

## **4.1.RISULTATI**

### **4.1 SVILUPPO DELL'ULULATO NELLE DIVERSE ETÀ**

#### **4.1 a) GRUPPO 1 (ADULTO SINGOLO)**

I vocalizzi risultati disponibili per l'analisi sono in totale 431 (Tabella 1). I valori medi del minimo e del massimo della frequenza fondamentale non presentano variazioni di rilievo. E' stato inoltre possibile rilevare i valori per le prime quattro armoniche e per gli sbalzi riferiti agli ululati spezzati. Anche per questi parametri non sono state evidenziate variazioni significative.

**.Tabella 1-Adulto singolo**

|          | N   | minim<br>o | massim<br>o | media   | Deviaz.<br>std |
|----------|-----|------------|-------------|---------|----------------|
| f.m.fon  | 421 | 66,0       | 1781,0<br>0 | 317,710 | 154,853        |
| fMfon    | 416 | 214        | 2132        | 742,288 | 282,845        |
| r.fon    | 414 | 39         | 1290        | 427,297 | 234,365        |
| distanza | 42  | 0,06       | 296         | 9,5716  | 45,3426        |
| f.m.com  | 431 | 66         | 4437        | 340,819 | 305,726        |
| f.M.com  | 418 | 281,00     | 8750,0<br>0 | 1669,83 | 1368,84        |
| r.tot    | 418 | 1          | 8452        | 1344,05 | 1355,95        |
| N°arm    | 272 | 1,00       | 531,00      | 5,98    | 41,45          |
| mar.com  | 121 | 110        | 2257,0<br>0 | 665,46  | 319,58         |
| Mar.com  | 127 | 515,00     | 8125,0<br>0 | 2128,34 | 1384,23        |
| r.ar.com | 116 | 44         | 6728        | 1432,36 | 1296,92        |

#### **4.1 b) GRUPPO 2 = ADULTI CORO**

Il numero dei vocalizzi utili per l'analisi è 289 (Tabella 2). I valori del minimo e del massimo della frequenza fondamentale non subiscono variazioni di rilievo. Le misure del range della stessa e di quella complessiva subiscono un aumento rispetto al vocalizzo di un adulto singolo (confronto tabella 1-2).

Tabella 2 Adulti in coro

|             | N   | minimo  | massimo | media   | Deviaz. std. |
|-------------|-----|---------|---------|---------|--------------|
| mf.fon      | 41  | 210,00  | 4349,00 | 544,34  | 842,16       |
| Mf.fon.     | 39  | 562,00  | 5343,00 | 1091,79 | 850,84       |
| r.fon.      | 38  | 211,00  | 2291,00 | 645,78  | 381,13       |
| distanza    | 4   | 1,79    | 7,74    | 4,74    | 3,11         |
| mf.com      | 277 | 199,00  | 1660    | 396,97  | 137,07       |
| Mf.com      | 277 | 464     | 7579,00 | 2296,21 | 1499,07      |
| r.com       | 277 | 99,00   | 7181,00 | 1909,39 | 1494,52      |
| N°arm       | 29  | 1,00    | 10,00   | 3,68    | 2,43         |
| mar.com     | 24  | 421,00  | 875,00  | 640,58  | 104,73       |
| Mar.co<br>m | 24  | 1140,00 | 7407,00 | 3198,75 | 1738,31      |
| r.ar.com    | 24  | 437,00  | 6876,00 | 2537,33 | 1778,64      |

#### 4.1 c) GRUPPO 3 = CORO ADULTI E CUCCIOLI

Nella tabella 3 vengono riportati i valori medi dei parametri raccolti durante tutto l'anno di ricerca.

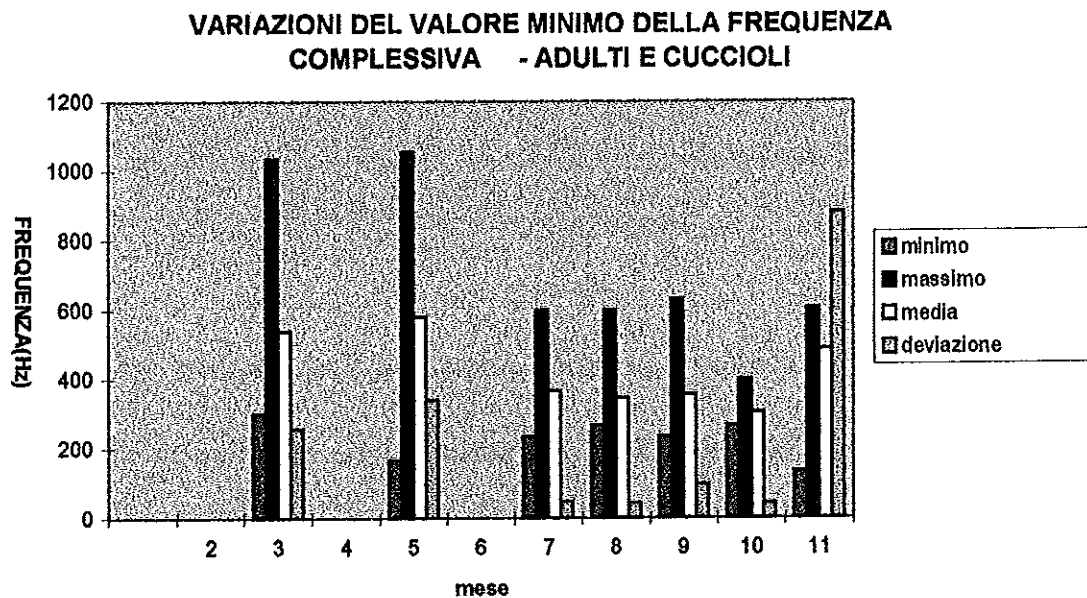
Tabella 3 Adulti e cuccioli

|             | N   | minimo | massimo | media   | Deviaz. std. |
|-------------|-----|--------|---------|---------|--------------|
| mf.fon      | 27  | 164,00 | 1054,00 | 522,59  | 278,37       |
| Mf.fon.     | 26  | 468,00 | 7149,00 | 1437,61 | 1259,54      |
| r.fon.      | 26  | 117,00 | 6851,00 | 923,34  | 1284,86      |
| distanza    | 0   |        |         |         |              |
| mf.com      | 275 | 132,00 | 6002,00 | 406,28  | 495,93       |
| Mf.com      | 272 | 820,00 | 6673    | 4580,00 | 4303,36      |
| r.comp      | 272 | 187,00 | 8653,00 | 3951,08 | 2161,30      |
| N°arm       | 21  | 1      | 7,00    | 3,14    | 1,85         |
| mar.com     | 19  | 421,00 | 1873,00 | 973,78  | 397,87       |
| Mar.co<br>m | 19  | 914,00 | 7125,00 | 3187,73 | 1574,78      |
| r.ar.com    | 19  | 142,00 | 6704,00 | 2187,10 | 1693,27      |

Da questi dati è possibile scendere nel dettaglio ed analizzare tutte le variazioni, ove presenti.

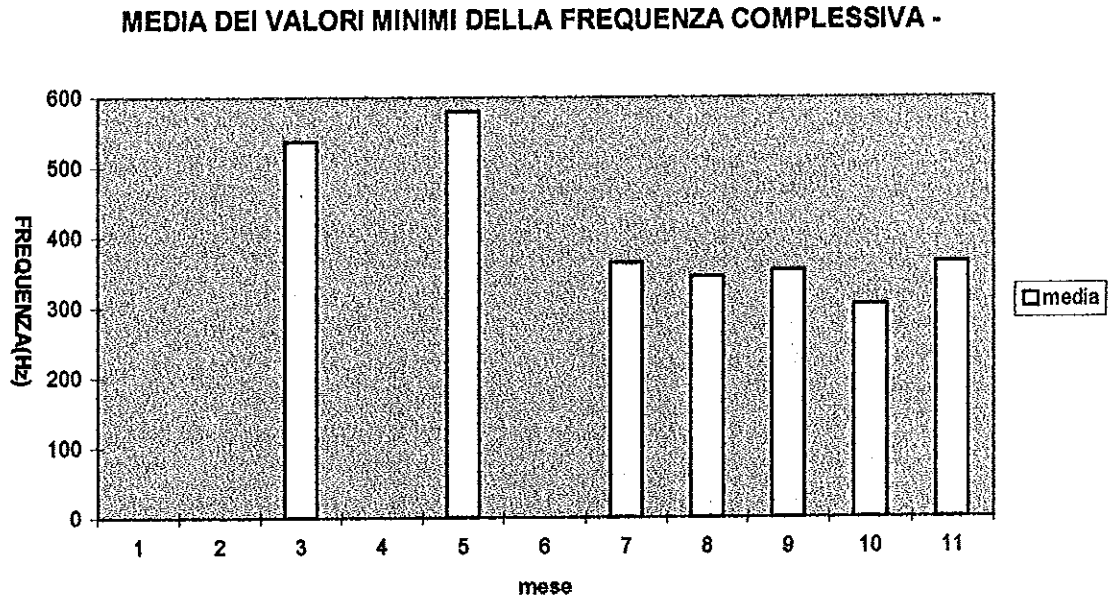
Il valore minimo, nel grafico 1, varia con intervallo massimo di 133 Hz al passaggio dal decimo all'undicesimo mese; mentre il valore massimo oscilla con differenze maggiori (1000 Hz tra il quinto ed il settimo mese).

