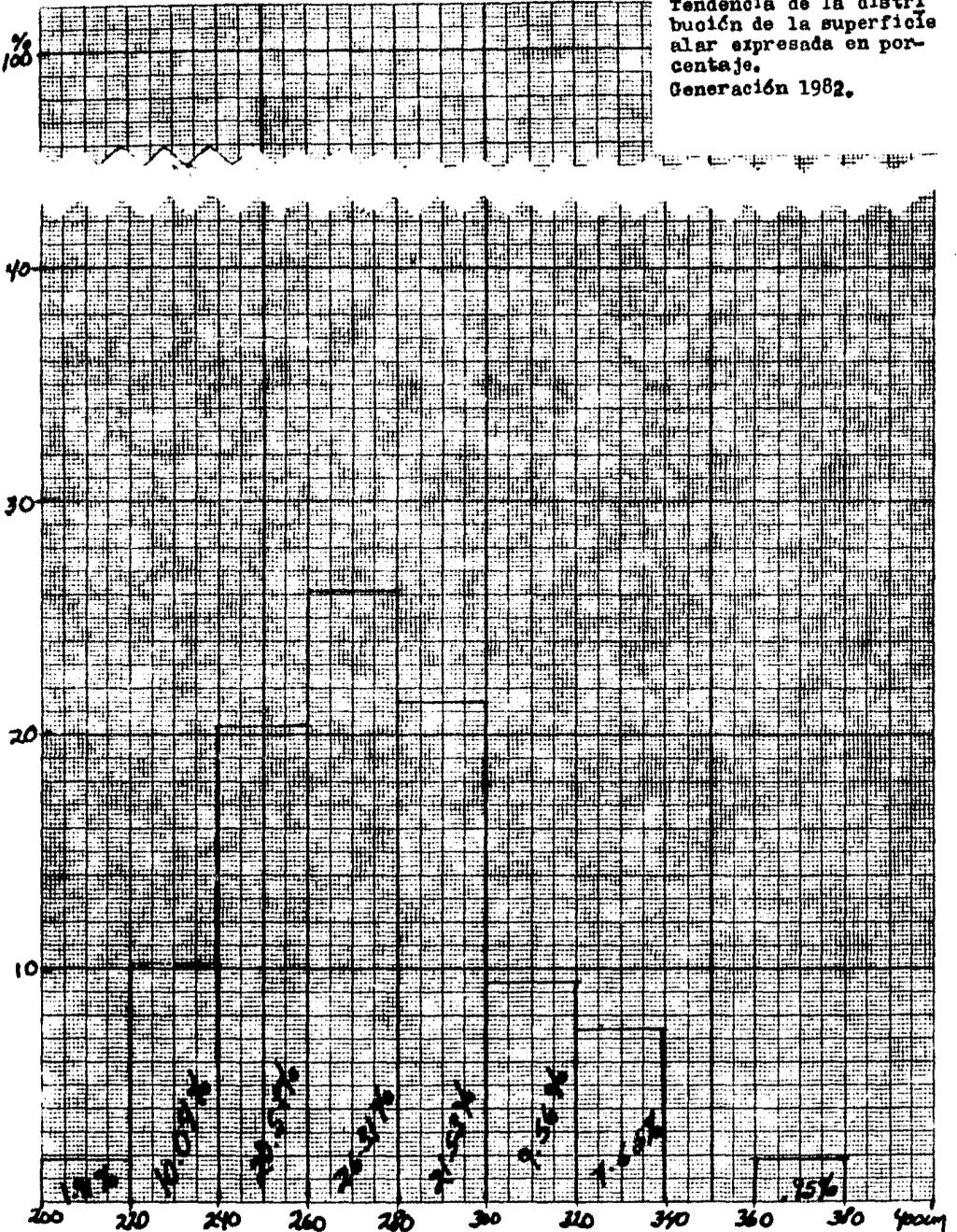
Gráfica 24.

Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje.
 Generación 1981, población dos.



