



Universidad de La Habana, Cuba

Facultad de Biología

Influencia de la alimentación en la mortalidad de los individuos subadultos del sitio arqueológico Canimar Abajo, Matanzas, Cuba

Tesis de Licenciatura en Biología

Autor

Ernesto Aranda Pedroso

Tutor

MSc. Yadira Chinique de Armas



2011



Universidad de la Habana
Facultad de Biología

Licenciatura en Biología

Tesis en Opción al Título Académico de Licenciado en Biología

**Influencia de la alimentación en la mortalidad de
los individuos subadultos del sitio arqueológico
Canimar Abajo, Matanzas, Cuba**

Autor: **Est. Ernesto Aranda Pedroso**

Tutor: **MsC. Yadira Chinique de Armas**

Ciudad de La Habana

Año 2011

“Siempre que se quiere se puede”

Agradecimientos

Muchas personas me apoyaron en la confección de este trabajo. Fue un tiempo duro de pruebas, una detrás de la otra sin dejar espacio para relajaciones. Pruebas más allá de los papeles o las notas, mas bien de enfrentamiento a los problemas que puede traer la vida.

En el curso de mi llegada a la universidad, mis padres me dieron la luz del camino. A ellos les debo los que soy y lo que seré. Gracias a ti **Luis Ernesto**, gracias a ti **Rosa**, por ser decidir hacerme hijo de ustedes, por cuidarme hasta que las fuerzas se que se queden sin fuerzas. Gracias.

Una vez en la universidad, el campo de estudio no fue menos severo. En este contexto muchos amigos fueron los pilares en los que me apoyé. Amigos que desaparecerán, aunque estén cerca, amigos que se mantendrán aunque estén lejos. Gracias a Alain, Alejandro, Yordan, nuestras vidas tomaron caminos diferentes, pero siempre quedará el recuerdo de que fuimos los primeros amigos de cada cual. Con ustedes aprendí una las partes divertidas de las cosas, a encontrar la mejor solución a las dificultades.

Gracias a Emilio, Diana y Yasiel, con ustedes aprendí una nueva forma de ser, algo que ni yo conocía. Me gustó mucho compartir esos momentos felices, en los que una idea se convertía en una etapa, en una era. Pueden alejarse, lo que les pido es que no me olviden nunca.

Gracias a todos los profesores que de una forma u otra participaron en la realización de mi persona. A mis compañeros de Biología y de bioquímica, Anyelo no te puedo dejar fuera. Fueron geniales, en especial tu Addinson, me diste alegría, apoyo, confianza en mí mismo, ojalá que todos tus deseos se te den.

Gracias a Carlos Manuel Capote, a ti hermano, no lo hubiera podido hacer sin ti. Cuenta para lo que sea conmigo, como yo conté contigo, estrecha mi mano, como yo estreché la tuya. Termina tu carrera y vamos a andar por la vida hasta que nos llegue la hora.

Gracias a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis, este trabajo no es mío, es de ustedes. Gracias a Yadira Chinique, por escoger ser mi tutora. Tuve muy buenos profesores en la carrera, fue con usted que conocí el mundo científico real. No se preocupe por el hablar, nadie se escapa al qué dirán. Trabaje para vivir, no viva para trabajar. Esta una frase de Viera, gracias a ti también por tus consejos tan

diferentes y realistas. Gracias a todo el equipo del Museo Montané: Roberto, Vanesa, Antonio, Marlen, Carlos, Rangel, Dailys, Aileen, con personas como ustedes tenemos aseguradas las olimpiadas. Gracias a Joao, siempre con un toque de risa. Gracias a Ulises y a Dany, por su ayuda y gratitud.

Gracias a la gente de LUCES, Odalys, Sheila, Juanito, Alvaro, Manolo, Yanio, Allen. Un equipo de miedo, salgan corriendo cuando vean que ellos se ponen para las cosas. Gracias a Yordanka, me tiraste tremendo cabo con las placas. A Marcel por su sesión de fotografías. A Adrián, apareciste cuando más te necesitaba. A Denis Denis, por sus habilidades pedagógicas.

Gracias a Juancito. Mi tío, yo siempre estaré aquí, porque tu siempre estuviste ahí para lo que me hiciera falta. Gracias a Olivia, en ti descubrí una persona diferente. No te dejes caer por los avatares de la vida, solo son una prueba de que estamos vivos. Diviértete.

Gracias a ti Jeny, no importa lo que nos depare el destino, te querré siempre. Te quiero del tamaño de una hormiguita. Intentaré hacerte una mujer más feliz de lo que ya eres. Te amo Tati. Gracias a Yoyi, a Sandra, a Yoanna, a Yaqueline. Ustedes son mi familia chiquita, pero de sentimientos muy grandes.

Muchas gracias a mi Tiota, sé que me estás viendo. No llores más que yo no estoy llorando, riéte de ver a tu sobrino hacerse un graduado universitario. Un beso a Lena, a Elisa. No pierdan la esperanza de ver a Cuba una vez más en sus vidas, esta fue la cuna que les dio a ustedes la belleza y el brillo que tienen hoy.

Gracias a mis tías Ana, Mamita y Vilma, la family. Sus apoyos me estimularon a seguir adelante y a no cejar cuando se ponía oscuro el día. Gracias abuela Luisa, un beso para ti.

Quisiera terminar agradeciendo a personas que hubieran querido estar aquí para verme. A mi abuelo Mario, abuelo lamento no haber podido darte más calor. A mi abuelo Luis Mario, sé que querías que yo me hiciera médico, pero ves espero que estés complacido. A mi abuela Julia. Un beso para ti vieja, a mi manera creo que todavía estás aquí para sentir todavía como me tocas el pelo. Sé que hubiera estado feliz de ver el resultado de tus cuidados y consejos. Es difícil que algún día deje de quererte.

Resumen

En las excavaciones del sitio arqueológico Canímar Abajo se encuentran más subadultos que adultos. Fenómeno que estimuló la hipótesis de que la elevada mortalidad infantil se debe a deficiencias dietarias en los individuos subadultos. Por lo que nos propusimos determinar los grupos de alimentos mayormente consumidos por los individuos subadultos, determinar las principales paleopatologías relacionadas con la nutrición en los individuos subadultos y evaluar el crecimiento y desarrollo de la población aborígen. Se cuantificaron las concentraciones de Ca, Sr, Zn, Fe, Cu, Mg y Mn (indicadores dietarios) en 20 muestras óseas de individuos subadultos que fueron separados en cinco rangos etarios. Se identificó la hipoplasia del esmalte, la hiperostosis porótica, la *cribra orbitalia* y las líneas de Harris (indicadores de estrés) en 47 individuos subadultos. Además se calcularon las estaturas de 36 individuos para construir la curva de distancia. Los subadultos poseían una rica dieta cárnica procedente del mar. No se obtuvieron diferencias entre las categorías etarias, lo que evidencia una dieta homogénea entre los subadultos. Por lo que la elevada mortalidad infantil de los individuos subadultos no se debe a cambios en la alimentación. Se encontró una elevada frecuencia relativa de los indicadores de estrés, excepto de la hipoplasia del esmalte que no se encontró en ningún individuo. Al parecer las enfermedades eran una causa importante de muerte en los subadultos. La población aborígen de Canímar Abajo era más pequeña que la población cubana actual, resultado de un proceso de aclimatación a las condiciones ambientales de vida.

Índice

Capítulo 1: Introducción	1
Objetivos	2
Objetivos generales	3
Objetivos específicos	4
Tareas	5
Capítulo 2: Revisión Bibliográfica	5
El valle Río Canímar: Canímar Abajo	5
Aspectos paleodemográficos	7
La mortalidad infantil en el sitio Canímar	8
El estado nutricional	9
La paleodieta como disciplina científica	10
La hidroxiapatita	11
Elementos químicos paleodietarios	12
Indicadores de dieta vegetal	15
Indicadores de dieta carnívora	16
Indicadores de dieta de leche	17
El estudio de los oligoelementos en Cuba	18
La influencia diagenética	19
Ataque microbiológico	21
Incremento de la cristalización	21
Diagénesis en Canímar Abajo	24
Características del suelo	24
Paleopatologías nutricionales	25
Indicadores de estrés nutricional	27
Evaluación del crecimiento y desarrollo	31
El esqueleto infantil	31
El fenómeno del destete	33
Capítulo 3: Materiales y Métodos	35
El sitio arqueológico Canímar Abajo	35
Estimadores paleodemográficos	37
Muestra para los estudios paleodietarios	39
Preparación de la muestra	40
Determinación de la porosidad y la densidad	41
Determinación de elementos traza	42

Determinación de fósforo a partir de la técnica colorimétrica del azul de molibdeno	43
Identificación de paleopatologías	44
Análisis ontogenético	45
Herramientas estadísticas	46
Capítulo 4: Resultados y Discusión	47
Alta mortalidad infantil	47
Consideraciones del contexto arqueológico	51
Estado de preservación de la muestra	53
La alimentación de la población subadulta	56
Comparación por categorías etarias	58
Comparaciones individuales	59
Paleopatologías relacionadas con estrés alimentario	61
Hipoplasia del esmalte	62
Hiperostosis porótica y <i>cribra orbitalia</i>	62
Líneas de Harris	64
Crecimiento y desarrollo de los aborígenes subadultos	70
Conclusiones	72
Recomendaciones	74
Anexos	75



Introducción

El sitio arqueológico Canímar Abajo es el cementerio más antiguo de Cuba (7150-7600 años AP¹). Este se encuentra en la localidad del mismo nombre, provincia de Matanzas, ubicado dentro del valle Río Canímar. El río nace en la región de Santa Ana y recibe el aporte de los ríos afluentes Morato, Yaití, La Palma, Caoba, Limones y Cidra, además de los manantiales que se encuentran en su curso a la desembocadura. Está considerado como el más caudaloso de todos los ríos que desembocan en la bahía matancera. Posee una exuberante vegetación marginal y una típica fauna acuática (Rasket, 2010). Quizás su mayor atractivo es el alto valor arqueológico que ha alcanzado hasta nuestros días, pues en sus riberas se atesora una muestra inestimable de los restos de vida de aborígenes cubanos distribuidos en más de 30 sitios (Martínez *et. al.*, 1993).

Los restos óseos de los aborígenes encontrados en Canímar Abajo, fueron asociados a la cultura preagroalfarera. Es decir, que vivían fundamentalmente de la pesca, la recolección (tanto de moluscos marinos como terrestres), y de la caza (Tabío, 1984). La vegetación de manglar debió permitirles obtener grandes cantidades de alimento, pues las raíces en forma de zancos constituyen depósitos de ostiones, criaderos de peces y las ramas se convertían en nidos de aves y en refugios de jutías. Investigaciones actuales (Chinique, 2007, 2009, Rodríguez, 2007), demuestran la realización de estas actividades, sin embargo también muestran evidencias de consumo de plantas cultivables como maíz, boniato y frijoles (Rodríguez, 2007b; Chinique, 2009) en etapas tempranas de su ocupación (alrededor de los 3335 años AP²), lo cual incluiría como una nueva actividad, al procesado de alimentos de origen vegetal.

El modo de vida de estas sociedades tiene como contradicción fundamental la relación que se establece entre el ser humano y su medio natural, caracterizado

¹ Clave LUR:UNAM-075; clave usuario: C-119(0.6-0.7 m); fragmento de carbón; pretratamiento: AAA; programa y curva calibración: Calib. 5.0.1, IntCal_04.

² Clave LUR: UNAM-0714a; clave usuario: C-119 Esq-W0.20m; fragmento de carbón; pretratamiento: AAA; programa y curva calibración: Calib. 5.0.1, IntCal_04.



por la precariedad económica y por la brevedad del ciclo producción-consumo (Sanoja y Vargas, 1995). Dicha precariedad trae consigo múltiples factores que pueden afectar la salud de estas poblaciones. Uno de estos factores, lo constituyen las enfermedades, sobre todo las provocadas por infecciones de microorganismos (Civera, 2006). Patógenos capaces de generar diarreas, fiebres, caries, etc., pueden ser mortales en ausencia de medicamentos o tratamientos que los controlen. Otro factor importante es la mala alimentación, que contrasta con el buen desempeño de las funciones orgánicas. Los más vulnerables son los infantes, pues todavía se hallan en pleno fortalecimiento y requieren de un buen suministro de nutrientes. Además, una mala alimentación puede devenir en el desarrollo de una enfermedad de origen nutricional, tal y como sucede con la anemia por deficiencia de hierro o con el escorbuto por deficiencia de vitamina C (Civera, 2006).

Los esqueletos no brindan un conocimiento fidedigno de la condiciones de vida de una población pues aportan solo la información osteológica del individuo. La paleodemografía utiliza esta información osteológica y ayuda a conocer las condiciones de vida de los aborígenes. Uno de los principales parámetros demográficos es la mortalidad infantil que se utiliza como indicador de las condiciones socioeconómicas de la población (Erviti y Segura, 2000). Su comportamiento en los yacimientos arqueológicos resulta difícil de determinar, debido a que las piezas óseas de subadultos se degradan con mayor facilidad que las piezas de individuos adultos. A partir de la mortalidad infantil es posible evaluar la esperanza de vida, parámetro muy importante para la descripción de la dinámica poblacional de que se trate (Cuhna, 2005).

En Cuba existen varios sitios en los cuales el número de subadultos exhumados sobrepasa el de los adultos. Entre ellos se encuentran la Cueva de los niños (Tabío y Rey, 1966), el sitio Marién II (La Rosa y Robaina, 1994), la Cueva del Perico (Rodríguez, 1998), la Cueva del Infierno (García, 1997), entre otras. En Canímar Abajo, al igual que en los sitios mencionados, se ha observado una



predominancia de los individuos subadultos (Arenas, 2009), fenómeno que hace pensar en una posible elevada mortalidad infantil. La abundante representatividad de los individuos subadultos en sitios arqueológicos, ha servido de punto de partida para que autores como La Rosa y Robaina (1994), expliquen este fenómeno por la práctica general del infanticidio. Según estos autores, es usual que se practique el control de la natalidad en comunidades aborígenes de escaso desarrollo económico, cultural y tecnológico, con presencia de creencias y tabúes.