Grafico 1



Nel grafico 2 si può constatare come, tra un mese e l'altro, le oscillazioni siano limitate ( differenza massima tra il quinto ed il settimo mese = 200 Hz), rimanendo, in generale, intorno ai 350 Hz con un lieve aumento di 150 Hz dal decimo all'undicesimo mese.

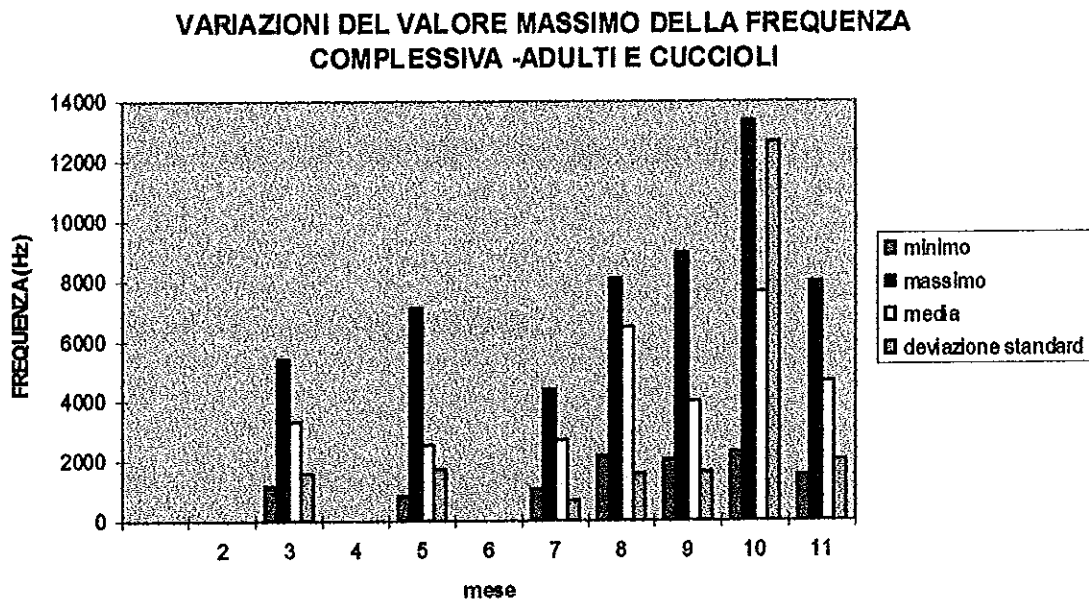
Grafico 2



L'analisi dei grafici 1 e 2 evidenzia come la frequenza minima complessiva corrisponda a quella dei singoli ululati emessi dagli adulti, mentre la frequenza massima complessiva è influenzata dalla presenza dei cuccioli.

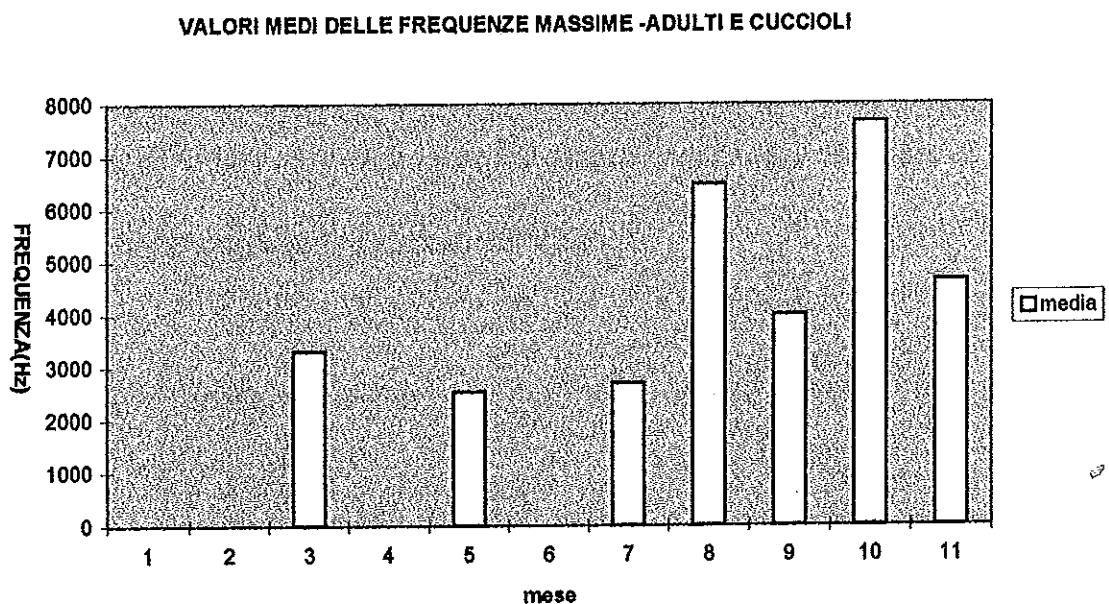
Analogamente nel grafico 3 sono sempre i cuccioli che emettono suoni a frequenze alte e tendono, in tal modo, a farne variare notevolmente il range. Il grafico 3 propone i dati riferiti alle variazioni del massimo della frequenza complessiva. I valori massimi mostrano un graduale aumento dal settimo al decimo mese, minimi hanno frequenze nettamente inferiori (intorno ai 1500-2000 Hz) con un costante e limitato incremento fino al decimo mese e poi una lieve diminuzione nell'ultimo mese.

Grafico 3



Considerando solo i valori medi delle frequenze (grafico 4), si vede come nei primi mesi le frequenze siano alte, aumentando all'ottavo e arrivando al decimo verso gli 8000 Hz. Il crollo si ha bruscamente nell'undicesimo mese (4500 Hz).

Grafico 4



Analizzando i dati da un punto di vista statistico, si vede che le variazioni della frequenza fondamentale sono significative sottolineando un cambiamento strutturale dei valori dei vocalizzi nell'evoluzione temporale (Kruskal-Wallis:  $P(\text{mf.fon})=0,000$ ;  $P(\text{Mf.fon.})=0,000$ ;  $P(\text{R.comp})=0,000$ ).

#### 4.1 d) GRUPPO 4 = CUCCIOLA SINGOLA

Il gruppo quattro si riferisce alle registrazioni di piccolo dal quinto mese in poi, ottenute al Parco Faunistico del Monte Amiata. (Tab. 4).

Tabella 4 Cucciola singolo

|          | N   | minimo  | massimo | media   | Deviaz. std. |
|----------|-----|---------|---------|---------|--------------|
| mf.fon   | 194 | 218,00  | 5340,00 | 717,21  | 549,46       |
| Mf.fon.  | 190 | 162,00  | 7026,00 | 1355,82 | 822,49       |
| r.fon.   | 189 | 140,00  | 2770,00 | 625,59  | 316,27       |
| distanza | 0   |         |         |         |              |
| mf.com   | 192 | 30,00   | 5340,00 | 698,54  | 555,07       |
| Mf.com   | 188 | 468,00  | 9095,00 | 2804,02 | 1674,50      |
| r.comp   | 188 | 140,00  | 9484,00 | 2102,97 | 1684,69      |
| N°arm    | 112 | 1,00    | 8,00    | 2,57    | 1,39         |
| mar.com  | 51  | 365,00  | 1862,00 | 113,84  | 348,00       |
| Mar.co   | 50  | 1843,00 | 7493,00 | 3188,98 | 1229,62      |
| m        |     |         |         |         |              |
| r.ar.com | 50  | 437,00  | 6497,00 | 275,64  | 1372,49      |

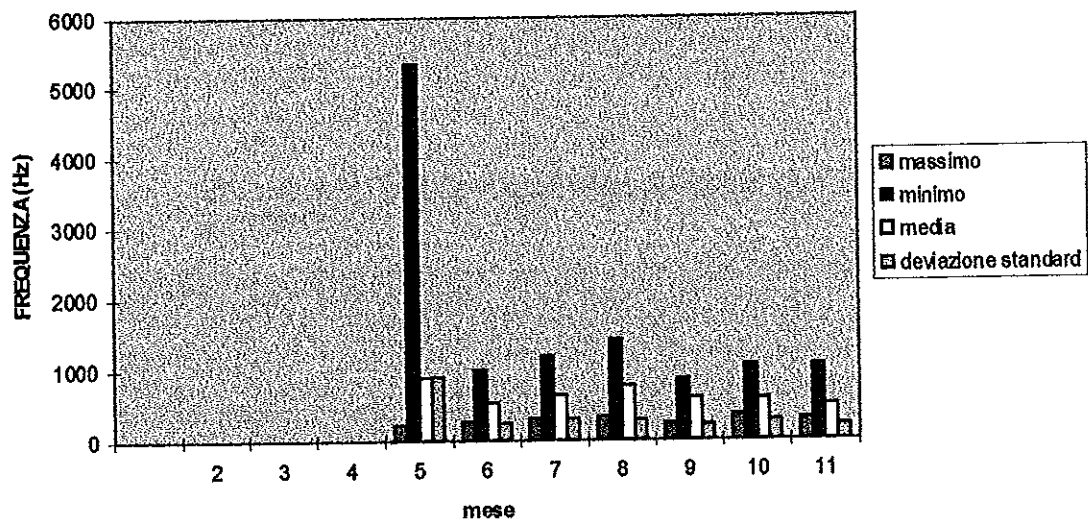
I dati relativi agli stessi vocalizzi per Falconara Marittima, essendo in numero esiguo, non hanno permesso l'analisi statistica.