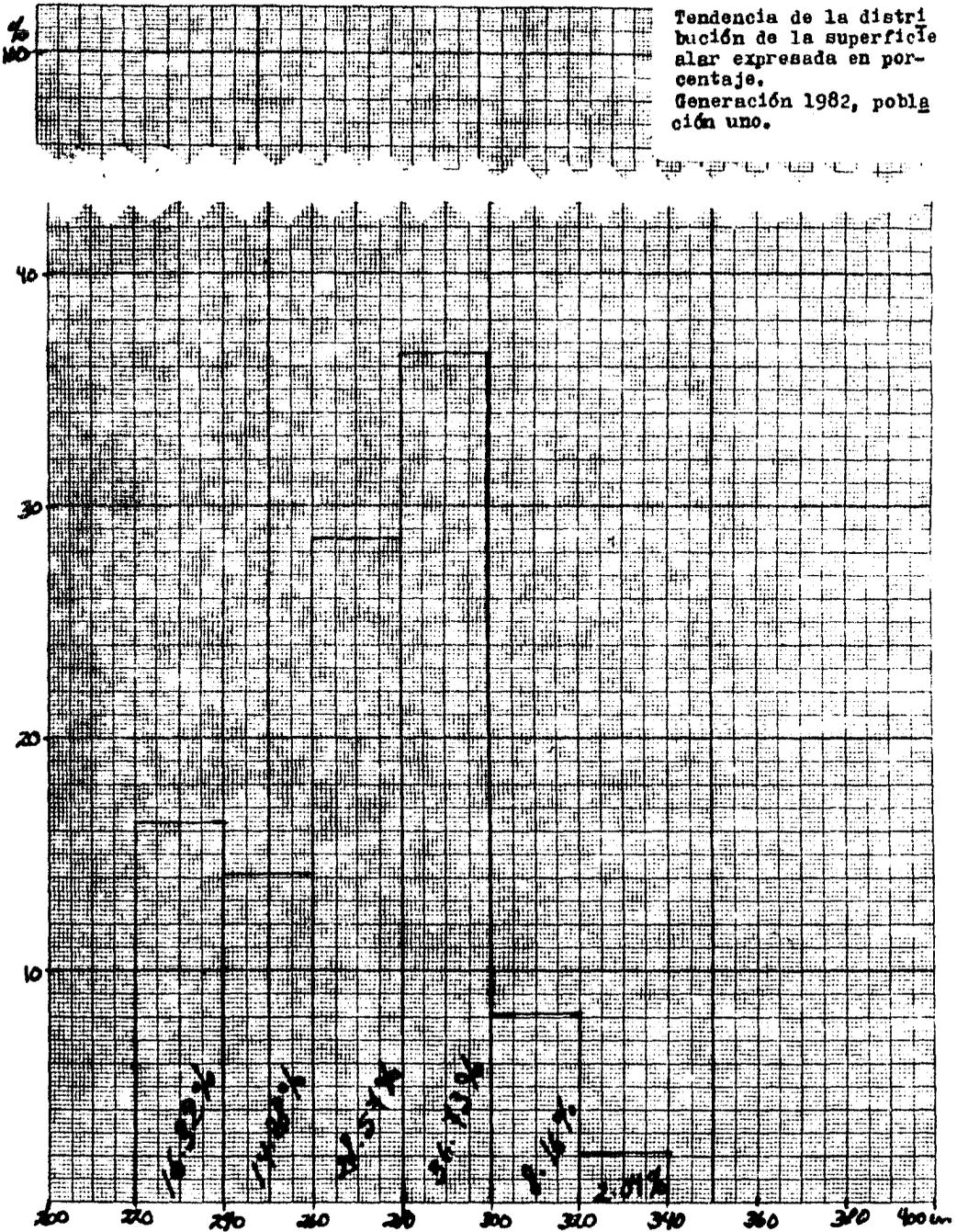
Gráfica 25.

Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje.
Generación 1982.