Por lo general las explicaciones a las altas frecuencias de subadultos en un yacimiento arqueológico, se han asociado al infanticidio o a las enfermedades infecciosas, sin haber profundizado en la importante relación que se establece entre la mortalidad infantil y el estado nutricional. El patrón alimenticio, es una de las características que mejor definen las capacidades adaptativas de las poblaciones al ambiente que las rodea (Trancho y Robledo, 2002). Una población que no intente aprovechar al máximo los recursos del medio, poseerá deficiencias nutricionales que se van a ver reflejadas en la etapa de la niñez (Rodríguez, 2004). Es necesario conocer la influencia de la alimentación en la mortalidad infantil, en vista de tener una mejor comprensión de sus características biológicas, de la dinámica social y sus modos de vida.

Pregunta

¿Qué relación existe entre la mortalidad infantil y la alimentación de los individuos subadultos de la comunidad aborígen de Canímar Abajo?

Hipótesis

La elevada mortalidad infantil se debe a deficiencias nutricionales en los individuos subadultos.



Objetivos

Objetivo general

- Determinar la relación entre la nutrición y la elevada mortalidad infantil del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

Objetivos específicos

- Estimar la mortalidad infantil en la comunidad aborigen de Canímar Abajo.
- Determinar los grupos de alimentos mayormente consumidos por los individuos subadultos en Canímar Abajo.
- Estimar la edad destete de los aborígenes subadultos de Canímar Abajo.
- Determinar las principales paleopatologías relacionadas con estrés nutricional presentes en los individuos estudiados.
- Evaluar el crecimiento y desarrollo de los individuos subadultos de Canímar Abajo.

Tareas

- Calcular los índices paleodemográficos tales como el número de defunciones, la probabilidad de fallecimiento, la esperanza de vida media, el índice de dependencia y el censo hipotético de la población.
- Estimar la preservación osteológica de las muestras óseas.
- Cuantificar en el hueso las concentraciones de calcio, fósforo, estroncio, magnesio, zinc, cobre, manganeso y hierro.
- Identificar los indicadores de estrés nutricional en los esqueletos exhumados.
- Calcular las estaturas de los individuos subadultos.



Revisión Bibliográfica

El valle Río Canímar: Canímar Abajo

Entre las regiones arqueológicas más significativas de la provincia de Matanzas se encuentra la que conforma la cuenca del río Canímar y sus numerosos afluentes. Este río es el mayor y más caudaloso que desemboca en la bahía matancera, con 12 km navegables. A lo largo del curso navegable de Canímar se pueden observar terrazas marinas de alturas diferentes, nichos rocosos, líneas de erosión, bocas cavernarias y en algunos lugares restos cárnicos de antiguas cuevas freáticas que al ser cortados el cañón fueron desaguadas (Núñez, 1986). La vegetación en el perímetro costero está representada por los matorrales xeromorfos. Cerca de la desembocadura hay manglares y más atrás el bosque semideciduo y el bosque en galería cubren las laderas del río (Hernández, 2001).

A partir de la década del sesenta se comienza a nombrar esta área en el registro arqueológico del país, y posteriormente se definiría como una de las más importantes a nivel nacional. Se conoce que existen más de 30 sitios de comunidades aborígenes con diferente desarrollo económico social, en las áreas aledañas a su curso inferior (Martínez *et al.*, 1993). El sitio arqueológico Canímar Abajo forma parte destacada dentro de estos diversos sitios de filiación aborígen. Se localiza aproximadamente a 40 metros de la costa suroeste de la desembocadura del río; y está protegido por uno de los farallones rocosos que se forman en la margen del río, que se eleva verticalmente por más de 10 metros (Arenas, 2009).

El sitio se compone básicamente de un gran montículo de enterramiento con 26 metros de largo y una profundidad de 1.80 metros hacia las capas más profundas (Rodríguez, 2004b). Al parecer seleccionaron este espacio por la protección que brindaba a los pobladores, gracias al farallón que al proyectarse hacia delante en su región superior cubría de la lluvia y los fuertes vientos (Rodríguez, *op. cit.*).



El sitio fue ocupado en tres grandes momentos (Rodríguez, 2004b). En los estratos más profundos aparecen restos humanos muy antiguos (más de 7000 años antes del presente, según fechados recientes). El segundo momento se caracteriza por una gran acumulación de residuos principalmente de bivalvos, por la aparición fogones, cenizas, carbón, etc. Sobre este aspecto se han llevado a cabo estudios preliminares dirigidos por el Dr. Carlos Arredondo Antúnez. Los resultados indican que la mayor representatividad le corresponde a los moluscos, le siguen los peces y mamíferos, artrópodos, reptiles y aves son los menos representados (Rodríguez, 2005a). En el tercer momento se reutiliza como cementerio.

De acuerdo con los resultados de los estudios paleodietarios realizados con las evidencias asociadas al sitio, éste estuvo habitado por comunidades que debieron alimentarse principalmente de fuentes marinas, como los moluscos y los peces. Aunque también debieron aprovechar las fuentes vegetales y algunas cantidades de proteínas de animales terrestres (Chinique, 2009).

La navegación por el área alrededor de Canímar Abajo, debió ser un elemento de importancia para la realización de las diferentes actividades subsistenciales realizadas por las comunidades que la poblaron. A partir del registro arqueológico se pueden inferir un conjunto de actividades como la colección de moluscos (destacan las concentraciones de *Isognomun alatus*, *Strombus pugilis*, *Strombus gigas*, *Crassostrea rhizophorae*, *Chione sp.*, *Codakia orbicularis*, tellínidos y murécidos diversos, entre otros), de pescados (se han hallado espinas y vértebras de variados tamaños) y crustáceos (fundamentalmente cangrejos); así como la caza de algunos animales pequeños (jutías y aves), aunque esta última actividad se encuentra representada en menor medida (Dumas, 2009). En la región de Canímar también se han encontrado evidencias del perro mudo (*Indocynon caribensis*) en la Cueva de los Perros, y de otros animales pleistocénicos como el *Mesocnus* y *Megalocnus* encontrados en la gruta de Las Cazuelas.



Aspectos paleodemográficos

La paleodemografía es la disciplina encargada de la estimación de los parámetros demográficos de las poblaciones del pasado y del estudio de su evolución diacrónica (Cunha, 2005). Desde las primeras referencias a una demografía prehistórica (Matiegka, 1928), parecía evidente que el perfil demográfico de las poblaciones antiguas podía obtenerse a partir del análisis de los esqueletos humanos, única fuente accesible para construir la demografía de poblaciones sobre las que no se tenía ninguna fuente escrita.

Entre las limitaciones más importantes de la paleodemografía está lo referido a la determinación de la edad y el sexo de los individuos. Resulta en extremo difícil estimar la edad del fallecimiento de los individuos adultos. Muchos estudios han mostrado la falta de precisión de la mayoría de los métodos utilizados, sobre todo cuando se trata de individuos de edad avanzada (Santos, 1996). Otro inconveniente de los métodos para determinar la edad es que consideramos que la evolución de un indicador en el curso de la vida se produce de la misma forma en las poblaciones antiguas que en las poblaciones de referencia, lo que por lo general no es cierto (Buikstra y Mielke, 1985; Hoppa, 2000). A su vez, si la edad de la muerte no es precisa, es prácticamente imposible determinar la evolución de los parámetros demográficos en el tiempo (Jackes, 2000).

Otra limitación importante es el sesgo que introduce la posible no representatividad de la muestra en estudio. La propia excavación es una importante fuente de error, ya que pocas veces es posible determinar qué porcentaje representa la parte excavada de la totalidad del yacimiento. Ante estas dificultades se hace necesario hacer una evaluación de los sesgos que pueden producirse producto de excavaciones incompletas, técnicas de excavación y alteraciones tafonómicas (Sellier, 1999).

No obstante algunos parámetros se pueden estimar con mayor precisión, como la edad de la muerte en los subadultos, el sexo de los adultos y el número mínimo de



individuos (NMI). Un aspecto muy importante a tener en cuenta es que toda reconstrucción demográfica debe contar con una muestra numerosa (Cunha, 2005).

Mortalidad infantil en el sitio arqueológico Canímar Abajo

El sitio Canímar Abajo presenta una preponderancia de individuos de la llamada primera infancia, es decir, de antes de los tres años de edad. La mayoría de los subadultos morían antes de alcanzar los cinco años. Además posee una representación en menor cantidad de individuos de diferentes edades, desde la etapa fetal hasta niños de muy corta edad (10 años aproximadamente). Si hacemos una comparación de los sexos, en Canímar se producían más muertes de niñas que de niños, lo que recuerda a lo que varios autores han calificado de prácticas de control demográfico, utilizado por algunas poblaciones sobre la niñez en particular, por medio de la cual se disminuía la contribución del sexo femenino en la adultez (Arenas, 2009).

Algunos autores consideran que la muestra subadulta fallecida no constituye la normalidad sino más bien el mínimo, es decir, que no era representativa de la población viva original (Cunha, 2005). Otros consideran que las muestras esqueléticas si son comparables o representan su contrapartida viva que alcanzó la adultez (Lovejoy y col., 1990; Sundick, 1978, citados por Katzenberg y Saunders, 2000). Arenas (2009), plantea que además de las prácticas culturales o demográficas del infanticidio, los mecanismos de interacción o influencia ambiental, referido anteriormente como estrés ambiental, ayudan a la existencia de las altas tasas de mortalidad infantil.

En Canímar el número mínimo de individuos (NMI) subadultos, según Arenas (2009) es:

NMI total = NMI (campana de 2004 a 2006) + NMI (campana de 1984 a 1988)

NMI total = 91 + 36

NMI total = 127 individuos subadultos.



El estado nutricional

La nutrición (del latín, *nutrire*) es la función por la que los organismos adquieren o dan las sustancias que se necesitan para el crecimiento y reparar sus pérdidas, estas sustancias que son capaces de nutrir, son los llamados nutrientes (Larousse, 1998). El alimento (del latín *alimentum*, alimentar), es la sustancia nutriente que incorporan los seres vivos para obtener energía y reponer los componentes que les permiten vivir. La dieta (del latín *diaeta* o del griego *diaita*, régimen de vida), constituye el régimen de alimentación, por lo que la paleodieta era la alimentación de las poblaciones antiguas (Larousse, 1998). Como ciencia, la nutrición estudia la relación entre los alimentos y la salud; las necesidades del organismo y del metabolismo de las sustancias alimenticias, tanto en las personas sanas como en las enfermas.

El estatus nutricional es importante debido a que está enlazado con un conjunto de funcionalidades fisiológicas y de salud (Rodríguez, 2004a). Una dieta que permitiría buenas condiciones de salud incluye 45 nutrientes esenciales (Sebrell y Haggerty, 1967, citado por Rodríguez, 2004a), distribuidos de la siguiente forma:

1. Nueve aminoácidos
2. Tres carbohidratos
3. Tres grasas
4. Diecisiete minerales
5. Trece vitaminas esenciales

Gracias a la gran variedad de las fuentes de alimento de los bosques tropicales, especialmente frutas, follaje, e insectos, las comunidades pueden obtener los nutrientes necesarios. Además, la acción de cocinar proporcionaba muchos nutrientes vegetales inaccesibles directamente para el hombre, se usaba para incluir en la dieta aquellos alimentos resistentes a la trituración por piedras. Cocinar ayudó a preservar los alimentos por más tiempo (Bogin, 2010).



A través de la transmisión cultural los seres humanos se proveen, generación tras generación, del conjunto de conocimientos y habilidades prácticas que le permiten identificar, a partir de las experiencias de sus antepasados, los alimentos comestibles, reduciendo los riesgos ligados a la elección de los mismos. Todo este universo ideológico dentro de cada sociedad respecto a los alimentos, se manifiesta a través de la elección de estos, sus técnicas de preparación y las reglas de consumo (Petrich, 1987). Esto repercute en ocasiones de manera dramática, pues cuando no se dispone de la ración proteínica necesaria, desde temprana edad se atenta contra el normal desarrollo y crecimiento del individuo y no se está en condiciones de hacer frente a las infecciones (Rodríguez, 2004a).

La paleodieta como disciplina científica

El patrón alimenticio aporta el grado de adaptación, información sobre la conducta en la adquisición de los alimentos y el estado de salud. Existen tres líneas esenciales de investigación para la dieta de poblaciones no existentes: 1) Recursos de flora y fauna disponibles (fauna, coprolitos, palinología), 2) Arqueología de instrumentos (silos, cerámica, basureros), 3) Indicadores de salud (dentarias como caries, desgaste oclusal, patología oral, morfología e identificación, marcas y alteraciones voluntarias de la corona dental, procesos anémicos). Técnicas microscópicas como el patrón de estriación dentaria, los fitolitos, el análisis de los elementos traza y los isótopos radiactivos estables etc., son técnicas actualmente en uso y de mayor confiabilidad (Trancho y Robledo, 2002).

La paleodieta, es el estudio de la alimentación de las poblaciones del pasado, que se basa en la reconstrucción y síntesis que distintas disciplinas científicas hacen de la relación del ser humano con su medio (Prieto *et al.*, 2002). Esta no se limita a una simple enumeración de sus actividades subsistenciales o a la descripción de los productos alimentarios obtenidos, sino que ha de contemplar un análisis conjunto de las condiciones materiales y sociales que permiten producir y reproducir los elementos que garanticen su existencia, como son las condiciones



ecológicas y geográficas, los medios materiales e intelectuales y las referencias etnohistóricas (Velasco, 1998).