Il grafico 5 si riferisce all'andamento del valore del minimo della frequenza fondamentale che oscilla intorno ai 250 e 360 Hz, deviando da questo intervallo solo di poco nel nono mese (232 Hz).

I valori massimi, invece, presentano un picco elevato (5340 Hz) al quinto mese (primo mese di registrazioni) crollando bruscamente al sesto con una differenza di oltre 4000 Hz per poi rimanere intorno a valori tra i 900 e i 1500 Hz.

Grafico 5

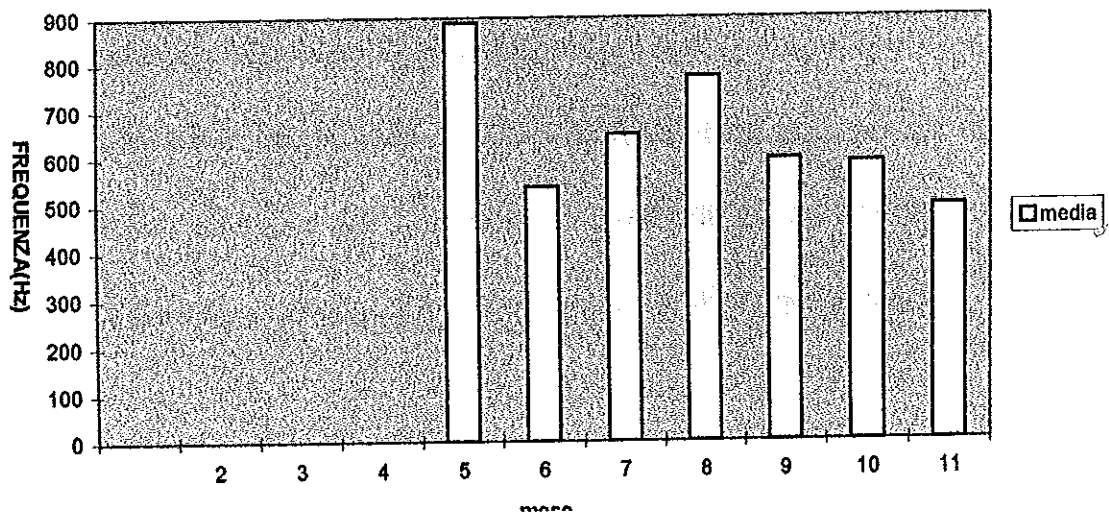
#### VARIAZIONI DEL MINIMO DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE DI UN CUCCIOLO SINGOLO



I valori medi (grafico 6) ci presentano una situazione variabile nel tempo con un calo di frequenza verso gli ultimi mesi e più precisamente dall'ottavo all'undicesimo.

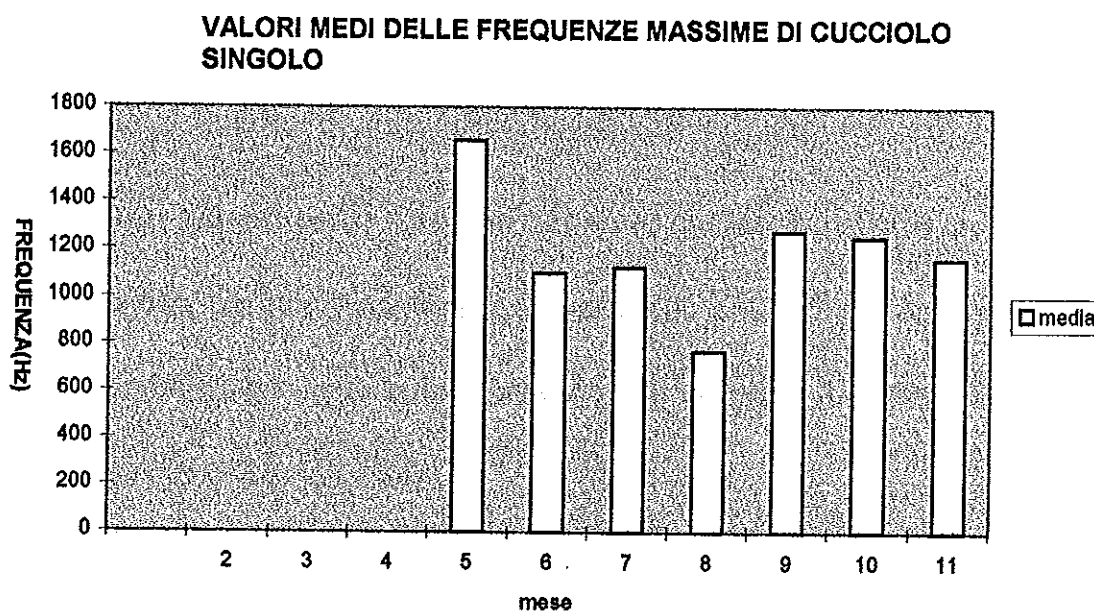
Grafico 6

#### VALORI MEDI DELLE FREQUENZE MINIME DI UN SINGOLO CUCCIOLO



Una situazione analoga si incontra si ripete anche per quanto riguarda il massimo della frequenza fondamentale (grafico 7); limitandoci infatti a prendere in considerazione i valori della media, si registrano andamenti oscillanti. Da sottolineare la presenza di frequenze con diminuzione dei valori tra il settimo e l'ottavo mese che, in seguito, aumentano nuovamente tra l'ottavo e il nono.

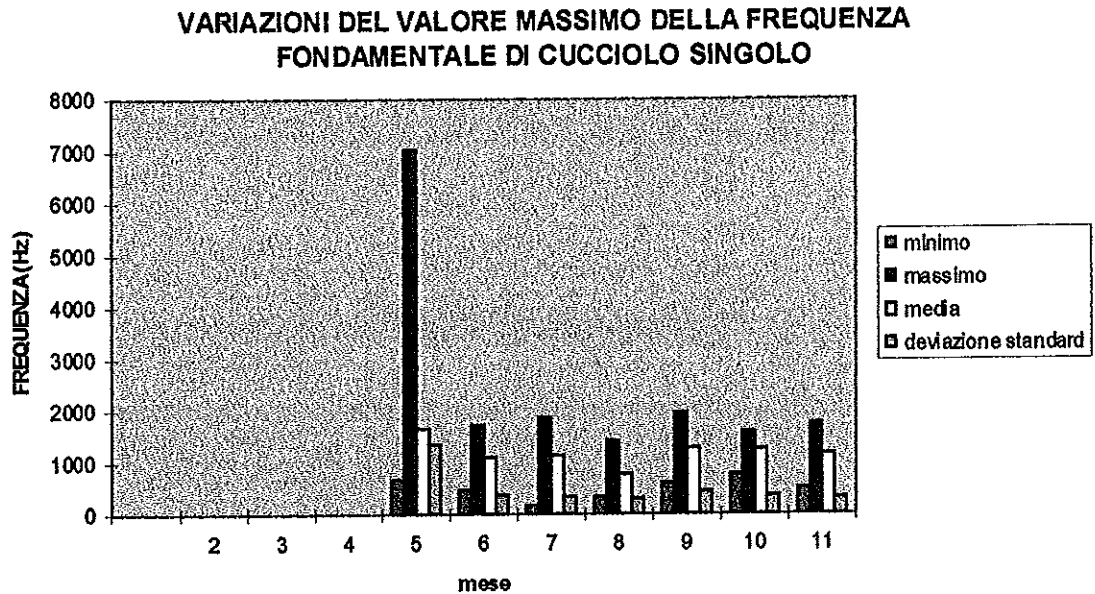
Grafico 7



Ciò è spiegabile considerando singolarmente i valori di massimo e minimo per ogni mese (grafico 7a): si vede, infatti, che il valore massimo cala di circa 400 Hz (all'ottavo mese), per poi aumentare di circa 500 Hz (al nono mese), mentre il valore riferito al minimo nello stesso intervallo di tempo aumenta.