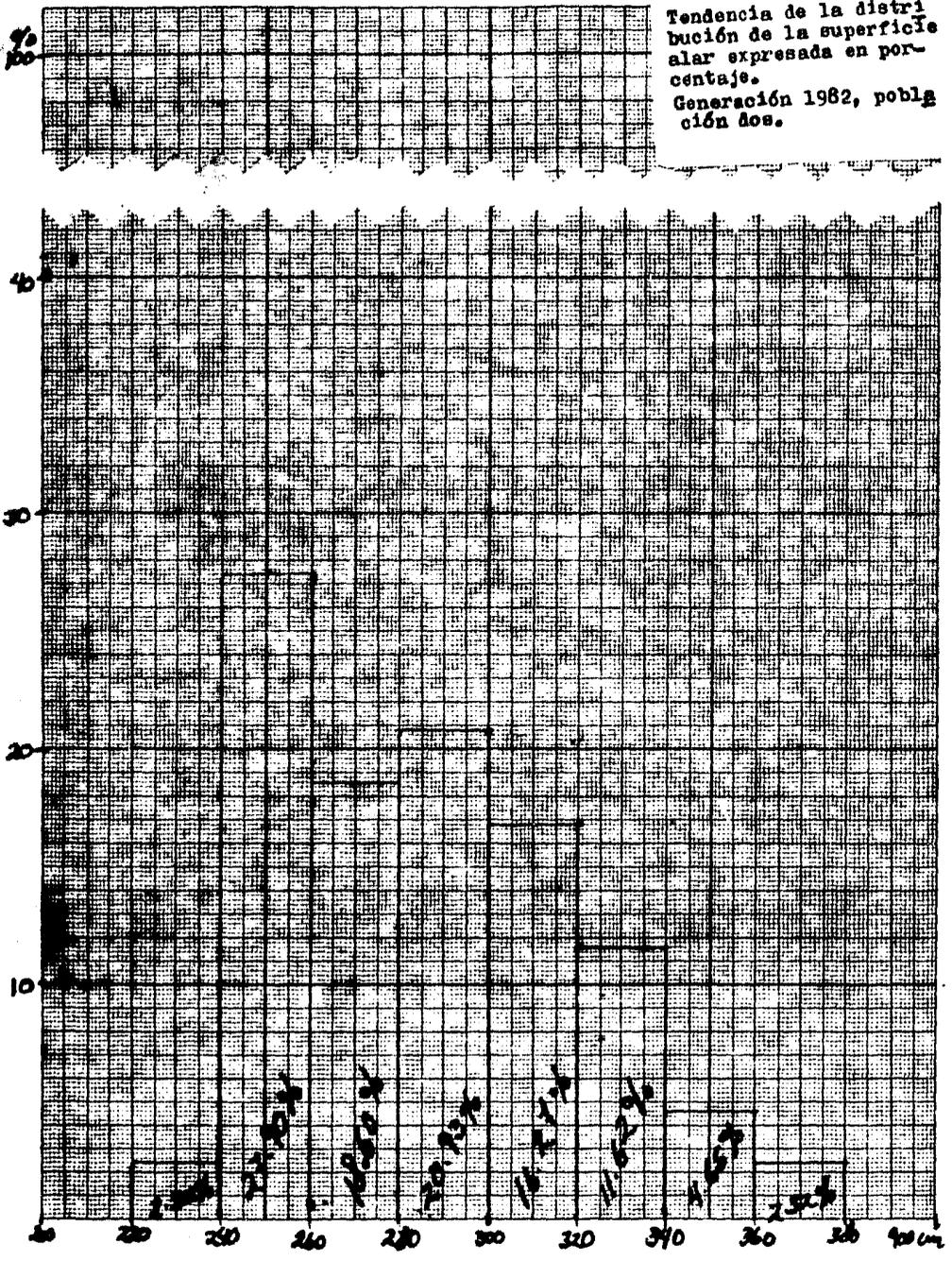
Gráfica 26.

Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje. Generación 1982, población uno.



Gráfica 27.

Tendencia de la distribución de la superficie alar expresada en porcentaje.
Generación 1982, población dos.



DISCUSION

Con respecto a la longitud del ala, la magnitud de la misma durante las cinco generaciones evaluadas se encuentra por arriba de lo que reporta Valcarse (1958), quine señala 25 centímetros para machos y 24 para las hembras sin embargo este mismo autor desea que las alas sean de gran longitud.

En relación a las medidas obtenidas para la tras ala se obtuvo un promedio que se encuentra en el rango de los 10.5 a 14 centímetros que reporta Valcarse (1958), si bien dado que este parámetro representa una medición de una estructura cuyo papel es ayudar al sostenimiento en el vuelo aumentando la superficie de sustentación es desable entonces que sea corta y reducida en su anchura, así aumentará la velocidad de estas aves: de acuerdo con Alcocer (1984), deben de preferirse las alas largas y estrechas puesto que son más eficientes en velocidad y en rangos de migración con las alas anchas y cortas puesto que así se favorece el ritmo de aleteo promoviendo la velocidad.

En cuando a la superficie alar es de notar que el coeficiente de variación se encuentra entre 8.9 y 17.4 %, siendo el parámetro el que mayor variación presenta de los tres tipos de la estructura alar que se evaluaron en el presente estudio. La variación puede ser debida entre otras cosas a que pudo haber cambios en la alimentación lo cual en un momento dado pudo haber promovido mayor crecimiento de las plumas y que además algunos animales estuvieron sujetos a intervalos mayores de entrenamiento.