La hidroxiapatita

El hueso es el órgano humano objeto de estudio para los antropólogos físicos, por su capacidad de fosilizarse y portar información por miles de años. Embebido por venas y arterias, la extensa superficie de hueso trabecular expuesta al sistema circulatorio del cuerpo, comprende el más importante intercambio iónico-mineral. Esta habilidad es debida a la hidroxiapatita ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$): red de fibras mineralizadas compuesta por una matriz colagénica, envainada por cristales de fosfato de calcio inorgánica (Rodríguez, 2004a). Esto hace que su configuración orgánica-inorgánica sea la más rica en sustancias minerales de todos los tejidos de los mamíferos, y sea también la memoria química y física de los estímulos metabólicos iniciales (Rodríguez, 2004a).

La composición del hueso varía en dependencia de la región y del tipo de que se trate. Pero por lo general el 67% del hueso está formado por calcio y fósforo en una proporción de 2:1. Además el 70% del hueso seco lo constituyen elementos minerales y el 30% componentes orgánicos (Eastoe y Eastoe, 1954). Dentro de los componentes orgánicos el 85% está compuesto por colágeno (McLean y Urist, 1968). Otros elementos quizá menos representativos son el magnesio (Mg^{2+}) 0.6 %, el sodio (Na^+) 0.8 %, el calcio (Ca^{2+}) 36.7 %, y el potasio (K^+) 0.15 %.

En la hidroxiapatita se pierde la estequiometría del mineral y su composición puede variar (particularmente con la edad), donde el ión Ca^{2+} puede ser sustituido por Sr, V, Ba, etc. Los carbonatos pueden sustituir a los iones fosfatos (PO_4)³⁻ (Ezzo, 1994a).



Elementos químicos paleodietarios

Los estudios de oligoelementos tuvieron sus inicios en la paleontología, en 1965, por Toots y Voorhies. Ambos reconstruyeron una cadena trófica de varias especies de herbívoros del Plioceno Inferior de Knox County, Nebraska, a partir del contenido de estroncio en los huesos fósiles. Para lo que utilizaron espectroscopía de emisión por rayos X, y encontraron diferentes niveles de estroncio (Sr) en distintas clases de herbívoros. Importante resultado que serviría para estudios posteriores. Quizás el primer investigador en aplicar el Sr como parte de estudios dietarios en poblaciones humanas, fue el antropólogo A. Brown (1973). Este investigador analizó el contenido de Sr en nueve sitios diferentes: en las regiones de los Grandes Lagos, el Mississippi, el Valle de Illinois, Irán y Oaxaca.

Luego del descubrimiento del Sr como elemento indicador de la dieta consumida en la cadena alimentaria, se dirigieron estudios hacia otros elementos alcalino-férreos como el bario (Ba). Los índices bario-calcio (Ba/Ca) pueden dar mejores resultados que los inicialmente usados de estroncio-calcio (Sr/Ca) (Rodríguez, 2004a). Entre la segunda mitad de la década del 70 y la primera del 80, tuvieron lugar numerosos ensayos de multielementos para apoyar los resultados obtenidos con el Sr. Los primeros análisis químicos de huesos se estimaban con el objetivo de dilucidar procesos de fosilización o para realizar fechamientos relativos, como el método del flúor. Una vez en el siglo XX se emplearon además para la reconstrucción paleoambiental (Rodríguez, 2004a).

Los compuestos orgánicos e inorgánicos se encuentran disueltos en el suelo. La ser incorporados por las plantas la concentración en el suelo se ve reflejada en lo tejidos vegetales. Las plantas no presentan mecanismos bioquímicos para la excreción de los oligoelementos, aunque estos no le sean útiles para su desarrollo. Los animales sí disponen de dichos mecanismos, especialmente aquellos que presenten esqueleto donde los oligoelementos como el bario (Ba) y el estroncio (Sr) entran en competencia con el calcio (Prieto *et al.*, 2002; Trancho y Robledo, 2002). En los vertebrados los elementos traza constituyen cerca del 0.01



% de la masa del hueso, aunque esto puede variar en dependencia del elemento (Velasco, 1998).

Un ejemplo claro es el del índice estroncio-calcio (Sr/Ca) el cual en las plantas es relativamente alto. Pero debido al efecto de los riñones (donde ocurre una mayor discriminación del Sr con respecto al Ca) y del sistema digestivo (donde ocurre una mayor absorción de Ca que de Sr), los herbívoros tienen índices más bajos que las plantas que ellos consumen. Esto se nombra como fenómeno de biopurificación (Rodríguez, 2004a). Por tanto, los carnívoros (que también discriminan contra el Sr y a favor del Ca), tienen los más bajos niveles de Sr/Ca. El hombre, en su condición de omnívoro, presenta valores intermedios entre los herbívoros y los carnívoros. Una de las ventajas del bario (Ba) es que los mamíferos discriminan más contra él que contra el estroncio (Sr), así los índices de Ba/Ca se reducirían más en la cadena alimentaria y serán de mayor utilidad diagnóstica (Rodríguez, *op. cit.*).

Existe un gran número de factores que inciden en la fiabilidad de las determinaciones de elementos traza, desde las variaciones regionales en la composición del suelo, la pluviosidad, la salinidad, la contaminación diagenética de las muestras, hasta las variaciones metabólicas relacionadas con la gestación, la lactancia, edad o tipo de hueso. El consumo de leche materna disminuye la relación Sr/Ca en los lactantes, pero este índice aumenta en las mujeres durante la gestación y la lactancia. La concentración de los elementos traza difiere entre los distintos huesos, en función de la velocidad de remodelación ósea; de ahí la importancia de analizar siempre el mismo tipo de hueso y de la misma estructura anatómica. Las costillas sufren una remodelación anual que afecta el 10 % de su composición mineral, mientras que la tibia se ve modificada solo en un 2,6 % (Trancho *et al.*, 1996). El hueso compacto y el hueso trabecular tampoco se remodelan a la misma velocidad, ni presenta la misma composición química (Trancho *et al.*, 1998).



La edad es quizás el factor metabólico más importante a tener en cuenta para estimar la absorción relativa de los elementos alcalinos en el individuo. La velocidad de absorción es más alta en los individuos subadultos que en los adultos, pero existe la variante de que para los primeros las cantidades disponibles sean menores. Los lactantes, presentan contenidos de elementos alcalinos más bajos que los adultos dentro de una misma población, pues existen menos elementos alcalinos en la leche que en el resto de los alimentos (Rodríguez, 2004a).

El estudio de los elementos traza, se basa en el examen de diferentes indicadores dietarios, tanto de dieta vegetal como de origen animal. Según Ezzo (1994a) las condiciones para que un elemento pueda ser considerado como indicador dietario son las siguientes:

1. La cantidad del elemento debe ser medible.
2. La acumulación en el hueso debe correlacionarse con el consumo dietario y la concentración del elemento en las fuentes de alimentos debe definir un nivel de separación trófica u otra separación de acuerdo con la dieta, ya sea mediante biopurificación de un nutriente esencial o a través de la ocurrencia específica en un tejido.
3. El elemento debe concentrarse en el hueso, pero incorporándose a la estructura de la hidroxiapatita y no a la superficie de sus cristales.
4. Es ventajoso para un elemento no ser un nutriente esencial, porque de esta forma estaría exento de la regulación homeostática que caracteriza a los mismos.
5. El elemento debe imitar el movimiento y actividad de un nutriente esencial en los sistemas biológicos, preferiblemente el de uno que se concentre en el hueso.
6. Es importante para el elemento que presente baja movilidad iónica en el contexto geoquímico, o sea, que esté presente en contextos de alta estabilidad molecular. Esto traerá como consecuencia que se haga más resistente a la incidencia de intercambio iónico diagenético que sufren los



iones que se enlazan con la superficie y que en consecuencia son más susceptibles a ser removidos mediante los métodos usuales para la preparación de las muestras.

No existe un elemento ideal que cumpla con todos los requisitos propuestos, pero sí se seleccionan aquellos que contengan más condiciones como indicadores dietarias. Tampoco existen elementos que indiquen el consumo de todos los tipos de alimentos, sino más bien que se encuentren en mayor cantidad en algunos que en otros. Es por eso que se clasifican según el tipo de dieta de la cual se obtienen en mayor medida; de esta manera se separan en indicadores de dieta vegetal o animal, y en indicadores de dieta terrestre o marina (Ezzo, 1994a).

Indicadores de dieta vegetal.

Estroncio (Sr): Es el más usado históricamente para la paleodieta, su nivel en el hueso es una medida del disponible en la sangre (Underwood, 1997). Si su concentración aumenta en el hueso, el individuo se considera más herbívoro que carnívoro. Más del 99% del Sr corporal está depositado en el hueso sustituyendo al calcio en la matriz ósea. Este es precisamente el motivo por el que puede utilizarse la relación Sr/Ca como indicador de dieta vegetal (Fornaciari y Mallegni, 1987). Aunque un bajo índice de Sr/Ca, unido a una elevada concentración de calcio, indica un alto consumo de alimentos ricos en calcio, dentro de los cuales está la leche. Los niveles de Sr/Ca del hueso dependen del Sr disponible en el terreno, lo que limita la posibilidad de comparación del índice Sr/Ca absoluto entre yacimientos. Para poder comparar se procede a corregir dicha relación respecto a un valor observado en el tejido óseo de un herbívoro estricto (representación del nivel trófico anterior), del propio yacimiento. El nuevo valor, denominado índice de vegetarianismo corregido (Sr/Ca_c) establece el patrón económico-dietético y ha sido subdividido en cuatro intervalos que se definen como: economía pastoril (0 - 0.4), mixta (0.41 - 0.6), agrícola (0.61 - 0.7) y vegetariana (mayor de 0.7) (Trancho y Robledo, 2002).



Bario (Ba): Es un elemento del grupo IA de la tabla periódica, su mayor radio atómico respecto al del Ca, hace que la absorción por el tubo digestivo sea menor, de forma que se detectan mayores diferencias entre cada nivel trófico los demás elementos traza, y resulta un interesante marcador (Ezzo *et al.*, 1995). Se encuentra en mayor concentración en el suelo y menor en el mar, debido a su tendencia a formar sales solubles en agua (Velasco, 1998). Se adquiere principalmente a través de frutos secos, bayas, tubérculos, legumbres, fibra vegetal y carne (generalmente marina). Su concentración está sujeta a procesos diagenéticos.

El estroncio es abundante en crustáceos y moluscos, se ideó el índice Log (Ba/Sr) para discriminar entre estas dietas y las de pescado. Además, Burton y Price (1990,1991, citado por Rodríguez, 2004a) concluyen que el Ba y el Sr permiten también la determinación del consumo de dieta marina, teniendo en cuenta que los organismos marinos tienen más bajos índices de Ba/Sr que los terrestres.

Magnesio (Mg): Este elemento tiene una distribución muy amplia dentro del mundo vegetal, debido a que forma parte de la molécula de clorofila, presente en todas las plantas. De ahí que sea abundante en vegetales verdes, especialmente cereales, además de legumbres, frutos secos, e incluso utiliza para estudiar consumo de carne (Trancho y Robledo, 2002). Se estudia siempre asociado a otro elemento, porque solo no es un buen indicador (Velasco, 1998).

Indicadores de dieta carnívora

Zinc (Zn): A diferencia de otros iones, este no es eliminado selectivamente por el organismo animal, pues forma parte de enzimas metabólicas como la anhidrasa carbónica. Además interviene en la formación de dióxido de carbono, en la regulación de la acidez o pH y en procesos de mineralización ósea (Prieto *et al.*, 2002). Aún se desconoce el modelo fisiológico de incorporación al organismo animal (Ezzo, 1994b), pero sí se tiene conocimiento de que las deficiencias de Zn pueden provocar retraso del desarrollo óseo, disminución de la resistencia



inmunitaria a ciertas enfermedades y aumento de procesos patológicos. Tiene la limitante de que su concentración en el organismo varía mucho en dependencia del estrés ambiental (Trancho y Robledo, 1999).

El Zn tiene la ventaja de ser diagenéticamente estable, por lo que es muy utilizado en la paleodieta. Es bastante frecuente en el medio y está presente en las leguminosas, frutos secos, miel, crustáceos, moluscos, vísceras, y principalmente en la carne roja (Trancho y Robledo, 1999). El índice Zn/Ba se utiliza para comparar la dieta vegetal con la animal y para determinar la proporción de carne ingerida se utiliza el índice Zn/Ca, lo que permite estimar la cantidad de dieta carnívora de una población (Fornaciari y Mallegni, 1987). En función del cociente de Zn/Ca se consideran tres niveles de ingesta cárnica: pobre (0-0.35), media (0.36-0.5) y rica (mayor de 0.5) (Trancho y Robledo, 2002). Sin embargo la ingestión de ciertos vegetales (cereales especialmente) distorsionan la interpretación de dicha dieta debido a la formación de fitatos que impiden la absorción intestinal del Zn (Velasco, 1998).

Cobre (Cu): Componente importante de algunas enzimas deshidrogenadas, es indicador de dieta de crustáceos, moluscos, vísceras, frutos secos y miel. Aunque se utiliza principalmente para marcar la dieta carnívora. El índice Zn/Cu se utiliza para determinar qué tipo de dieta sobresale más en la población, si la carnívora marina o la carnívora terrestre (Trancho y Robledo, 1999).

Hierro (Fe): Es casi unánimemente considerado como un indicador de diagénesis, porque por lo general se transporta desde el suelo al hueso, y aumenta su concentración (Trancho y Robledo, 1999).

Indicadores de dieta de leche

Debido a que el calcio forma parte esencial del hueso, se puede pensar en su uso para determinar el consumo de leche; pero lamentablemente no existe todavía una manera de controlar y comparar las muestras de forma que se pueda diferenciar



del calcio incorporado por las vías metabólicas (Trancho y Robledo, 2002). No obstante se puede usar el índice Sr/Ca para determinar el consumo de leche en la población, pues los valores de Sr/Ca de la leche son muy bajos respecto al de otros alimentos (Rodríguez, 2004a). Otro elemento utilizado para indicar al consumo de leche es el vanadio.