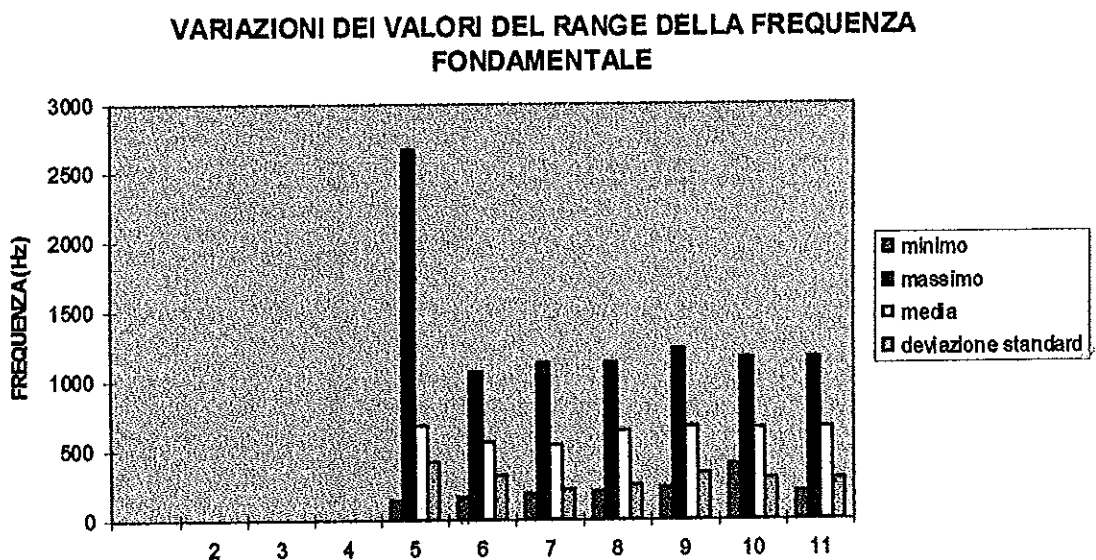


Grafico 7a



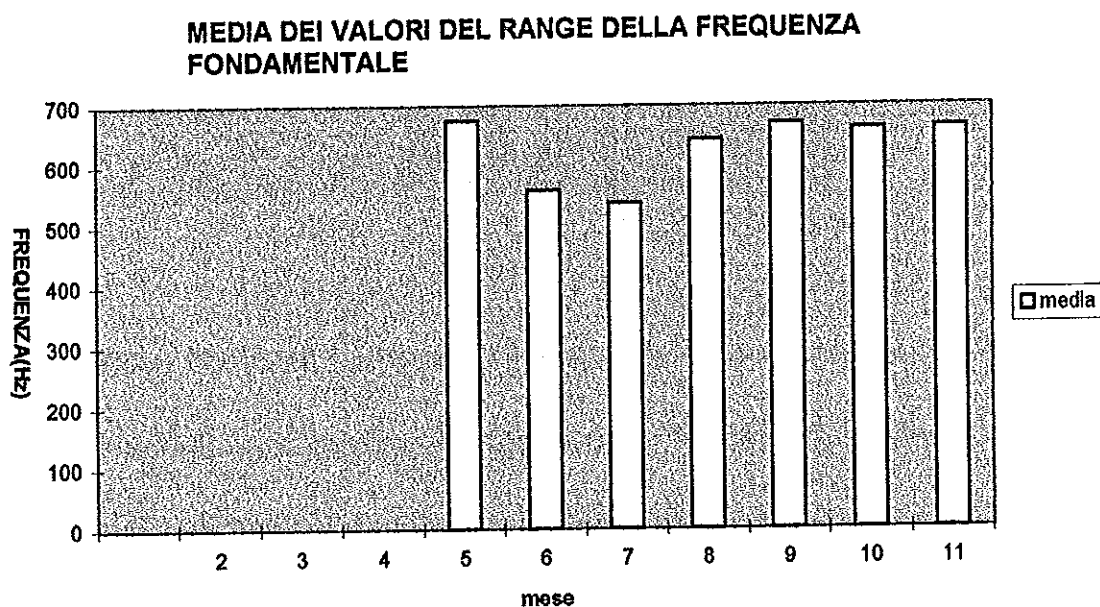
Maggior chiarezza la si ottiene proseguendo nella lettura del grafico inerente al valore del range della frequenza fondamentale (grafico 8), dove abbiamo sempre i valori più alti per il massimo nel mese cinque. Lo stesso cala di oltre 1300 Hz al sesto, per poi posizionarsi ad un livello costante nei successivi. Per i minimi assistiamo ad un piccolo aumento tra il quinto e il decimo mese, con diminuzione solo nell'undicesimo.

Grafico 8



Ne consegue una media (grafico 9) con frequenze relativamente stazionarie, anche se si registra una diminuzione tra il quinto ed il settimo mese ed un successivo aumento. L'ambito di variazione, comunque, resta di circa 80 Hz.

Grafico 9



I grafici 10 e 11 ribadiscono quanto osservato in precedenza mostrando sia nei valori del minimo che del massimo complessivi misure alte al quinto mese, mentre i successivi oscillano intorno ai 100 Hz.

Grafico 10

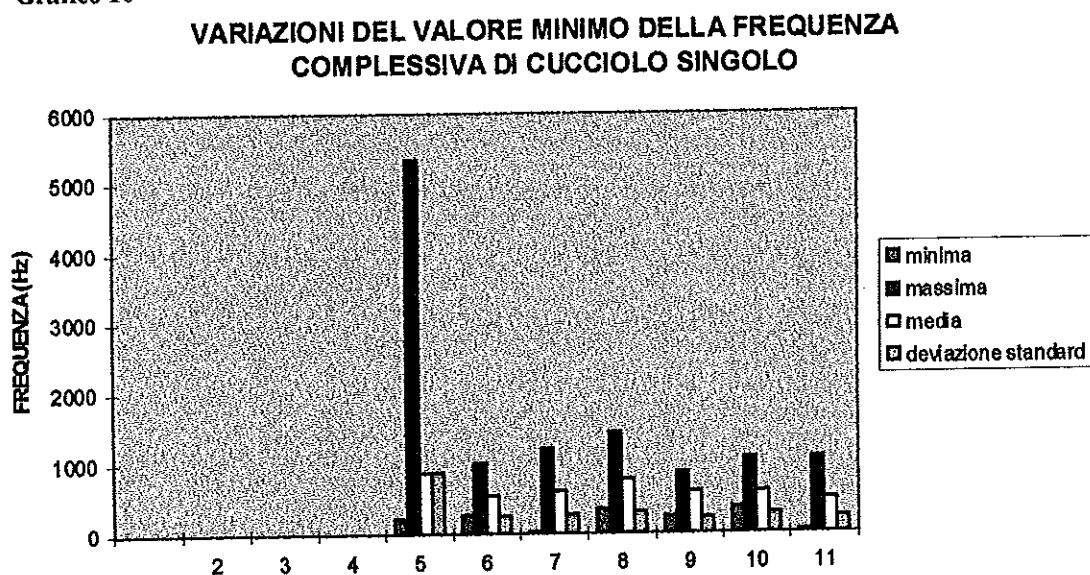
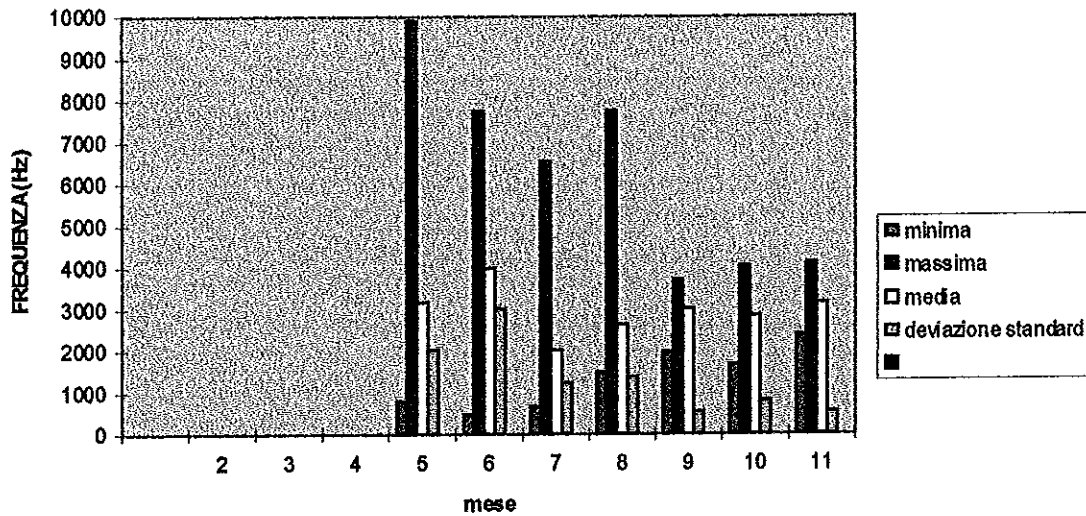


Grafico 11

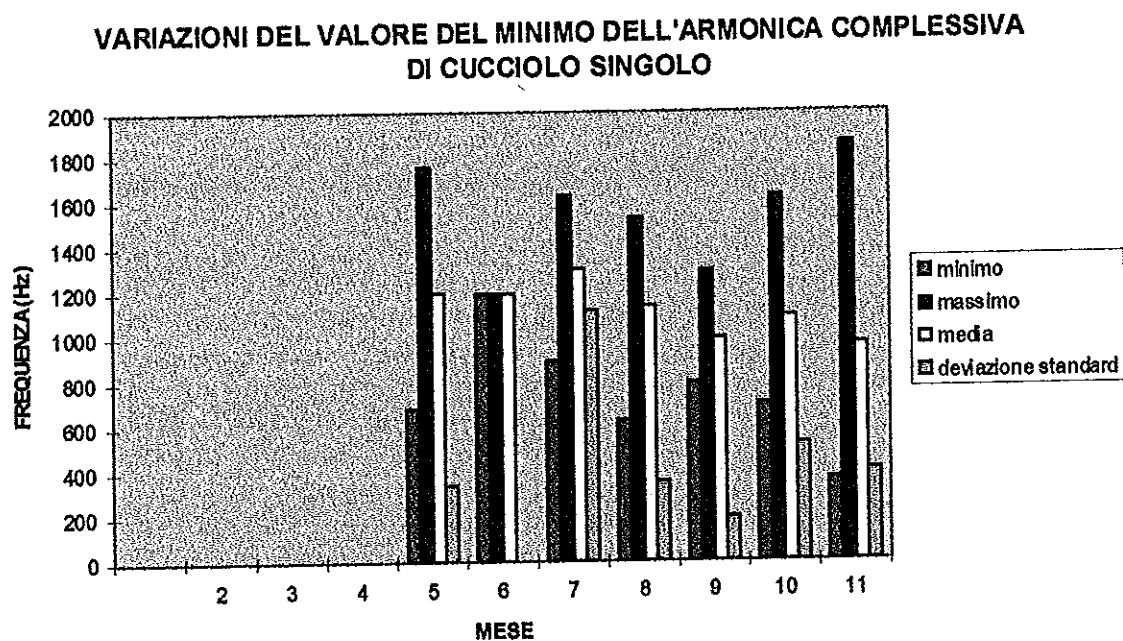
VARIAZIONI DEL VALORE MASSIMO DELLA FREQUENZA  
 COMPLESSIVA DI CUCCIOLO SINGOLO



Ulteriori conferme possono risultare dall'osservazione dell'andamento del minimo della prima armonica (grafico 12), termine di confronto importante per lo studio dei vocalizzi, poiché quasi sempre riconoscibile e quindi misurabile.