Las correlaciones entre las características evaluadas están en general en valores medios y altos retribuyéndose ello a efectos de ligamiento o a efectos de epistasia. Los valores obtenidos permiten seleccionar por una sola característica sabiendo que las otras dos también se mejorarán aunque ello pudiese representar un problema sobre todo al considerar la correlación de la tras ala con la superficie alar, puesto que se desea que las palomas veloces tengan una tras ala corta; así en la población original encontramos un valor $r = 0.30$ mismo que se incrementó en las generaciones 1979 y 1980, no obstante al aplicar selección aunque el valor se obtuvo alto para la población uno de 1982 ($r = 0.74$), ésta se redujo considerablemente en la población dos del mismo año ($r = 0.15$), ello pudiese ser debido a que la selección en cada población se efectuó considerando aves de alas grandes y aves de alas chicas; una vez efectuada la selección cada población se apareó aleatoriamente lo cual da como consecuencia una recombinación de genes al azar lo cual puede ser la explicación a la diferencia en los valores de correlación obtenidos en ambas poblaciones.

Los valores de la heredabilidad para la longitud del ala son en general con un valor intermedio bajo para la tras ala y con un valor bajo también para la superficie alar, sin embargo en cuanto a la superficie alar para el año de 1979 se obtuvo sumamente alto $h^2 = 2.24$ mismo que puede ser debido al bajo número de parejas que se midieron durante ese año. El valor de heredabilidad de la superficie alar en el último año de evaluación pudo incrementarse a 0.56 en la población uno y a 0.32 en la población dos. Ello se logró en razón de reducir la varianza ambiental midiendo a

los animales exactamente al cumplir la edad de cuatro meses; programando las nacencias de estos animales en el intervalo de una semana y aumentando la precisión al pesar los perfiles de las alas en una balanza analítica.

En las primeras generaciones se detectó que diversas fuentes de variación estaban influyendo en la estimación del parámetro.

Tales como: Las poblaciones pequeñas, la alimentación variable, la precisión en la estimación de la superficie alar, la edad en que se median a los animales así como la interacción del genotipo con el medio ambiente; así al haber detectado que había variación se aumentaron los controles para tener una estimación más precisa del índice de heredabilidad.

Finalmente cabe señalar que para aumentar la respuesta a la selección en cada una de las variables necesario será aumentar la presión de selección y disminuir los efectos ambientales.

Dado que los valores de heredabilidad deben de ser estimados para cada población puesto que este parámetro sólo es válido para el año y la población en que obtuvo, es importante que cualquier Médico Veterinario Zootecnista, encargado de algún programa de mejoramiento, tenga presente que el uso de regresión del promedio de la progenie sobre el promedio de los progenitores tal como se han estimado en el presente estudio, se complicaría si la varianza no es igual en los dos sexos puesto que la covarianza genética de la progenie y el progenitor medio será igual a la mitad de la va-

rianza aditiva con la condición de que los sexos tengan la misma varianza. Si ésto no es así de acuerdo con Falconer (1975), la regresión sobre el progenitor medio no puede ser usado y la heredabilidad debe ser estimada por separado por cada sexo a partir de los hijos sobre la madre y la regresión de los hijos sobre los padres. En el presente estudio no fue posible separar las estimaciones de heredabilidad por sexo dado que a los cuatro meses de edad el sexo no puede ser diferenciado en las palomas debido a su semejanza fenotípica además de los cuatro meses los animales fueron enviados a vuelo a distancias de hasta 350 kilómetros del palomar habiéndose extraviado muchas aves durante los concursos.

CONCLUSIONES

- 1.- Los valores de heredabilidad obtenidos para las variables estimadas son en general medios y altos lo que permite concluir que está presente una gran cantidad de varianza genética aditiva y por lo mismo puede ser determinada para su empleo en programas de selección masal con fines de mejoramiento de las palomas mensajeras (Columba livia).