Vanadio (V): Este oligoelemento indica el consumo de leche y sus derivados, pero también de tubérculos, legumbres y frutos secos (Trancho y Robledo, 2002). Es esencial en el metabolismo de las grasas. Los niños lo presentan en altos valores ya que son los principales consumidores de leche y vegetales, las mujeres pueden presentar cierta cantidad que indique un consumo menor. El índice V/Zn está sometido a mayor heterogeneidad en la población. Puede reflejar dieta diferenciada o distintas categorías etarias, aunque no está del todo demostrado (Trancho y Robledo, 1999).

El estudio de los oligoelementos en Cuba

La primera investigación paleodietaria que se realizó en Cuba fue en 1965, en las excavaciones del sitio Esterito de Banes, en la provincia de Holguín, dirigidas por José Manuel Guarch (Pino y Rodríguez, 1991). Pero no fue hasta finales de la década de 1980 que se realizaron los primeros intentos de evaluar colecciones osteológicas de diferentes sitios prehispánicos cubanos mediante estudios de elementos traza. Fue en el año 1989 (Sánchez, 1989), cuando se realizó el primer trabajo en el que se evaluaron elementos como el Sr, Zn, Ca, P, Mg, Mn, Cu, y Fe, en el sitio Canímar Abajo, provincia de Matanzas. En esa oportunidad se evaluaron costillas y tibias de once individuos. Luego, otros sitios fueron analizados como Chorro de Maíta en la provincia de Holguín, Cueva Calero en Matanzas, Guayabo Blanco en la provincia de Matanzas (Ayala, 1993; Rodríguez, 2003) (en este trabajo ya se incorpora la determinación del bario), Cueva del Perico en Pinar del Río (Sánchez, 1992) y Cueva Marién II en la Habana, donde Rodríguez profundizó en la aplicación y mejoramiento de la técnica. (Rodríguez, 2004a).



Desde hace dos décadas atrás se han venido realizando investigaciones que utilizan análisis osteoquímicos (Rodríguez, 2004a; Rodríguez y Pagán, 2006; Rodríguez, 2007; Chinique, 2007; Chinique, 2009) que sugieren cambios en los esquemas asumidos tradicionalmente para explicar los modelos de desarrollo económico de las comunidades aborígenes de Cuba; pero desafortunadamente aún no son métodos generalizados en el país para abordar esta temática (Rodríguez, 2004a).

La influencia diagenética

El hueso además de ser un material complejo, contiene información de muchos niveles diferentes, tanto del suelo donde se encuentra como de los procesos históricos. La diagénesis, como concepto aplicado a los contextos arqueológicos, es el conjunto de procesos físico-químico-biológicos que tienen lugar en el hueso debido a la interacción con el contexto de enterramiento y que lleva implícito alteraciones de su composición y estructura (Rodríguez, 2005b). La alteración afecta la integridad histológica del hueso al variar el patrón general de su estructura (consumo de cationes y de sustancias orgánicas, intercambio de iones, lixiviación de la matriz del hueso, u ocupación de espacios vacíos con depósitos minerales); y su contenido de colágeno (ataque microbiológico, degradación y lixiviación), provocando que aumente su porosidad y su cristalización (Hedges, 2002).

La densidad ósea entendida como la proporción de tejido compacto con relación al tejido esponjoso, es variable dentro del mismo hueso y dentro de varios tipos de hueso. Dada la mayor superficie de exposición reactiva del tejido esponjoso, este será más susceptible a la acción de la diagénesis que el tejido compacto, de ahí la preferencia del segundo para los estudios de paleodieta (Jimeno *et al.*, 1996). Un inconveniente de los huesos de individuos subadultos, es que debido a su poco desarrollo en general del tejido compacto, se hacen bastante vulnerables, además de que es mayor la velocidad de degradación. En los individuos ancianos,



enfermedades como la osteoporosis también pueden incrementar la susceptibilidad del hueso a la acción destructiva de factores diagenéticos (Rodríguez, 2004a).

Cualquier tipo de hueso está sujeto a efectos diagenéticos propios. Uno de ellos es la hidrólisis relativamente lenta de la matriz orgánica, por la presencia de agua interna. Escindiéndose las proteínas constituyentes en péptidos más pequeños, que a su vez pueden llegar a descomponerse en aminoácidos. Simultáneamente se produce un reordenamiento espontáneo de la estructura cristalina en la porción inorgánica, lo cual trae consigo un debilitamiento en el acoplamiento de ambas fases (Rodríguez, 2004a). La mayoría de los factores que contribuyen a la diagénesis son externos. Entre ellos están:

1. Agua: lixiviación (precipitaciones, humedad, etc.) e hidrolización
2. Temperatura: modifica la velocidad de reacción, que se duplica cuando hay un incremento de 10 °C.
3. Oxígeno: Influye en el proceso de degradación ósea.
4. Suelos
 - a. Neutros o alcalinos, mayor preservación ósea
 - b. Ácidos, favorece la disolución de la matriz ósea
 - c. Arcillosos, buena preservación debido a la limitada permeabilidad del oxígeno en el agua
 - d. Ricos en sales, mala preservación por el crecimiento de cristales en la estructura cristalina del hueso (destrucción histomorfológica).
5. Acción de microorganismos: destrucción y degradación del material óseo.
6. Flora: las raíces de las plantas son una fuente de alteración del yacimiento arqueológico, incluso pueden ser fuente de destrucción.

Pero los de mayor influencia en la diagénesis, son el ataque microbiológico, el incremento de la cristalización, la disolución y los controles ambientales (Hedges, 2002).



Ataque microbiológico

El ataque microbiológico constituye la principal causa de la pérdida de colágeno, el cual no aumenta con el tiempo de enterramiento. El patrón de frecuencia del ataque microbiológico se establece cerca de los 500 años, por lo que constituye la fase temprana de la diagénesis. De él dependen los cambios diagenéticos primarios (Hedges, 2002). En sitios permanentemente inundados hay poco ataque microbiológico, al igual que en suelos con gran concentración de ácidos húmicos, por lo tanto se dice que ambos tipos de suelos son más inmunes al ataque. También existen diferencias entre un hueso profundamente enterrado y uno superficial, el primero sufre menos las acciones de los microorganismos que el segundo. Al provocar un efecto drástico por la gran pérdida de colágeno, el ataque microbiológico incrementa la porosidad grande, que es aquella con poros mayores de 10 μm (Hedges, 2002).

Incremento de la cristalización

La cristalización es un proceso poco definido como efecto diagenético, implica la incorporación y la sustitución de materia exógena. Las principales perturbaciones se dan por los iones flúor y carbonatos, de los que se han encontrado grandes incrementos poco tiempo después de depositado el hueso. Como en cualquier mecanismo de recristalización, primero se disuelven localmente los compuestos y luego precipitan en el interior de la hidroxiapatita. La profundidad de enterramiento provoca mayor intercambio iónico y mayor abrasión (Hedges, 2002).

Se hallan tres niveles de intercambio entre la capa de tejido óseo y el suelo. La más externa es la capa de hidratación, seguida de la superficie de los cristales y el cuerpo de la estructura (Neuman y Neuman, 1958; Weatherell y Robinson, 1973). Los iones monovalentes sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl) y flúor (F) se difunden dentro de la capa de hidratación pero no se concentran allí. Los aniones multivalentes magnesio (Mg), estroncio (Sr), radio (Ra), uranio (U) y los carbonatos si se concentran en esta capa. Dentro del cristal los iones divalentes estroncio (Sr), plomo (Pb) y magnesio (Mg) pueden sustituir al calcio (Ca), el flúor



(F) puede sustituir al ión hidroxilo (OH^-) y los carbonatos pueden sustituir al grupo fosfato (PO_4) (Malean y Ullrich 1968). El aluminio (Al), el plomo (Pb), el selenio (Se), el vanadio (V), el estroncio (Sr) y posiblemente el manganeso (Mn) se encuentran fuertemente enlazados a la porción mineral, mientras que el Cu y buena parte del hierro se asocian a la matriz orgánica (Spadaro 1969, Spadaro *et al.*, 1970 citado por Rodríguez, 2004a). El hierro se encuentra en ambos lados, pero con mayor cantidad en la porción mineral (Rodríguez, 2004a).

Los elementos traza están asociados con la parte mineral y orgánica del hueso, especialmente al colágeno. Con la excepción del aluminio, todos los elementos tienden a decrecer desde la infancia hasta la niñez, especialmente el cobre. Ellos pueden actuar como contaminantes, aumentar su concentración en el hueso al migrar desde el suelo, razón por la cual en las investigaciones no deben usarse los primeros milímetros de espesor del hueso. Dentro de este grupo se encuentran el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el aluminio (Al), el vanadio (V), el bario (Ba) y el cobre (Cu). Específicamente en el hierro (Fe) y el cobre (Cu), puede haber inserción desde casi cualquier tipo de suelo (Ezzo, 1994a), por lo que se pueden usar como indicadores de diagénesis local. No obstante un elemento con mayor concentración en el hueso que en el suelo del yacimiento, no puede contaminar diagénéticamente. Metales como el zinc (Zn), el estroncio (Sr), y el magnesio (Mg) que son estables, no migran desde el suelo, ni desde el hueso (Trancho y Robledo, 2002; Rodríguez, 2004). Otros elementos interesantes son el calcio (Ca), el sodio (Na), y el plomo (Pb) que no se afectan por lixiviación (Rodríguez, 2004a).

Como se dijo anteriormente existen diferencias entre el tejido esponjoso y el compacto con respecto al intercambio iónico. En el esponjoso se concentra más el hierro (Fe) y el bario (Ba) y menos el calcio (Ca) y el fósforo (P), otra razón por la que se aconseja utilizar el tejido compacto para los análisis químicos. A pesar de que el calcio (Ca) y el (P) son macronutrientes, que no indican paleodieta, el análisis del índice Ca/P en el hueso, se utiliza para determinar el grado de conservación de la hidroxiapatita y evaluar la diagénesis de forma general. Este



índice varía con la edad del individuo y con la antigüedad del hueso, constituyendo una forma indirecta de explicar los posibles cambios en la vida del individuo (Trancho y Robledo, 2002). Su valor teórico normal es aproximadamente de 2,16, aunque se aceptan índices normales de 2,2 e índices obvios para la diagénesis de 2,5 (Trancho y Robledo, 1999).

Los investigadores han ideado técnicas para disminuir los efectos de la diagénesis en los estudio de elementos traza. Lambert *et. al.* (1989), propusieron la abrasión previa a los análisis. Lo que reduce significativamente los niveles de cinc (Zn), cadmio (Cd), potasio (K), aluminio (Al) y manganeso (Mn), sin alterar los de estroncio (Sr), sodio (Na), calcio (Ca), magnesio (Mg) y bario (Ba). Sillen (1986) propone una técnica de solubilidad diferencial de carbonatos, hidroxiapatitas y fluoroapatitas, para eliminar el Ca diagenético y otros elementos, mediante una solución tampón a pH=4.5. Price *et. al.* (1992), proponen tres métodos: limpieza física, limpieza química con ácido (HAc) y limpieza química con base (NaOH). El primero reduce considerablemente los niveles de potasio (K), hierro (Fe), aluminio (Al) y manganeso (Mn), muy abundantes en el suelo. El segundo método reduce el índice Ca/P a valores cercanos a los de hueso fresco. El tercer método reduce los niveles de bario (Ba), aluminio (Al), hierro (Fe), y manganeso (Mn) contaminantes.

Dada la inestabilidad y controversia de las asociaciones dietarias, fisiológicas, contaminantes y diagenéticas, Rodríguez (2004a) aporta un análisis estadístico que no tiene en cuenta la estructura original de los datos, sino el análisis de los componentes principales. Los resultados se muestran mediante una matriz de correlación en la que se observan asociaciones invisibles cuando se tratan los oligoelementos por separado. Así los elementos mayoritarios van a variar dentro de muy estrechos límites; la interrelación de varios elementos determinará la procedencia de estos, y la correlación de un elemento con pequeños grupos de otros, nos dará la interpretación de una dieta no muy variable en el tiempo.



Diagénesis en Canímar Abajo

En Canímar Abajo se analizaron parámetros del suelo que contribuyen directamente sobre el material óseo depositado. Se analizó el color, el pH, la humedad, el porcentaje de materia orgánica, de carbonatos y de fosfatos (Rodríguez, 2004b). Resulta normal el comportamiento básico del pH. Pues además de la contribución de las numerosas conchas de moluscos, la misma roca cársica del farallón que protege el yacimiento aporta una fuerte basicidad al suelo. El pH básico favorece hidrólisis del material óseo, contribuyendo a la mala conservación de los materiales óseos (Rodríguez, 2005b).

Los huesos de subadultos de Canímar presentan un alto grado de fragmentación, y una gran pérdida de información osteométrica sobretodo en los huesos largos (Arenas, 2009). Esta precaria situación de la conservación de los restos óseos del archipiélago cubano, ya había sido evidenciada antes en varias oportunidades, por el antropólogo Manuel Rivero de la Calle en sus informes y artículos (Rivero, 1988; Rivero y Rodríguez, 1990).

Características del suelo

Siempre que se analizen los elementos paleodietarios en los contextos arqueológicos, se debe medir la magnitud de la posible contaminación del medio a la muestra ósea en estudio. En este sentido el contexto del sitio Canímar Abajo se divide en las tres etapas de ocupación vistas anteriormente, cada una con características particulares.