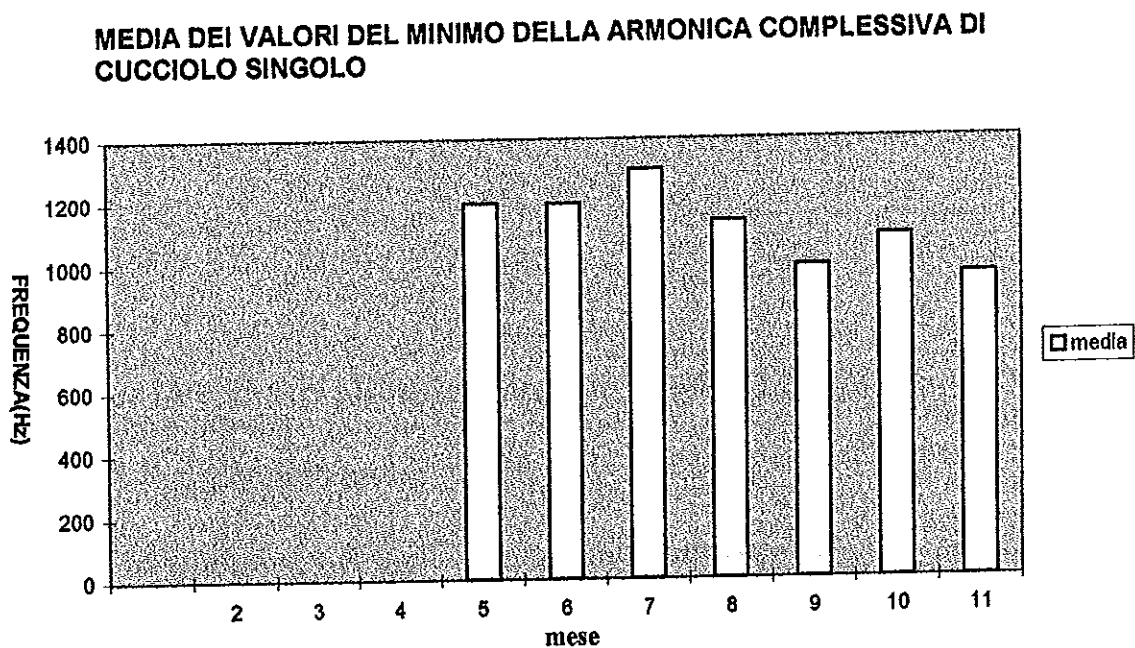
I valori minimi sono abbastanza elevati con un apice al sesto mese, ma poi calano, non regolarmente (nono mese frequenze più alte rispetto al precedente ed al successivo) fino a 350 Hz nell'undicesimo mese. Anche i valori massimi oscillano non in modo direttamente proporzionale ai precedenti e mostrano un calo verso il nono mese ed un aumento fino all'undicesimo.

Grafico 12



La media (grafico 13) ci propone, in qualsiasi caso, una diminuzione nel tempo che ci può far supporre una corrispondente tendenza del piccolo a ridurre le frequenze dei suoni emessi.

Grafico 13



Tutti i valori della frequenza fondamentale, del massimo e del minimo complessivi ad un'analisi quantitativa, variano significativamente nel tempo.

Questo non è vero per i parametri riferiti al range delle armoniche

(Kruskal-Wallis:  $P(\text{mf.fon.})=0,008$ ;  $P(\text{Mf.fon.})=0,002$ ;  $P(\text{r.fon.})=0,176$ ;  $P(\text{r.ar.comp.})=0,915$ ).

#### 4.1 e) GRUPPO 5 CUCCIOLI CORO

In questo caso i dati disponibili per l'analisi sono risultati essere 39 (Tabella 5).

La campionatura di questa composizione di branco, come si può notare, dalla tabella generale, presenta pochi dati distribuiti solo in alcuni mesi.

Tabella 5 Cuccioli coro

|          | N  | minimo  | massimo | media   | Deviaz. std. |
|----------|----|---------|---------|---------|--------------|
| mf.fon   | 3  | 431,00  | 154,00  | 738,33  | 311,58       |
| Mf.fon.  | 3  | 1328,00 | 1593,00 | 1458,00 | 132,57       |
| r.fon.   | 3  | 399,00  | 897,00  | 719,66  | 278,22       |
| distanza | 0  |         |         |         |              |
| mf.com   | 39 | 232,00  | 1054,00 | 385,20  | 155,58       |
| Mf.com   | 39 | 1225,00 | 8096,00 | 4874,30 | 1945,39      |
| r.comp   | 39 | 634,00  | 7089,00 | 4315,20 | 2027,72      |
| N°arm    | 1  | 4,00    | 4,00    | 4,00    |              |
| mar.com  | 0  |         |         |         |              |
| Mar.co   | 0  |         |         |         |              |
| m        |    |         |         |         |              |
| r.ar.com | 0  |         |         |         |              |

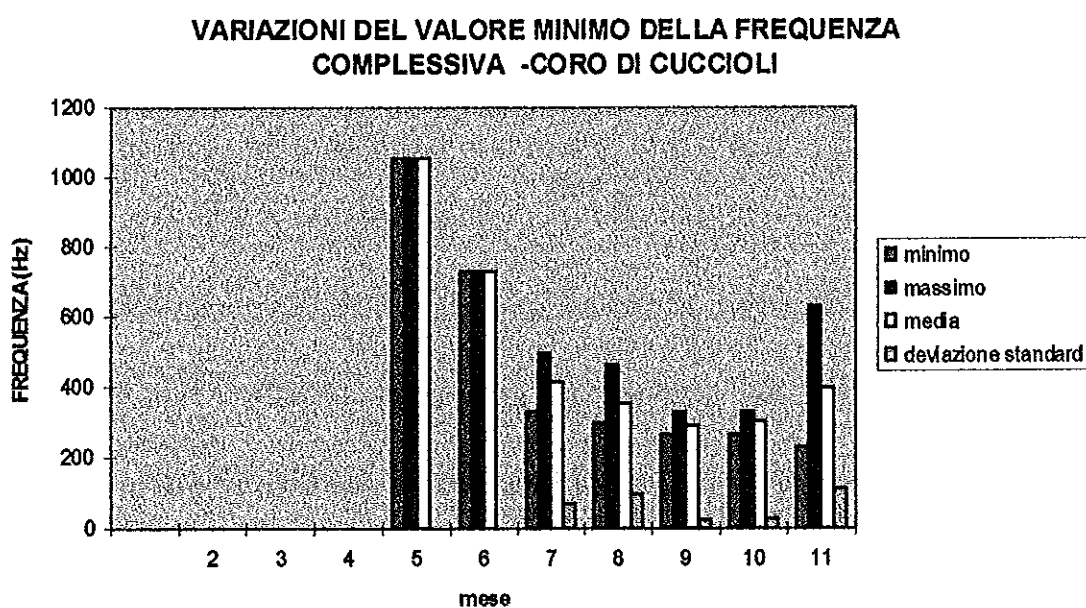
Nei grafici 14 e 15 si evidenzia, anche, che la loro distribuzione si concentra tra il quinto e l'undicesimo mese.

Si nota, dal grafico 14 (minimo della frequenza complessiva), che i valori di minimo e massimo riferiti a questo parametro si presentano uguali nei mesi

cinque e sette e poi cominciano a diversificarsi variando in misure diverse (maggior differenza tra il minimo ed del sesto e settimo mese rispetto a quello del massimo nello stesso periodo).

In seguito al decrescere costante dei valori minimi si ha, verso il decimo mese, la ricomparsa di valori più alti per il massimo.