- 2.- Se demostró en el presente estudio que eliminando los efectos ambientales puede aumentarse el valor de heredabilidad debido a que aumenta la precisión al calcular este parámetro.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALBA J. de 1970, Reproducción genética animal. Instituto Americano de Ciencias Agrícolas de la O. E. A. México.
- 2.- ALCOCER FIGUEROA J. M. 1984, Colombofilia Técnica, Anaya editores, México.
- 3.- ARAGON L.P. 1943, Cría de las palomas, Editorial Trucco. México.
- 4.- BECKER W. A. 1975, Manual of Quantitative Genetics third Edition Washington State University USA.
- 5.- BERGER M. and J.S. HART 1975, Physiology and Energetic of Flight, Avian Biology vol. 4 parner. Academy Press, U.S.A.
- 6.- SAGRADA BIBLIA, Génesis VIII, 6-12 Apostolado de la Prensa.
- 7.- CASTELLO Y C. S. 1901, Colombofilia, Biblioteca de la avicultura - práctica, España.
- 8.- CARMONA MEDERO M. A. 1986, Comunicación Personal FES-Cuautitlán.
- 9.- CARMONA MEDERO M.A. 1985, Apuntes de la cátedra de genética, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Departamento de Ciencias Biológicas. Sección de Bioquímica-Genética. Apuntes mimeografiados.

- 10.- CARMONA MEDERO Y ALCOCER FIGUEROA 1981. Estimación de los valores Genéticos en porciones alares de palomas mensajeras (Columba livia) V Congreso Nacional de Zoología. Universidad Nacional Autónoma de México, p. 36.
- 11.- DOWNIE Y HEALT 1979, Métodos Estadísticos. Ed. Arla, México.
- 12.- EJERCITO MEXICANO, 1953. Comandancia General de Transmisiones. El Telégrafo Alado, Talleres Gráficos de la Comandancia General de Transmisiones, México.
- 13.- FALCONER, D.S. 1970. Introducción a la genética cuantitativa. Ed. CECSA, México.
- 14.- GLADSTONE H. S. 1919. "Birds and the war" hondon: Skeffington and son, London Inglaterra.
- 15.- KEENTON T.W. 1974. La orientación de las palomas. pp. 234-245.
- 16.- KLEIN SERRALLES, 1940. Manual de Aerodinámica Aviation press, U.S.A.
- 17.- KRAMER G. 1961. Long Distance Orientation in Biology and comparative Physiology of birds. Academic press, U.S.A.
- 18.- KREITHEN and QUINE, 1978. Infrasound Detection by the Homing Pigeon: A Behavioral Audiogram Journal of Comparative Physiology.

- 19.- LASLEY J. F. 1979. Genética del mejoramiento del ganado. ED. UTHEA. México.
- 20.- LE FEBVRE, E.A. 1964. The use of $D_2 O^{18}$ for measuring energy metabolism in *Columba livia* at rest and in flight AUK 81, pp. 403-406.
- 21.- LEVI W. M. 1957. The pigeon Bryan Company *Columba S.* U.S.A.
- 22.- LUSH J. L. 1965. Bases para la Selección Animal. Centro Regional de ayuda Técnica (A I D). México.
- 23.- MATTHEWS G. V. T. 1963. The orientation of pigeons as affected by the learning of land marks and by the distance of displacement. *Animal Behavior* 11:310-317.
- 24.- NAETHER CARL A. 1950, The book of the racing pigeon, David Mc Kay Company Inc. U.S.A.
- 25.- NAIR K. K. 1954, A comparison of the muscles in the forearm of a flapping and a soaring bird *Journ animal morph 2 and physiol* 1: 26-34.
- 26.- PAPI F. FIORE L. FLASH V. BENBENUTI S., Olfaction and Hominin pigeons *monit zool. ital (N.S.)* 6. 85-95, 1972.
- 27.- PEREZ LERENA V. M. 1959. Estandar y Teoría del ala perfecta. Ed. España.

- 28.- SCHMIDT-KOENING and WALCOTT CH, 1978. Tracks of pigeons homing with frosted lenses, animal behavior 26: 480-486.
- 29.- SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL, 1947. Comandancia General de Transmisiones, Sección Tercera MCT-307. Agentes de Transmisión, México.
- 30.- SNEDECOR Y COCHRAN, 1975, Métodos Estadísticos Ed. Continental 3ra. Impresión junio 1975.
- 31.- TUCKER V. A. 1968. Respiratory Exchange and Evaporative water loss in the flying Budgerigar. J. Exp. Biol. 48, 67-87.
- 32.- VALCARCE T. A. 1958, La orientación de las palomas, Scientific American, 96-107.
- 33.- VANTYNE, J. y A. J. BERGER 1959, Fundamentals of Ornithology John Wiley y Sons, inc. New York.