En los niveles superiores el factor de más influencia es la acción antrópica que provocó movimientos verticales y horizontales de los estratos, principalmente en su etapa de necrópolis. En los niveles intermedios se observan evidencias de la explotación de los recursos ambientales cercanos como la fauna de manglar y los productos marinos. Dando signos de una habitación intensiva, por la abundante cantidad de conchas de bivalvos (elemento fundamental), pinzas de cangrejo, y espinas y vértebras de pescado. Por debajo de la capa de conchas surgen niveles



con evidencias de fogones, y carbones asociados (Rodríguez *et. al.*, 2005a),

En general el pH en el sitio se encuentra dentro los valores fuertemente alcalinos, lo que puede ser debido en parte por las condiciones naturales del suelo. El aporte de las cenizas y algunas actividades antrópicas relacionadas con el procesamiento de alimentos, también pueden propiciar el aumento de sus valores de pH. Otros parámetros en altas concentraciones son los carbonatos y los fosfatos. Sus orígenes son distintos, los valores del primero tienen con las contribuciones del farallón al suelo y los del segundo con el procesamiento de alimentos que incrementa la materia orgánica presente en el sitio (Rodríguez *et. al.*, 2005a).

En el análisis de los elementos traza presentes en el suelo, se demostró su distribución homogénea en el contexto de enterramiento y superaban ligeramente a los valores óseos de aborígenes adultos. Tal es el caso de las concentraciones de cobre (Cu), estroncio (Sr), magnesio (Mg), hierro (Fe) y manganeso (Mn), sin embargo elementos como el fósforo (P) y cinc (Zn) fueron superiores en los huesos de los individuos. En las capas superficiales del sitio las concentraciones de bario (Ba) y magnesio (Mg) resultaron menores que en los estratos más profundos, mientras que el cobre (Cu) y cinc (Zn) fueron notablemente mayores. En los niveles intermedios (0,65-0,75 m de profundidad) se encontraron elevadas concentraciones de estroncio (Sr) y magnesio (Mg) y bajas de cinc (Zn). Las concentraciones de hierro (Fe) y manganeso (Mn) son ligeramente superiores en los niveles más profundos (Chinique, 2009).

Paleopatologías nutricionales

Mientras que en términos clínicos las enfermedades hacen referencia a condiciones que ponen en peligro el bienestar y la supervivencia de los individuos, en bioantropología se enfatiza en la perspectiva ecológica y en la supervivencia de la población en el contexto de vida (Armélagos y McArdle, 1975, citado por Civera, 2006). Es decir, que lo de mayor interés para el antropólogo no es el agente que causa la enfermedad, sino la severidad que esta tiene, su duración y curso



temporal de perturbación fisiológica. Aunque se debe tener en cuenta que la reacción del individuo ante la enfermedad puede ser amortiguada o detenida sin dejar huellas en el hueso, en otros casos se pueden producir marcas bien definidas (Civera, 2006).

El estrés es combatido por medios individuales y sociales, aunque estos pueden tanto suavizar como amplificar el efecto de tensión. La investigadora Civera (1985) aporta una clasificación donde describe tres tipos de indicadores para evaluar el estrés sufrido por la población.

Indicadores:

1. Generales acumulados durante períodos largos de tiempo.
2. Generales ocurridos en un tiempo dado (episódico).
3. Asociados a una enfermedad específica.

Dentro del primer grupo de indicadores está la paleodemografía, la cual no es confiable del todo por sus limitaciones, pero que no son imposibles de disminuir en la práctica hasta un punto confiable. Además se encuentra la evaluación del crecimiento y del desarrollo, lo cual consiste en la construcción de curvas de crecimiento basadas en la medición del largo y ancho de los huesos largos para determinar algún retardo en el proceso normal de desarrollo.

Dentro del segundo grupo se encuentran las Líneas de Harris, líneas transversales y densas en los huesos largos producto de la interrupción del desarrollo del hueso y de una recuperación tardía de la velocidad de crecimiento. Las hipoplasias del esmalte son otro grupo de indicadores de alta frecuencia en los yacimientos, que al igual que las líneas de Harris, dan información a través de líneas pero esta vez en los dientes, fundamentalmente en incisivos y caninos. Se ha demostrado que los individuos que presentan mayor número de hipoplasias mueren a edades más tempranas (Swárdstet, 1966 citado por Civera, 1985). Otros indicadores episódicos menos conocidos y menos estudiados son los llamados microdefectos del esmalte y las hipocalcificaciones, los cuales también son propios de los



dientes.

Dentro del tercer grupo referente a los indicadores están la hiperostosis porótica y la *cribra orbitalia*. También están las enfermedades infecciosas dadas por bacterias hongos y/o virus, aunque no se pueda saber con exactitud cuál o cuáles actuaron, dejan rastros en el material óseo; y por eso entran en este grupo. Otras enfermedades que se incluyen son la periostitis y osteítis u osteomielitis. Además se encuentran las lesiones traumáticas, las enfermedades degenerativas y las enfermedades dentales (Civera, 1985).

El estrés originado por las condiciones de salud y nutrición (Figura 1) reflejan desajustes en el esqueleto mediante diferentes mecanismos fisiológicos. Debido a que el individuo no cubre sus necesidades nutricionales, sus malas condiciones de salud le impiden aprovechar al máximo lo que consume, o una asociación entre ambas (Rodríguez, 2004).

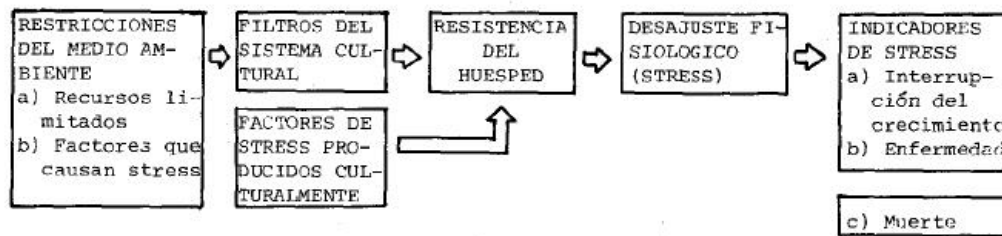


Figura 1. Modelo para la interpretación de indicadores de estrés (Tomado de Goodman et al., 1984)

Indicadores de estrés nutricional

Hipoplasia del esmalte

Se produce en aquellos individuos jóvenes que todavía no han terminado el proceso de calcificación del diente. Aparece por la disrupción de la producción del esmalte durante la fase secretora de amelogenénesis (Hilson, 1996 citado por Temple, 2008), lo que se distingue fácilmente por una repartición irregular o ausencia parcial del esmalte. La hipoplasia del esmalte está relacionada con períodos de estrés como enfermedades infecciosas y malnutrición (Temple, 2008)



Esta paleopatología no incide en los dientes ya formados, lo que influye en la interpretación de su intensidad y en el tiempo de duración. Son típicas las líneas transversales de depresión u hoyos en la corona dental, y en ocasiones surgen grietas perpendiculares a la superficie oclusiva del diente (Campillo, 2009). Aunque casi todas las descripciones de hipoplasia del esmalte se hacen en la corona, también son visibles asociadas a la raíz (Mellanby, 1934; citado por Brothwell, 1987). Además de los factores nutricionales, los factores genéticos, de estrés generalizado, de ingestión de productos tóxicos, por infecciones, traumas y enfermedades infantiles pueden producir la hipoplasia del esmalte (Campillo, 2009).

Hiperostosis porótica y *cribra orbitalia*.

Uno de los indicadores que son relativamente fáciles de diagnosticar en hueso, es la hiperostosis porótica. Se identifica macroscópicamente por áreas circunscritas por rugosidades y porosidades en la bóveda craneal o en los huesos largos del esqueleto. La *cribra orbitalia* constituye condiciones similares a la anterior, pero localizadas en las cubiertas de las cavidades orbitales. Estas lesiones se producen por la expansión del hueso esponjoso en respuesta a una hipertrofia de la médula ósea. (Civera, 1985; Walker, 2008).

Durante la infancia la capa media del cráneo y las cavidades de los huesos largos, son los principales productores de eritrocitos. Basado en esto se descubrió que la hiperostosis porótica y la *cribra orbitalia* se ven reflejadas con más claridad en los infantes que en los adultos (Walker, 2008). Estos cambios de sitios de producción de eritrocitos, relacionados con la edad, pueden ser la causa de las elevadas mortalidades infantiles en las poblaciones antiguas (Scrimshaw 1991 citado por Walker, 2008).

El simple hecho de que la anemia por deficiencia de hierro, disminuye la maduración de los eritrocitos significa que posiblemente no sea la causa de la expansión de la médula ósea hemapoyética. Así, anemias de inefectiva



producción de eritrocitos como la megaloblástica o la hemolítica sí explican la aparición de poros en las superficies óseas del material arqueológico. Solo que el sinergismo de la deficiencia de hierro con dietas inadecuadas, pobres condiciones de salubridad, enfermedades infecciosas y prácticas culturales relacionadas con el embarazo y con la lactancia, hacen pensar en que la anemia por deficiencia de hierro sea la verdadera causa de los poros. (Walker, 2008). Las deficiencias de las vitaminas B₁₂ y B₉ (de origen animal) son las principales causas del surgimiento de la anemia megaloblástica. Como consecuencia al terminar la etapa de lactancia, los infantes se enfrentan al mundo con desventajas inmunológicas; más aún cuando falta la leche materna, o cuando ocurre el destete temprano. Causa que provoca una carencia de nutrientes en el niño que genera defectos en su desarrollo y crecimiento (Walker, 2008).

La diarrea causada por los microorganismos, fue la mayor causa de mortalidad infantil en sociedades tempranas. Un sinergismo ocurrió entre las enfermedades diarreicas y la malnutrición, ya que las primeras contribuyen a la reducción del complejo vitamínico B, de la vitamina C y E, del selenio (Se), del hierro (Fe) y además de una disminución del 20-60% de las calorías tomadas en el día (Long *et al.*, 2007 citado por Walker, 2008). Aunque las diarreas no dejan huellas en el registro fósil, si lo deja la mala alimentación que estuvo asociada a ellas, más probablemente provocada por el destete (Goodman, 1984). Esta malnutrición bien puede ocasionar un mal desarrollo del sistema inmune y acarrear una muerte prematura por no estar preparado para las enfermedades.

Además de la anemia, otras enfermedades que pueden inducir a la *cribra orbitalia*, son el escorbuto, el raquitismo (enfermedades nutricionales), los hemangiomas (tumores benignos que salen principalmente en la niñez y se pueden extender durante toda la vida), y lesiones traumáticas (Walker, 2008).



Líneas de Harris

Durante períodos críticos producidos por enfermedades como neumonía, sarampión, influenza, varicela y deficiencias nutricionales severas, el crecimiento del hueso puede detenerse o ser más lento, produciendo líneas de calcificación en todo el sistema óseo. Estas líneas son más fácilmente visibles en los huesos largos, especialmente en el fémur, tibia y radio (Arriaza, Allison y Staden, 1984; Díaz, 2009). Estas densidades óseas, son denominadas Líneas de Harris.

Las líneas de Harris rara vez exceden los 0,5 mm de espesor y son más gruesas en los extremos distales del fémur y la tibia. Pueden ser de trazo completo o discontinuo. Se han visto unilaterales y bilaterales simétricas o no. Las más alejadas de las epífisis son las más antiguas, de manera que en la medida que más líneas posea, mayor número de períodos de morbilidad sufrió el individuo (Piera, 2010).

En el ser humano las líneas comienzan a aparecer a partir de los seis meses, mientras que en las ratas o conejos habría que esperar solo tres semanas, y en un perro un mes (Piera, 2010). Un problema relacionado con su identificación es que las líneas varían en longitud y espesor debido a la remodelación constante del hueso durante la vida, lo que lleva a que algunas disminuyan en grosor y longitud por reabsorción (Piera, *op. cit.*). En general es de esperar una mayor cantidad de líneas en las mujeres que en los hombres, pues en estos existe una mayor remodelación del hueso (Steinbock, 1976), esto hace que se tenga un cuidado diferencial entre los resultados femeninos y masculinos. Al igual que son más frecuentes en individuos subadultos que en adultos. Aunque en los períodos críticos marcados por las líneas de Harris, las enfermedades o la malnutrición no fueran fatales para los individuos en estudio, porque una evidencia de que sobrevivieron es la marca registrada en la línea transversal del hueso (Arriaza, Allison y Staden, 1984).



Evaluación del crecimiento y desarrollo

Los estudios de crecimiento y desarrollo constituyen un campo clásico dentro de la Antropología pues permiten estimar la adaptación humana a las condiciones de vida y al medio. El estado nutricional es el resultado del balance entre la ingesta, el gasto de energía y los nutrientes del organismo (Johston y Lamp, 1984); sus efectos se reflejan en esta etapa de la ontogenia, así como en el alcance del potencial genético individual (Pérez, 1999). Influye en el desarrollo de las dimensiones corporales del organismo y en el perfeccionamiento de las funciones orgánicas, de tal manera que evaluarlo implicará poder conocer la prevalencia de malnutrición en determinados grupos poblacionales (Pérez et al., 1995).

En Arqueología, muchas veces se estudian poblaciones que vivieron hace miles de años, de las cuales, en ocasiones, sólo se recuperan escasos fragmentos óseos. El análisis de dichos restos esqueléticos a través de métodos osteométricos permite conocer variados aspectos biológicos tales como: sexo, estatura, edad, tamaño y composición etaria de la población y filiación ancestral, datos que resultan de vital importancia para la reconstrucción biológico-social (Chinique y Arredondo, 2008) y el análisis de las características del crecimiento y desarrollo de los individuos.

La edad osteológica al momento de la muerte puede ser determinada por varios métodos, incluso por la combinación de algunos de ellos. Los mejores resultados en la estimación de la edad en esqueletos subadultos se obtienen cuando se evalúan aspectos como la maduración ósea, osteometría de los huesos largos y los criterios dentales (Ubelaker, 1987).