Grafico 14

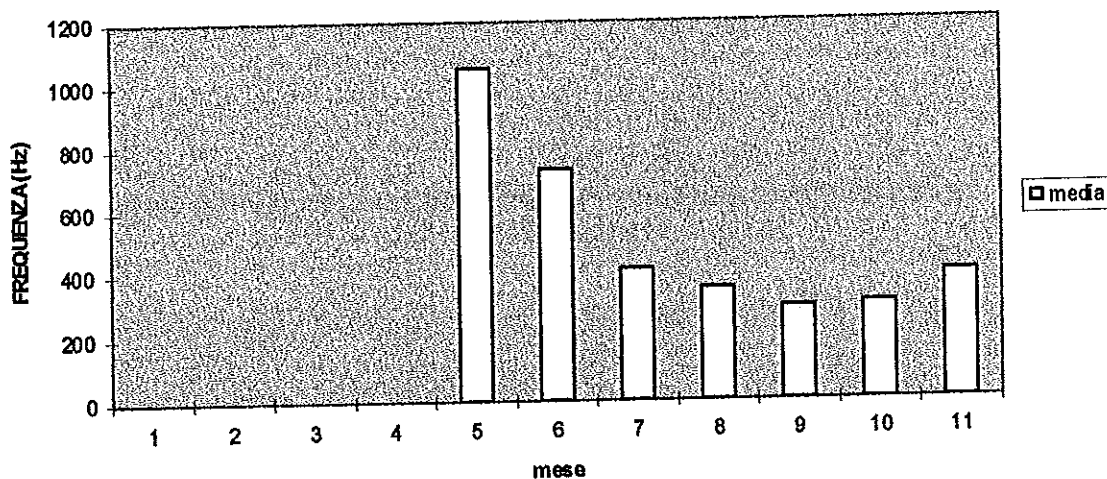


Nella media, grafico 15, si delinea una regolare andatura decrescente fino al nono mese per poi avere un minimo aumento all'undicesimo.

La differenza tra il quinto ed l'undicesimo (differenza di oltre 700 Hz) ci consente di affermare che si assiste, comunque, ad una diminuzione dei valori riferiti a tale parametro.

Grafico 15

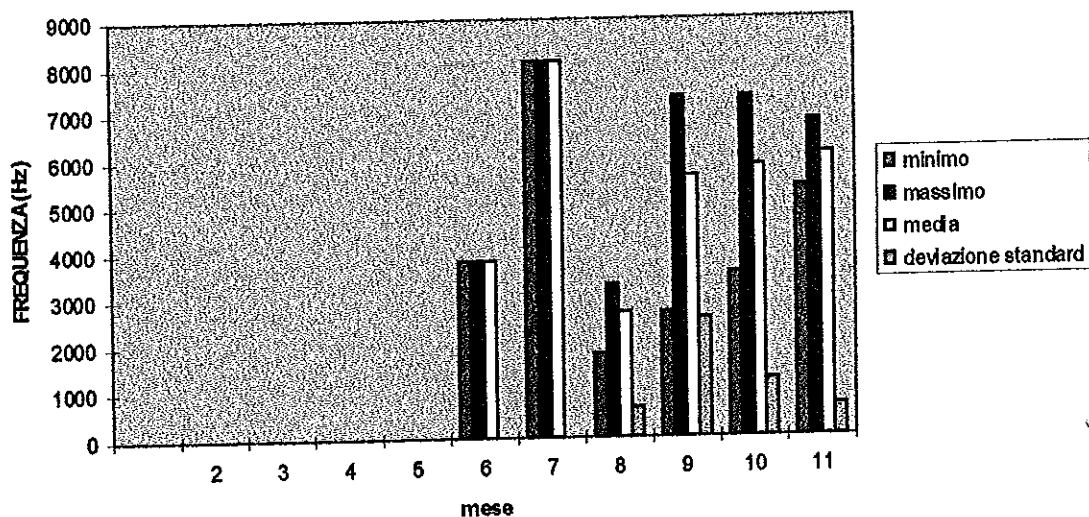
**MEDIA DEI VALORI MINIMI DELLA FREQUENZA COMPLESSIVA -  
CORO DI CUCCIOLI**



Una situazione più differenziata si ha per la massima frequenza fondamentale, dove anche in questo caso i valori di massimo e di minimo nei primi mesi sono uguali, ma procedono in crescendo per poi subire un brusco calo all'ottavo mese, più chiaro per i minimi che per i massimi. Ricominciano, poi a crescere oscillando intorno a frequenze limitate (grafico 16).

Grafico 16

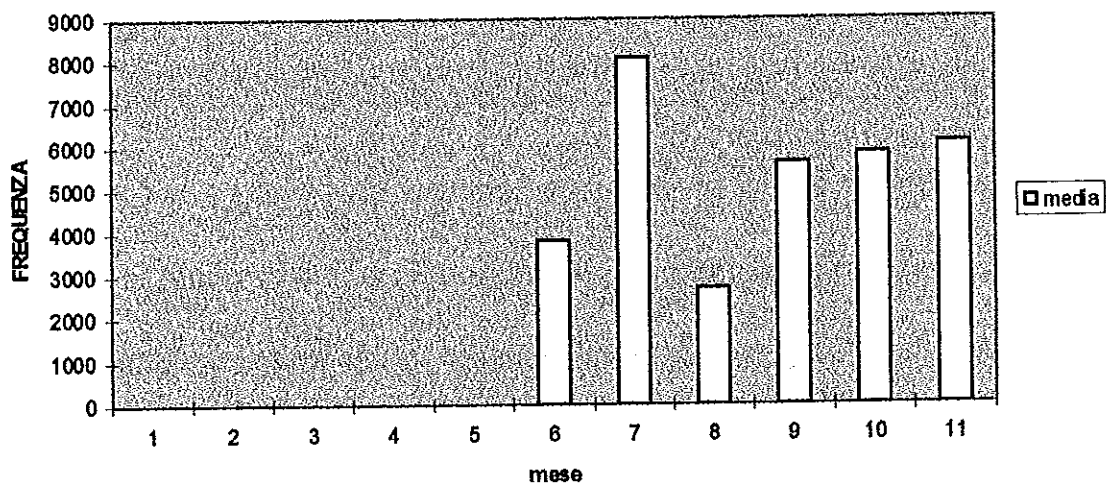
**VARIAZIONI DEL VALORE MASSIMO DELLA FREQUENZA  
COMPLESSIVA - CORO DI CUCCIOLI**



Il grafico 17 della media sottopone all'attenzione la totale irregolarità con sbalzi elevati di quasi 4000Hz nei primi mesi (sesto-settimo-ottavo); successivamente le frequenze si stabilizzano rimanendo ancora a valori molto alti.

Grafico 17

**MEDIA DEI VALORI MASSIMI DELLA FREQUENZA COMPLESSIVA-CORO DI CUCCIOLI**



Tutte le misure menzionate variano significativamente nel tempo

(Kruskal-Wallis:  $P(\text{mf.fon.})=0,007$ ;  $P(\text{Mf.fon.})=0,021$ ;  $P(\text{rcomp})=0,023$ ).



#### 4.1 f) GRUPPO 6 SUBADULTO SINGOLO

Tabella 6 Subadulto singolo

|          | N   | minimo  | massimo | media   | Deviaz. std. |
|----------|-----|---------|---------|---------|--------------|
| mf.fon   | 121 | 140,00  | 6187,00 | 498,38  | 558,53       |
| Mf.fon.  | 122 | 531,00  | 1778,00 | 1216,06 | 1082,97      |
| r.fon.   | 121 | 133,00  | 3775,00 | 662,51  | 399,74       |
| distanza | 3   | 32      | 70      | 0,52    | 0,19         |
| mf.com   | 122 | 140,00  | 6187,00 | 497,55  | 556,29       |
| Mf.com   | 122 | 656,00  | 8203,00 | 3106,28 | 2169,41      |
| r.comp   | 122 | 188,00  | 7884,00 | 2586,46 | 2148,84      |
| N°arm    | 91  | 1,00    | 9,00    | 3,34    | 2,14         |
| mar.com  | 43  | 431,00  | 1593,00 | 847,62  | 261,32       |
| Mar.co   | 44  | 1078,00 | 8203,00 | 3301,97 | 1901,61      |
| m        |     |         |         |         |              |
| r.ar.com | 42  | 398,00  | 7340,00 | 2395,92 | 1886,64      |

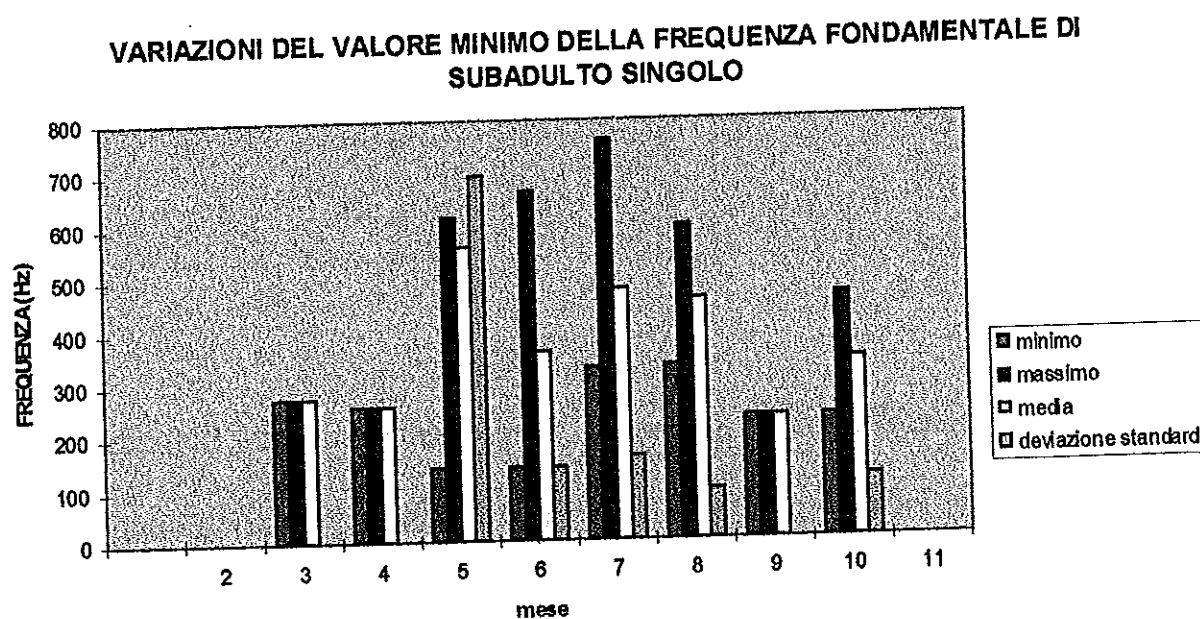
Come per i precedenti campionamenti di individui singoli, anche in questo caso, si tende ad evidenziare i dati dei parametri della frequenza fondamentale, dell'ampiezza globale e quando possibile, almeno, della prima armonica (Tabella 6).