El esqueleto infantil

Durante el desarrollo del individuo se van a producir algunos cambios, conducentes a llevar al débil esqueleto neonatal hasta la estructura compacta encargada de dar soporte a todo el organismo (González, 1999). El mecanismo íntimo de la formación del tejido óseo consiste en la deposición de minerales (Ca y



P fundamentalmente), sobre una matriz orgánica de fibras de colágeno. La mayor parte de los huesos estudiados (huesos largos) en la paleodieta tienen un origen endocrondral (que se forman desde un centro de osificación hacia la periferia), mediante la deposición de cristales en la hidroxiapatita y la sustitución del cartílago precursor por un tejido óseo. Una vez formado este tejido, su crecimiento se va a producir tanto en longitud (por la proliferación del cartílago de conjunción), como en espesor (por aposición periférica del periostio) (Arenas, 2009).

La situación de riesgo nutricional se encuentra íntimamente relacionada con la velocidad de crecimiento osteológico, cuanto más rápido crece un niño mayores son las necesidades nutricionales que este tiene (Díaz, 2009). Según Aranda y

Chinique (2011), el crecimiento en Canimar se corresponde con este comportamiento, los individuos subadultos presentaban una elevada velocidad de crecimiento durante los primeros años, y alcanzan más pronto la estatura final, lo que se deriva en una mayor intensidad de crecimiento en estas poblaciones.

Cuanto más rápido crece el niño, mayor efecto adverso puede tener sobre su crecimiento los factores nutricionales y las enfermedades

infecciosas por lo tanto los períodos de mayor riesgo durante su crecimiento son el período prenatal, los dos primeros años de vida y la adolescencia (Figura 2) (Díaz, 2009)

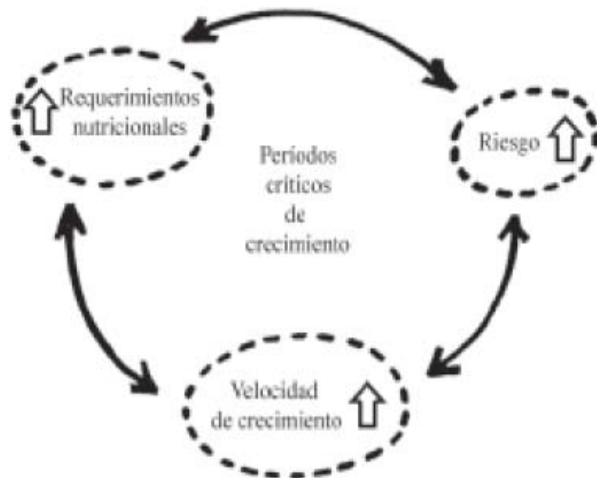


Figura 2. Relación entre velocidad de crecimiento, períodos críticos y de riesgo

El aumento del estrés sistémico y de las enfermedades infecciosas está asociado con el incremento de la densidad de la población y el sedentarismo en todos los contextos, debido a una mayor exposición a patógenos (Temple, 2008). Además



de que están relacionadas con el crecimiento, porque la inmunoestimulación desvía nutrientes esenciales que activan varias citoquinas que intervienen en el proceso de maduración osteológica, durante las respuestas a fases agudas de invasión de patógenos, particularmente la IL-1, IL-6 y el TNF- α , (Solomons et al., 1993 citado por Temple 2008). Posible razón por la cual se ha experimentado una reducción en general de la estatura con respecto a poblaciones actuales (Aranda y Chinique, 2011).

El fenómeno del destete

Las ratas han sido un buen modelo animal para realizar pruebas en muchos sentidos. Un estudio, demostró que existe un retardo en el crecimiento craneofacial cuando se le imponía al múrido una malnutrición en los primeros días de vida (Pucciorelli y Oyhenart, 1987). Los mamíferos se caracterizan por el excesivo cuidado de sus crías y por la lactancia que le brindan a los recién nacidos, existiendo una afectación del desarrollo del esqueleto y del organismo en general si no se le suministra una buena alimentación en las primeras etapas.

En los humanos, el lactante incrementa sus depósitos de grasa en los primeros nueve meses de vida, adaptación fisiológica que aumenta sus reservas energéticas para enfrentar el riesgo nutricional representado por el destete, el mayor riesgo nutricional que enfrenta el niño durante su vida. El destete no implica solamente la falta de leche, sino que el niño deja de tener contacto directo con su madre y se expone a otro tipo de prácticas alimentarias con efectos nefastos potenciales. En la adolescencia también existe un riesgo nutricional debido a todos los cambios fisiológicos somáticos y conductuales que se producen durante el crecimiento, aunque con velocidades no tan elevadas como en la niñez (Díaz, 2009).

Sin embargo, cuando se trabaja con una colección de restos óseos humanos de origen arqueológico, es común encontrar un alto número de individuos no adultos, debido a la alta mortalidad característica en los primeros grupos de edad hasta épocas muy recientes (Acsadi y Nemeskesri, 1970; Bouquet-Appel, 1982; Buikstra



y Konisberg, 1985, Hassan, 1981; Saunders y Hoppa, 1993). Además se puede encontrar que los infantes de una población muestren una alimentación diferente al resto (Trancho y Robledo, 1999), existen casos donde un niño queda escaso de estatura porque no tuvo una exitosa adaptación nutricional. Para estudiar la historia social de la comunidad actual, se mide la talla a los siete años (Pérez, 1999), donde una diferencia en niños puede ser drástica. En un intento de relacionar el retraso en el crecimiento con una deficiente nutrición, Pérez (1999), describió que las variables más afectadas son la circunferencia del brazo, la masa corporal y total. Afirmó que en los niños que sufren malnutrición se marca más el dimorfismo sexual. De esta manera los síntomas carenciales de alimento se agudizan a los 4-6 meses de vida, debido a la sustitución de la leche materna por otro tipo de alimento (Pérez, 1999).



Materiales y Métodos

El sitio arqueológico Canímar Abajo

El sitio arqueológico Canímar Abajo se localiza aproximadamente a 40 metros de la orilla suroeste del Río Canímar y a 600 metros de su desembocadura, en la costa norte de la provincia de Matanzas, Cuba (Dacal, 1982). Sus coordenadas geográficas son aproximadamente: 23°2'15.5" de latitud norte y 81°29'49.1" de longitud este (Rodríguez *et al.*, 2006). Dicho sitio se encuentra en la base de un farallón cársico que en su parte superior se proyecta hacia adelante conformando un abrigo rocoso (Chinique, 2007).

El río Canímar, localizado al este de la ciudad de Matanzas, es uno de los más importantes de la provincia. Su desembocadura de márgenes rocosos, mide unos 400 m de ancho aproximadamente. La profundidad promedio del delta del río es 2,8m, y va aumentando hacia el interior hasta alcanzar 6 metros en el primer meandro (Martínez *et al.*, 1993). Posee terrazas marinas de diferentes alturas (con laderas casi verticales de hasta 90 metros), líneas de erosión, nichos rocosos, bocas cavernarias. En algunos lugares se observan restos cársicos de antiguas cuevas freáticas que al ser cortado el cañón, fueron desaguadas y también cortadas (Martínez *et al.*, 1993). Navegable en gran parte de su cauce, permite el tránsito de embarcaciones de poco calado hasta más de 10 km adentro. Posee vegetación de manglar en su cuenca de agua salobre, en el resto del área predomina la vegetación de bosque tropical, que sobrepasa los 250 km² (Dacal, 1982). Las condiciones ambientales del área brindaron a las comunidades aborígenes que habitaron esta zona, amplias posibilidades para el desarrollo de sus actividades subsistenciales.



La población aborigen del sitio arqueológico: número mínimo de individuos (NMI)

Entendemos por población a un grupo de individuos que comparten el mismo contexto socioeconómico en un tiempo y espacio dados (Murail, 1996). Definir con exactitud los límites en las poblaciones antiguas es extremadamente difícil. El sitio de Canímar fue utilizado como lugar de enterramiento por un largo período de tiempo, sin embargo, estudios osteoquímicos denotan que no existen grandes diferencias en la dieta de dichos individuos (Chinique, 2009). Estarían sometidos a un contexto socioeconómico similar. Esta razón permite tomar a los entierros exhumados en el sitio como pertenecientes a una misma población. Asumiendo que los índices generales de la misma, a lo largo del tiempo, podrían ser reflejo de los índices particulares de las poblaciones coexistentes (Aranda y Chinique, 2011).

El sitio arqueológico Canímar Abajo ha sido excavado en varias ocasiones por el grupo de trabajo del Museo Antropológico Montané. Las campañas realizadas del año 1984 a 1987 exhumaron un total de 54 entierros (Rivero de la Calle, 1988) a los cuáles se le agregan cinco nuevos individuos en los estudios recientes de Dumas (2009). En las campañas del 2004, 2005 y 2007 se exhumaron un total de 28 individuos adultos (Chinique y Arredondo, 2008) y otros 53 en la excavación del año 2006.

La mayor parte de los entierros del sitio son esqueletos subadultos. Del año 2004 al 2007 se han exhumado un total de 58 individuos subadultos (Arenas y Arredondo, 2008). Hasta el momento la cifra de entierros exhumados en el sitio arqueológico Canímar Abajo asciende a 198.



Estimadores paleodemográficos

Las muestras se dividieron por cementerio, para reducir los errores que se pueden cometer seleccionando a todos los individuos. Asumiendo siempre la teoría de la población estacionaria, donde todos los individuos pertenecieron hipotéticamente a una misma población (Cuhna, 2005)

Los primeros años de vida son muy importantes para la descripción de las poblaciones antiguas (Paine y Harpeding, 1996), por lo que separamos el primer grupo desde el momento del nacimiento hasta los tres años, edad crítica en la mayoría de los estudios paleodemográficos. El resto de los rangos fueron: 4-9; 10-14; 15-19; 20-24; 25-29, 30-35 y de 35-40 (Tabla I).

Debido a su mal estado de preservación, de los 58 esqueletos subadultos contabilizados, correspondientes al período 2004-2007, a 35 se les pudo determinar la edad (Arenas y Arredondo, 2008). Entre los adultos también resultó imposible estimar con exactitud la edad a 29 individuos. Para poder incluir todos los individuos con edad desconocida dentro de la muestra a analizar se realizó un prorrateo por proporcionalidad (Fórmula 1). Este recurso aritmético permite incluir a dichos individuos en su probable rango de edad en el momento de la muerte.

Para este procedimiento utilizamos la siguiente fórmula:

Fórmula 1: $d_{xp} = (dx / \sum dx) * NE + dx$

(Donde: **dxp**: grupo de edad prorrateado; **dx**: grupo de edad original; **NE**: no especificados; **Sd**: total de individuos de los grupos de edad a considerar).



Tabla I: Número de individuos de los cementerios por rangos de edades osteológicas de los individuos exhumados en el sitio Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. * Individuos sin rango de edad

Rangos de edades	Cementerio I	Cementerio II	Prorrateo Cementerio I
0-3	29	2	81
4-9	4	1	11
10-14	0		0
15-19	0	1	0
20-24	10	3	18
25-29	11	2	20
30-35	9		17
35-40	2		4
Subadultos*	59	8	
Adultos*	27	1	
Total	151	18	151

Las tablas de vida son una herramienta estadística que resumen el impacto de la mortalidad en una población a partir de tres series fundamentales: número de muertes por edades, cálculo de los sobrevivientes y la esperanza de vida (Ervti y Segura, 2000). La curva de mortalidad se construyó a partir del número de defunciones (dx) por rango de edad. Se calcularon además el número de fallecidos ajustado (dx'); sobrevivientes (lx); sobrevivientes ajustados (lx'); probabilidad de haber fallecido (qx); años-persona vividos (Lx); años-persona-vividos acumulados (Tx); y la esperanza de vida media (Ex).

Para ello se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$lx = d(x+n) - dx$	sobrevivientes
$dx' = dx / \sum dx / 1000$	ajuste de defunciones y sobrevivientes
$qx = dx' / lx'$	probabilidad de morir
$Lx = \text{No. años rango } (lx' + l(x+n)') / 2$	Años-persona vividos
$Tx = \sum Lx$	Años persona vividos-acumulados
$Ex = Tx / lx'$	Esperanza de vida media



Tanto los años persona vividos, como los años persona vividos acumulados no son estimadores paleodemográficos, sino un recurso aritmético necesario para calcular la esperanza de vida media de la población (Erviti y Segura, 2000).

Se estimó además el censo hipotético de la población de Canímar (Cx) que muestra la estructura por edad del grupo humano (Fórmula 2). También se calculó el índice de dependencia (Id) para obtener el número de individuos dependientes de la población en edad productiva (Fórmula 3)

Fórmula 2: $Cx = Lx/T$ (primer rango de edad) Pirámide de la población

Fórmula 3: $Id = \sum dx (\leq 15 \text{ y } \geq 30) / \sum dx (15-30)$ Índice de dependencia

Muestra para los estudios paleodietarios

El material objeto de estudio se encuentra depositado en el Departamento de Antropología de la Facultad de Biología de la Universidad de la Habana, procedente de las campañas arqueológicas realizadas en Canímar Abajo en los años 1984-1987 y 2004-2007. Este se compone de los individuos subadultos (Tabla II) analizados por Arenas (2009) en su tesis de maestría y por el antropólogo Rivero de la Calle (1988), cuya muestra fue retomada y actualizada por Dumas (2009).

Se verificó que tipo de huesos largos inconexos estaban disponibles para el análisis de los elementos traza, teniendo en cuenta que los investigadores les hayan determinado la edad. Se seleccionó prioritariamente al fémur como hueso de mayor aporte a los análisis paleodietarios. Su condición de hueso largo le aporta una menor velocidad de remodelación (recambio de células y componentes) y un mayor grosor de tejido compacto que los huesos planos del esqueleto (Buikstra *et.al.*, 1989, en Chinique, 2009).