In alcuni casi si può considerare anche solo la frequenza fondamentale, poiché definisce in modo completo i cambiamenti che possono caratterizzare il vocalizzo.

Osservando la variazione nel minimo della frequenza fondamentale (grafico 18), si hanno valori uguali sia per i minimi che per i massimi, nei mesi tre e quattro; mentre nel mese cinque i massimi subiscono un incremento notevole che rientra solo all'ottavo mese, procedendo ad un calo brusco al nono mese ed

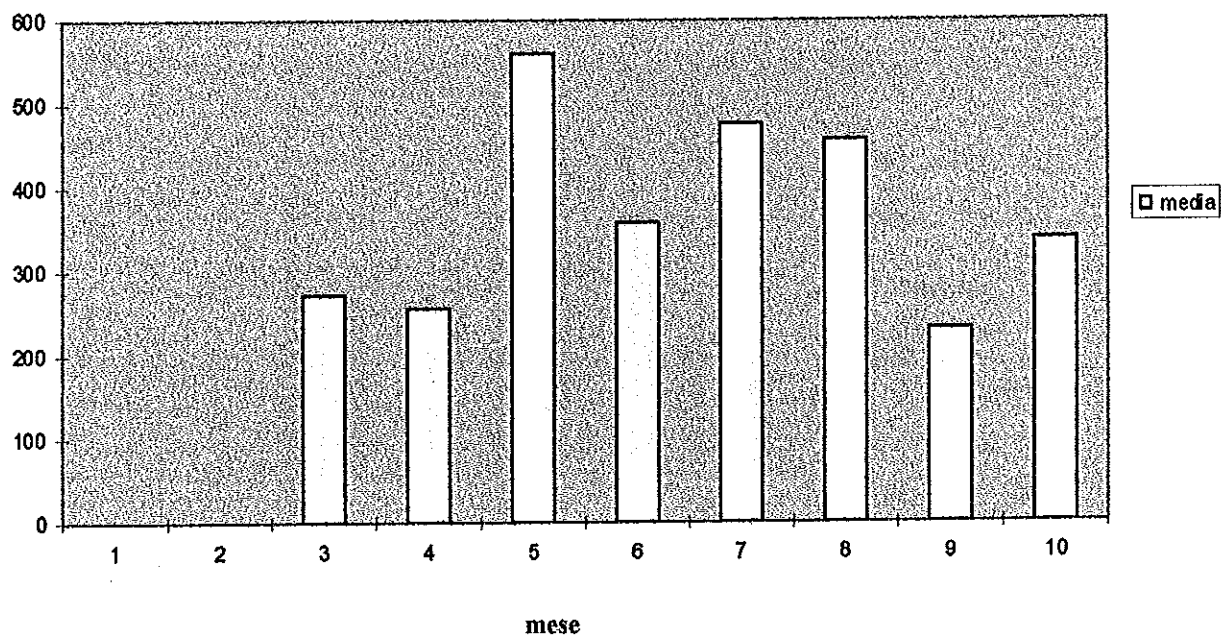
aumentando di nuovo solo al decimo. I valori minimi, invece, si mantengono pressochè costanti per tutto il periodo di studio (dal terzo al decimo mese).

Grafico 18



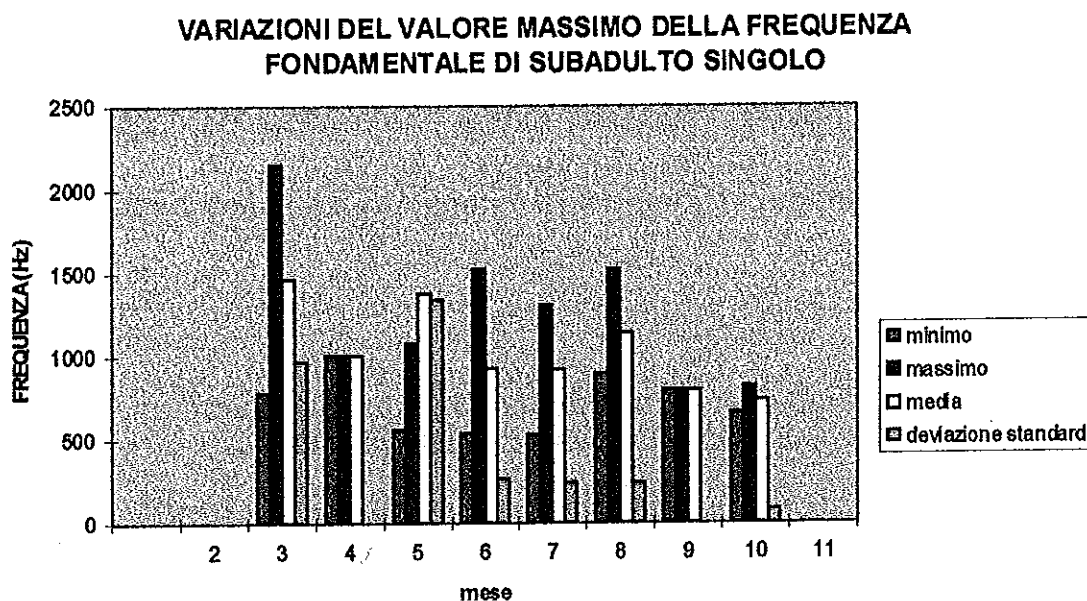
Tutto ciò porta ad osservare nel grafico 19, riferito alla media, delle frequenze irregolari. Al quinto mese si ha un incremento più evidente, in calo, poi, al sesto e seguito da un aumento al settimo, con un ulteriore decremento all'ottavo ancora più marcato al nono. Il decimo mese le frequenze aumentano rimanendo a valori inferiori ai 350 Hz, ma superiori ai valori dei primi due mesi (terzo; quarto).

Grafico 19

**MEDIA DEI VALORI DI MINIMO DELLA FREQUENZA FONDAMENTALE DI  
SUBADULTO SINGOLO**

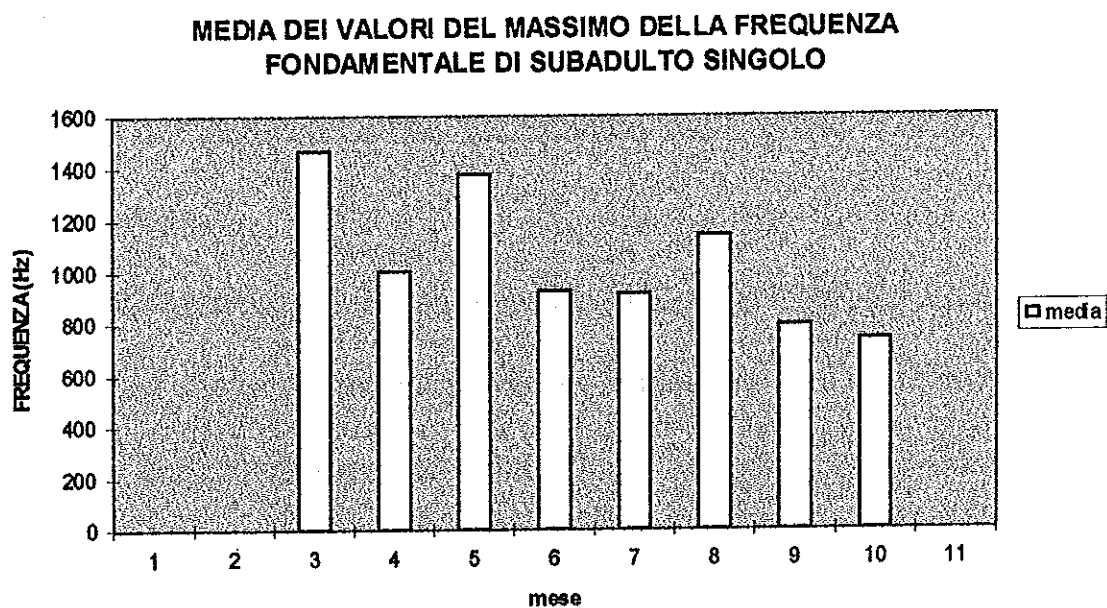
Le variazioni del massimo della frequenza fondamentale (grafico 20) evidenziano dei valori minimi con distribuzione irregolare tra il terzo e quinto mese, aumentando di circa 300 Hz (tra il terzo e quarto mese) e poi diminuendo di 500 Hz (tra il quarto e quinto). Per i tre mesi successivi (sesto, settimo, ottavo) i valori si stabilizzano, per poi risalire a frequenze più alte (sempre inferiori ai 1000 Hz) all'ottavo mese. La diminuzione sopraggiunge con il decimo ed undicesimo mese.