Con el fin de ver la influencia de un cambio de alimentación en la población subadulta, los individuos se separaron según los siguientes rangos etarios: 0-0,25 años; 0,5-1 año; 1,1-3 años; 3,1-6 años; 6,1-9 años.

Tabla II. Esqueletos o huesos inconexos de subadultos del sitio arqueológico Canimar Abajo, Matanzas, Cuba, n: desconocido; a: años; m: meses; sem: semanas.

Esqueleto o hueso inconexo	Cuadrícula	Profundidad (m)	Sexo	Edad	Campaña de excavación
ES26	C-116,117,118	0.5 - 0.6	F	10m - 1a	2006
ES27	C-116	0,5 - 0,68	n	1,5 - 2a	2006
ES28	C-120	0.5 - 0.6	n	3 - 3.5a	2006
ES29	C-120	0.5 - 0.6	F	< 1.5m	2006
ES30	C-120	0,2 - 0,38	n	1,5 - 3m	2006
ES34	C-120	0,46	F	6m - 1a	2006
ES35	C-120	0,5 - 0,6	F	1,5a	2006
ES39	C-153	1.6	n	7.5 - 8a	2005
ES45	C-121	0,42	M	1,5 - 2a	2006
ES48	C-155	0.62	F	0 - 1.5m	2006
ES58	C-154/117	0.25 - 0.3	F	3.5 - 4a	2006
ES62	C-154	0,2 - 0,4	M	7 -8a	1984-1987
ES65	n	n	n	2,5 - 3a	1984-1987
C(4)	n	n	n	5.5	1984-1987
CCC(2)	C-157/123	n	n	1.5 - 2a	1984-1987
CCC(3)				0.5 - 1a	1984-1987
C(49)	n	n	n	5.5 - 6a	1984-1987
C(295)	n	n	n	0.5 - 1a	1984-1987
C(296)	n	n	n	0.5m	1984-1987
C(291)	n	n	n	1.5-3m	1984-1987

Preparación de la muestra

Para el análisis de los elementos traza se partió de la porción de diáfisis del hueso a utilizar en cada individuo. Después se realizaron lavados con agua corriente y cepillo con el fin de eliminar los restos de tierra adheridos, se lavó con agua destilada y luego se dejó secar al aire libre durante 24 horas. Según Lambert *et al.* (1989), el raspado superficial contribuye a eliminar material contaminante del contexto de enterramiento; pero debido a la extrema delgadez de las piezas, no se realizó con el fin de evitar la pérdida del escaso material útil en la determinación de los elementos traza.



A continuación los huesos se trituraron en un mortero de porcelana hasta convertirlo en polvo fino, que se transvasó a erlenmeyers de 2.5 ml para someterlos a limpieza química. La limpieza constó de tratar las muestras con ácido acético (HAc 1N) y con hidróxido de potasio (KOH 1N), para eliminar carbonatos contaminantes en el primer caso (Price *et al.*, 1992) y eliminar los ácidos húmicos contaminantes en el segundo. Luego de cada limpieza las muestras se lavaban con agua desionizada para eliminar el exceso de ácido o base, y se repetía la limpieza si fuera necesario.

Determinación de la porosidad y la densidad

Para determinar la densidad y porosidad se tomaron porciones compactas de las diáfisis del hueso y se cortaron paralelas al eje longitudinal de las mismas. Los resultados se expresaron respecto al peso seco de las muestras. Lo obtenido permitió evaluar el estado de conservación de los restos óseos analizados, al comparar las desviaciones con respecto a los valores teóricos.

Los fragmentos fueron previamente secados durante una hora a 110°C, enfriados en desecadora y pesados posteriormente. Los resultados se expresaron como porcentaje en peso del agua absorbida respecto al peso húmedo de la muestra. Para determinar la porosidad, se colocaron las muestras en un vaso de porcelana y se sometieron durante media hora a 60°C en una estufa. Posteriormente se procedió a eliminar el exceso de agua utilizando papel de filtro, y se pesaron nuevamente.

La densidad expresa la relación entre el peso de la muestra y su volumen correspondiente. Para determinarla encontrar se partió de los mismos fragmentos de hueso, los cuáles fueron sometidos a secado en las mismas condiciones que para la porosidad y luego se pesaron. El volumen se midió por desplazamiento de agua en una microprobeta de 0.1 ml de precisión.



Determinación de elementos traza

La determinación de la dieta se realizó mediante el análisis de las concentraciones de ocho elementos, dos de ellos mayoritarios: calcio (Ca) y fósforo (P) y los seis restantes traza: estroncio (Sr), cinc (Zn), magnesio (Mg), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn). Para ello se incineró la muestra a 700⁰C durante dos horas con el fin de eliminar los compuestos orgánicos (colágeno principalmente). Se pesaron 100 mg de la muestra incinerada y se disolvieron en 5 ml de ácido clorhídrico (HCl) 6N. Para minimizar las posibles interferencias y facilitar la ionización se le agregaron 5 ml de cloruro de lantano (LaCl₃) al 2% (Schoeninger, 1979). Finalmente se enrasaron con agua desionizada en matraces aforados de 100 ml.

Para determinar las concentraciones se preparó una curva multielemental a partir de diferentes concentraciones conocidas de cada elemento (Tabla III), en matraces aforados de 100 ml. Se les añadieron los mismos reactivos añadidos a las muestras. Para la cuantificación de elementos traza empleamos la espectrometría de absorción atómica (E.A.A.). Para el Ca y el Mg fue preciso girar el quemador del equipo, pues estos elementos se encuentran en grandes cantidades en los huesos y afectaban la sensibilidad del equipo. Se giró 60⁰ para la lectura Calcio (Ca) y 20⁰ para del magnesio (Mg). A todas las muestras no se le pudieron hacer réplicas debido al escaso material óseo de algunas.

Tabla III. Alícuotas (ml) tomadas de los patrones secundarios de cada elemento

Elementos	Alícuotas							
	Blanco	1	2	3	4	5	6	7
Sr	0	0.4	0.6	0.8	1	2	3	4
Zn	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.5	2
Mg	0	1	3	5	7	9	-	-
Ca	0	5	10	15	20	25		
Cu	0	0.1	0.2	0.6	0.8	1	1.5	2
Fe	0	0.1	0.2	0.6	0.8	1	1.5	2
Mn	0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.5



Determinación de fósforo a partir de la técnica colorimétrica del azul de molibdeno

Se utilizó la técnica colorimétrica de azul de molibdeno para la determinación del fósforo (P). A partir de las disoluciones preparadas para la lectura de los elementos traza por absorción atómica, se hicieron dos diluciones. En la primera se tomó 1 ml de la muestra y se llevó a un matraz aforado de 100 ml, enrasándose con agua desionizada. La segunda dilución se preparó tomando de la anterior una alícuota de 10 ml que se trasvasó a un beacker de 100 ml, al que se le adicionó 25 ml de agua destilada. Se empleó papel indicador de pH en el rango entre 1 y 5 para comprobar que el pH estuviera en el intervalo de 2 a 2,5.

A continuación se añadieron 3 ml de molibdato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_4$ al 5% y 3ml de la solución reductora de ácido ascórbico y tartárico al 1% a cada muestra. Se enrasó en matraces aforados de 100 ml y luego se esperó alrededor de 10 minutos a que se tornara la solución de azul. Las muestras se leyeron a una longitud de onda (λ) de 750 nm en un Espectrofotómetro de Masa de error 0.001.

Para la confección de la Curva de Calibración se tomaron alícuotas de 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0 y 1,2 ml del patrón secundario de fósforo (100 $\mu\text{g}/\text{ml}$), y se enrasaron en matraces aforados de 100 ml. Finalmente se le adicionaron todos los reactivos utilizados en la preparación de las muestras.

Para el cálculo de las concentraciones se utilizó la siguiente fórmula:

Fórmula 4: $P\% = C_{\text{cur}} \cdot V_m \cdot D \cdot F_c / P_m$

Donde: **V_m**: volumen de muestra; **D**: dilución; **P_m**: peso de muestra; **F_c**: Factor de corrección.

- **C_{cur}** = $(\text{Abs} - y) / m$
 - Donde: **Abs**: Absorbancia; **y**: Intercepto de la curva de calibración; **m**: Pendiente de la curva de calibración.



Identificación de paleopatologías

Se realizó una revisión de 39 esqueletos de individuos subadultos procedentes de las campañas 1984-1987 y 2004-2006 en busca de enfermedades relacionadas con desórdenes nutricionales. Específicamente la hiperostosis, la criba orbitalia y las líneas de Harris.

En la hiperostosis las identificaciones se realizaron macroscópicamente. Para la criba orbitalia se utilizó el estudio realizado por Knip (1971, citado por Brothwell, 1981), quien clasificó las diferentes cribas según la intensidad del daño óseo:

- A. Tipo porótico: aperturas finas, aisladas y dispersas.
- B. Tipo cribótico: conglomerado de aperturas mayores pero todavía aisladas.
- C. Tipo trabecular: aperturas confluentes que producen la formación de trabéculas óseas.
- D. Tipo trabecular cerrado: las aperturas aparecen cerradas, pero la superficie está atravesada por surcos y depresiones.

Para la hipoplasia del esmalte se siguió la metodología propuesta por Buikstra y Ubelaker (1994, en Campillo, 2009), quienes presentaron el siguiente código para la descripción:

- 1. Surcos horizontales.
- 2. Surcos verticales.
- 3. Fosas horizontales.
- 4. Fosas no lineares.
- 5. Fosa singular

Para las líneas de Harris los huesos de cada esqueleto se sometieron a radiografías (Tabla IV), las placas resultantes se digitalizaron y las imágenes fueron procesadas en el programa Photoshop 8.0, de manera tal que se sobresaltaran las regiones de mayor densidad ósea. Para identificar las paleopatologías se utilizó el Atlas de Paleopatologías (Baxarias y Herrerín, 2007).



Tabla IV. Características de las radiografías

Aspectos	Propiedades
Distancia de objetivo	114cm
Intensidad	100 mA
Voltaje	50 kV
Tiempo de exposición	1 segundo
Pulso	6 segundos

Análisis ontogenético

Para el cálculo de las estaturas se utilizaron las ecuaciones propuestas por Herrman *et al.*, (1990), (Tabla V). La estimación de la estatura a través de estas ecuaciones, tiene el inconveniente de que dichas medidas están referidas a poblaciones aborígenes con características diferentes a las nuestras; pero dada la ausencia de ecuaciones más específicas, resultan útiles para hacer análisis generales sin perder de vista sus limitaciones.

Tabla V. Fórmulas para la reconstrucción de la talla (Herman *et al.*, 1990), H: Húmero; R: Radio; F: Fémur; T: Tibia; Rango de variabilidad: +/- (número).

Sexo	Menos de 1 año	De 1 a 9 años
Masculino	$7,5 + 157,6 \ln (1+H/20) +/- 2,5$	$28.0 + 4.41 H +/- 4.2$
	$2,5 + 211,2 \ln (1+R/20) +/- 3,1$	$23.0 + 6.38 R +/- 3.3$
	$17,4 + 197,6 \ln (1+F/40) +/- 3,1$	$34.1 + 321 \ln (1+F/100) +/- 4.1$
	$17,3 + 238,0 \ln (1+T/40) +/- 3,8$	$38.1 + 3.43 T +/- 3.3$
Femenino	$6,6 + 158,0 \ln (1+H/20) +/- 3,1$	$30.5 + 4.26 H +/- 4.9$
	$7,5 + 196,2 \ln (1+R/20) +/- 3,8$	$25.4 + 6.33 R +/- 3.5$
	$13,9 + 203,6 \ln (1+F/40) +/- 2,7$	$31.7 + 329 \ln (1+F/100) +/- 4.1$
	$14,2 + 245,6 \ln (1+T/40) +/- 2,7$	$39.4 + 3.34 T +/- 5.2$

Se realizó una curva de distancia donde se graficaron las estaturas contra rangos etarios. Teniendo en cuenta de que a partir de restos óseos solo es posible obtener la edad osteológica, la cual está influida por factores étnicos y velocidades



de crecimiento y madurez propias de cada individuo. No existían individuos de todas las edades, por lo que no fue posible representar en la gráfica todos los rangos etarios. A la muestra subadulta menor de 10 años resulta extremadamente difícil estimarle con exactitud el sexo debido a que no se han derivado aún los caracteres sexuales en su desarrollo (Arenas, 2009). Esto trajo consigo que a partir de las medidas osteométricas se calculara la estatura tanto con ecuaciones femeninas como masculinas para la totalidad de los individuos, construyéndose de ese modo dos curvas de distancia.

Herramientas estadísticas

Las pruebas estadísticas se realizaron con el programa Statistic 8.0, para las cuales se asumió un nivel de significación de 0,05. Para estimar la relación entre las variables, se correlacionaron los valores de las mismas mediante la correlación de Pearson.

Para la comparación de las medias muestrales se utilizó la prueba paramétrica t de student. Para la comparación múltiple de medias muestrales por elementos, se utilizó la prueba de comparación de medias a posteriori Newman-Keuls. En esta comparación los elementos se estandarizaron con respecto a la concentración del Ca que van incrementándose con el transcurso de la edad, tratando de garantizar que las diferencias observadas fueran reflejo de la dieta y no de las variaciones naturales del crecimiento y desarrollo de los niños.

Tanto para t de Student como para Newman-Keuls se asumió un nivel de significación de 0,95 ($\alpha=0,95$) y una probabilidad menor de 0.05 ($p<0,05$).

Las gráficas y tablas se construyeron con los programas Excel (office 2007) y OriginPro 8.0.