Grafico 20



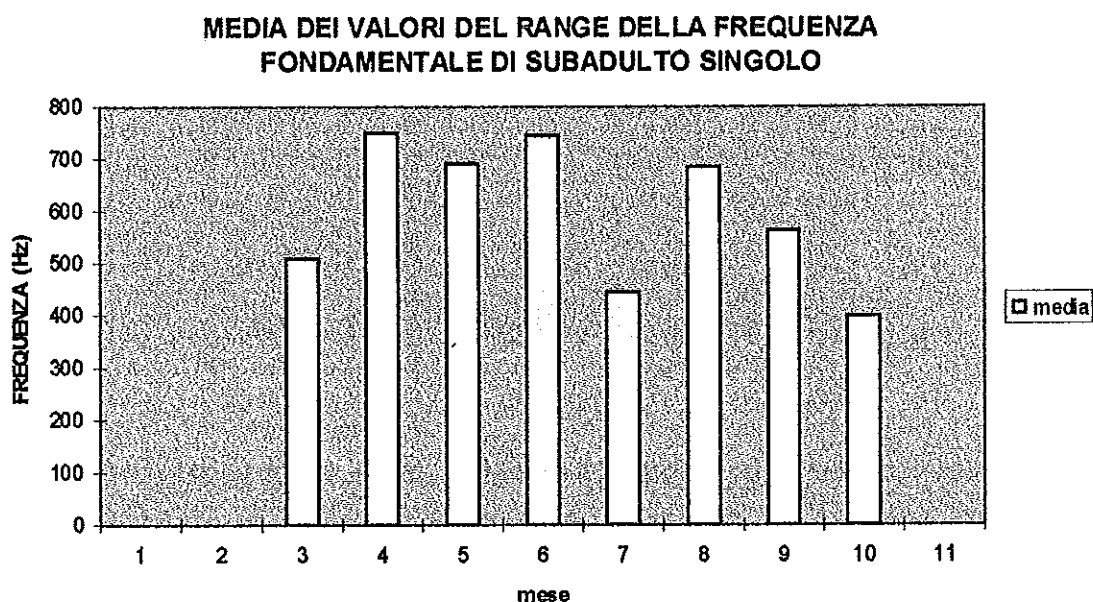
Dalla media (grafico 21) si può notare una diminuzione della massima frequenza fondamentale da valori alti, circa 1500 Hz, del quinto mese ai 900 Hz del nono e decimo mese.

Grafico 21



Il range della frequenza fondamentale, proposto solo sotto forma di grafico 22 inerente la media, non fa altro che confermare quanto già detto, sebbene presenti delle variazioni ai grafici precedenti. Il caso più evidente riguarda il mese dieci con una diminuzione di oltre 350 Hz rispetto ai valori più elevati.

Grafico 22

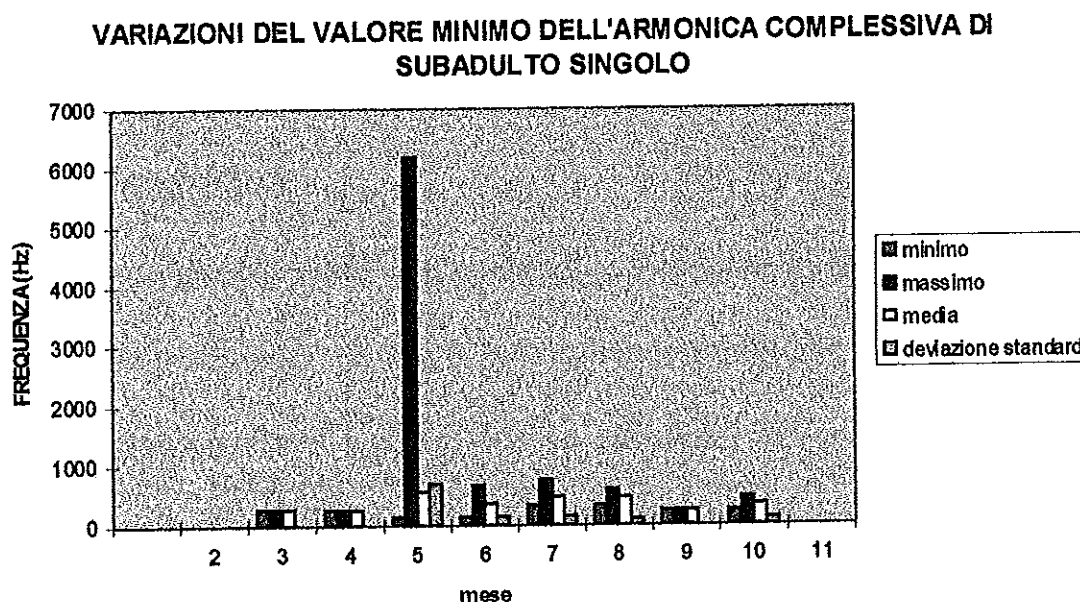


I sonogrammi riferiti al subadulto, per la loro chiarezza, ci hanno permesso di analizzare distintamente anche l'andamento della prima armonica nel suo minimo e range.

Il grafico 23 propone valori minimi e massimi costanti ed uguali tra loro fatta eccezione per i mesi cinque e sei. I valori minimi tendono a diminuire di circa 150 Hz dal terzo al quarto mese; si ha, poi per i massimi, una diminuzione pari a quella subita dai valori del minimo, ma al quinto mese vi è un aumento di oltre 6000 Hz. Dal sesto mese le frequenze diminuiscono di nuovo fino ad arrivare a valori posti intorno ai 450 Hz. Il decremento termina con il settimo

mese, infatti, all'ottavo ed al decimo mese si assiste ad una leggeriaripresa di valori pari a poche centinaia di Hz.

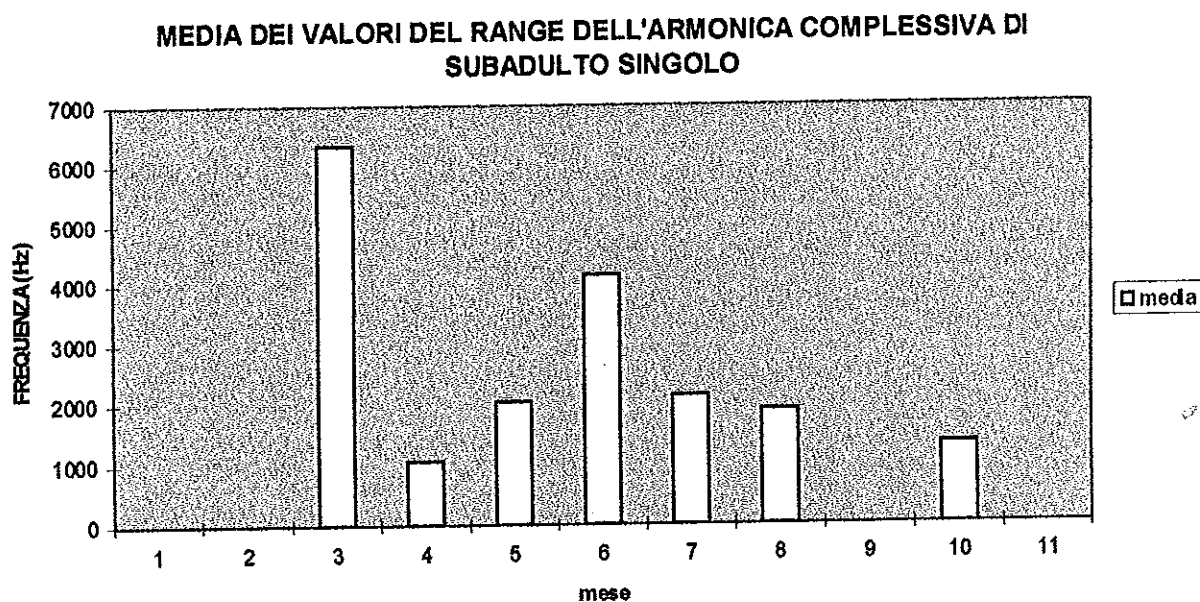
Grafico 23



Nell'analisi (grafico 24) riferita alla variazione del range della prima armonica, si osserva un calo di 5000 Hz tra il quarto, il quinto ed il sesto mese.

In seguito, si registrano solo diminuzioni di frequenze passando dal sesto mese, al settimo, all'ottavo ed al decimo.

Grafico 24



Le variazioni dei valori del minimo, del massimo, del range della frequenza fondamentale e della frequenza totale del vocalizzo risultano significative. Non soggetto a variazioni, sembra essere il valore corrispondente al minimo della prima armonica.

#### **4.2 CONFRONTO TRA I PARAMETRI DEGLI ULULATI DI ADULTI E SUBADULTI**

Il confronto tra i due esemplari di età diversa avvengono tra i dati riferiti all'intero anno per gli adulti, non subendo modifiche significative col passare del tempo; mentre i dati riferiti al subadulto devono essere considerati per diversi mesi distribuiti nell'arco dell'anno di ricerca, poiché caratterizzati da variazioni significative.

Il minimo della frequenza fondamentale (grafico 25) rapportando i dati totali dell'adulto e quelli del quinto mese per il subadulto, mostrano come i valori minimi di quest'ultimo siano di poco superiori al genitore, mentre nella lettura dei valori massimi si marca maggiormente il distacco tra i due raggiungendo differenze di quasi 4000 Hz. La media, comunque, non risulta eccessivamente diversa anche se indica delle frequenze più alte nel subadulto rispetto all'adulto.