Resultados y Discusión

Alta mortalidad Infantil

La población aborigen de Canímar Abajo presenta una elevada mortalidad infantil. Las primeras edades resultaron ser las más críticas (Fig. 3), lo que se corresponde con otras poblaciones antiguas (Gómez de León, 1998). Este fenómeno se ha descrito para otros sitios arqueológicos en el país como la Cueva Funeraria Marién II (La Rosa y Robaina, 1994), donde se observa la más alta frecuencia en los rangos de edades de subadultos (29 casos para un 74.3%). Al comparar los resultados obtenidos en Canímar Abajo con otros sitios de similar filiación en Cuba referidos en la literatura como Travieso *et al.*, (1998), Rodríguez (1998) y Travieso *et al.*, (1999), se observa el mismo comportamiento. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta que en estos períodos los individuos son más susceptibles a las enfermedades pues su sistema inmunológico se encuentra en pleno fortalecimiento, unido a problemas de malnutrición relacionados con el destete y la ablactación. Los requerimientos nutricionales durante la infancia y la niñez son mayores, debido al vertiginoso proceso de crecimiento y desarrollo en que están inmersos en estas etapas.

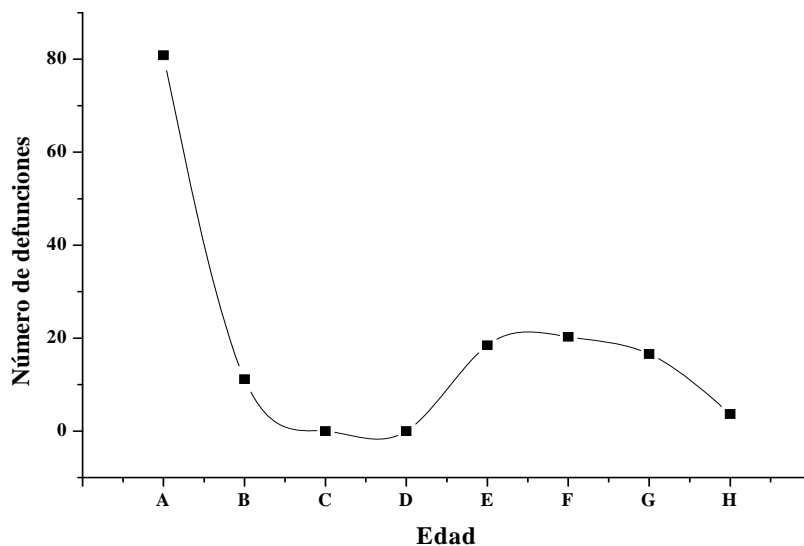


Figura 3 Gráfico de mortalidad de la población aborigen asociada al cementerio tardío del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Categorías etarias A: 0-3; B: 4-9; C: 10-14; D: 15-19; E: 20-24; F: 25-29; G: 30-35; H: 36-40.



Las primeras horas de vida de un recién nacido son las de mayor riesgo de fallecimiento el cual va disminuyendo desde ese momento hasta antes de la adolescencia (Pressat, 1967). Después de esta etapa el peligro de muerte disminuye con los años (Wrigley, 1969) aunque influencias externas tales como las enfermedades pueden ocasionar que la muerte se presente a edades tempranas (Acsadi y Nemeskeri, 1970). La precariedad económica y la brevedad del ciclo producción-consumo de las primeras comunidades aborígenes, provoca condiciones difíciles para la supervivencia hasta la edad reproductiva. La mortalidad desciende considerablemente de los 10 a los 14 años, al igual que en las poblaciones actuales que alcanzan su valor mínimo a los 14-15 años (Ervti y Segura, 2000). Después de este punto se incrementa nuevamente a partir de veinte años. Esto puede estar relacionado con la realización de actividades cotidianas de riesgo como son los ciclos reproductivos en las mujeres, y la incorporación a la vida productiva en los hombres (Gómez de León, 1998). La mortalidad en la categoría de los 30 años de edad disminuye, principalmente por la falta de individuos que lleguen a este rango de edades.

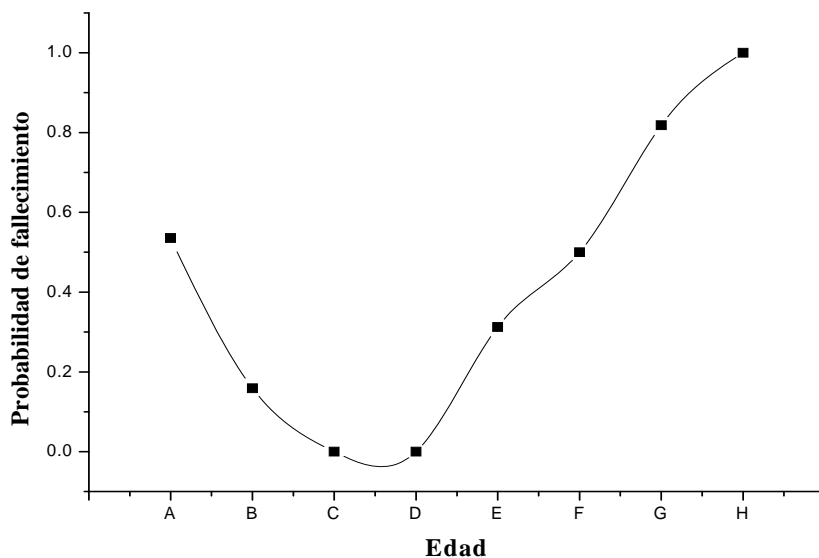


Figura 4 Probabilidad de morir en la población aborigen del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. . Categorías etarias A: 0-3; B: 4-9; C: 10-14; D: 15-19; E: 20-24; F: 25-29; G: 30-35; H: 36-40.



La probabilidad de morir nos da la idea de cómo se comportaba la población al término de la vida (Fig. 4). En los primeros años se alcanza casi la mitad de la probabilidad de morir de los individuos adultos, este comportamiento sugiere la debilidad del sistema inmunológico de los individuos subadultos ante las infecciones, o estados de malnutrición. Reforzando la idea de la influencia de factores que provoquen la alta mortalidad infantil.

En la Tabla VI se puede observar que la probabilidad de sobrevivir va disminuyendo con el aumento de la edad, incluso tiene una disminución drástica del primer rango de edades al segundo (0-3 a 4-9). Esto se corresponde con la tendencia de la probabilidad de fallecimiento. La baja esperanza de vida al nacer ratifica los resultados anteriores, que demuestran la existencia de una elevada mortalidad infantil en el sitio arqueológico Canímar Abajo. Su valor nos muestra que los infantes (edad entre 0 y 3 años), tendrán la esperanza de vivir 12,87 años más si se mantuvieran las condiciones de vida al nacimiento (Erviti y Segura, 2000). Al pasar de una categoría etaria a otra, la mortalidad decrece, por lo que resulta probable que los individuos vivan más de lo pronosticado en su nacimiento (Erviti y Segura, *op. cit.*). De esta forma, un aborigen con 40 años de la población de Canímar, esperaría vivir solamente 2,5 años más.

Tabla VI. Tabla de vida de la población aborigen del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba, sobre la base de 151 individuos (Cementerio tardío).

Categorías etarias	dx	lx	dx'	lx'	qx	Lx	Tx	e _x ^o
0-3	81	151.00	535.42	1000.00	0.54	2929.16	12595.35	12.60
4-9	11	70.15	73.85	464.58	0.16	2565.92	9666.19	20.81
10-14	0	59.00	0.00	390.73	0.00	1953.64	7100.27	18.17
15-19	0	59.00	0.00	390.73	0.00	1953.64	5146.63	13.17
20-24	18	59.00	122.10	390.73	0.31	1648.39	3192.98	8.17
25-29	20	40.56	134.31	268.63	0.50	1007.35	1544.60	5.75
30-35	17	20.28	109.89	134.31	0.82	476.20	537.25	4.00
36-40	4	3.69	24.42	24.42	1.00	61.05	61.05	2.50

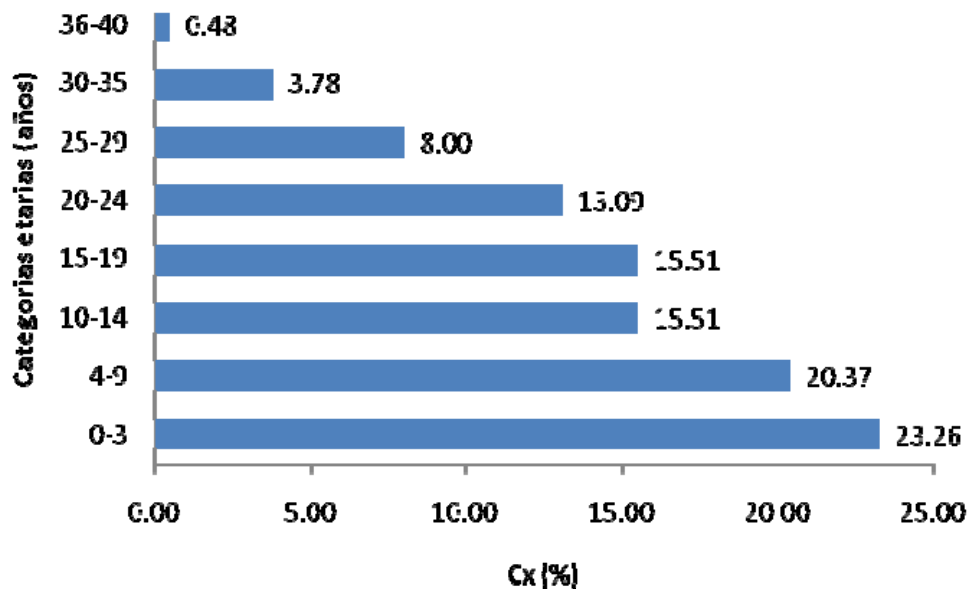


Figura 5. Pirámide poblacional del sitio arqueológico Canimar Abajo, Matanzas, Cuba.

La estructura por edad indica que la población era joven (Fig. 5), con una alta natalidad que se evidencia en el mayor tamaño del primer grupo de edad. El 61,34% de la población era menor de 15 años, mientras que el 34,11% estaba en edad productiva y reproductiva. La mayoría de la población analizada no sobrepasaba los 20 años de vida, lo cual podría deberse a la falta de muestra de individuos con edad avanzada. Al parecer, pocos individuos alcanzaban los cuarenta años sin ser afectado por alguna enfermedad severa u otra causa de muerte. El índice de dependencia de la población (Id) es de 2,9, lo que demuestra que por cada individuo en edad productiva había alrededor de tres individuos que dependían de él, es decir, que existía una alta dependencia.

El cementerio temprano tiene un comportamiento similar (Tabla VII), con respecto a la aparición más frecuente de individuos subadultos que de adultos. Tal y como se muestra en los porcentajes, existe un mayor número de subadultos. Sin embargo, los pocos individuos encontrados no resultan suficientes para realizar el cálculo de los índices paleodemográficos, pues los resultados no serían confiables.



Tabla VII. Población asociada al cementerio inferior

Autores	Subadultos	Adultos	Autores
Arenas, (2009)	11	7	Morales, (2009)
Porcentaje	61%	39%	
Totales	11	7	
Total	18		

Con el análisis de los indicadores paleodemográficos ha sido posible constatar la superioridad de las exhumaciones de individuos subadultos con respecto a los adultos. A partir de estos resultados se comprueba la existencia de una elevada mortalidad infantil. En el resto del capítulo nos dedicaremos a las causas de este fenómeno.

Consideraciones del contexto arqueológico

Las propiedades básicas del suelo en Canímar Abajo favorecen la preservación de las piezas esqueléticas. Los iones presentes en él establecen un intercambio que puede incrementar o disminuir las concentraciones de los elementos en el hueso (Hedges, 2002). El autor antes mencionado plantea que los elementos arqueológicos que se encuentran en profundidades menores, evidencian por lo general, menor abrasión e intercambio iónico que las de mayor profundidad. En nuestro caso, la mayoría de los esqueletos se encontraban en el cementerio tardío (0-0,7 m de profundidad), sugiriendo que dichas piezas óseas se encuentran mejor preservadas.

Al comparar las concentraciones de los elementos traza obtenidos por Chinique (2009) en el suelo arqueológico, con los valores de los individuos subadultos obtenidos en nuestro análisis, se observaron diferencias entre los mismos (Tabla VIII). En general, las concentraciones de Ca, Mg, Sr y Fe son mayores en el suelo que en las muestras de subadultos y las concentraciones de P, Zn, Cu y Mn son mayores en las muestras de subadultos que en el suelo.



Tabla VIII. Comparación de valores de oligoelementos entre el suelo y los individuos adultos (Chinique, 2009) y subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

Elementos	Ca	P	Sr	Zn	Cu	Mg	Fe	Mn
S 1 (0,35-0,45 m)	45.54	5.33	5260.50	90.00	42.93	5700.00	4900.00	33.30
Adultos	33.25	21.78	1076.06	140.92	19.52	923.44	28.04	6.61
Subadultos	20.74	23.44	254.87	278.26	56.68	1237.16	429.07	61.11
S 2 (0,65-0,75 m)	47.18	4.27	8270.60	45.43	20.29	9900.00	5400.00	44.46
Adultos	35.90	21.47	927.83	149.54	18.13	726.67	29.28	7.82
Subadultos	20.47	16.41	243.52	281.47	38.23	1129.43	409.21	48.16
S 3 (1,65-1,75 m)	40.73	4.19	5260.50	74.67	29.33	7800.00	7300.00	47.70
Adultos	43.50	22.19	1607.48	148.97	24.23	1597.28	31.93	8.09
Subadultos	19.18		356.65	381.40	16.70	1260.69	366.30	102.35

Leyenda. S1:cementerio tardío; S2:niveles con restos de conchas, fogones y otros , S3: cementerio temprano; Ca y P en %, el resto de los elementos se encuentra en ppm.

Las concentraciones de Ca están duplicadas en el suelo con respecto a las muestras de subadultos, lo que sugiere que pudo ocurrir intercambio iónico de Ca, en la dirección suelo-hueso. En la actualidad existen varios procesos que pueden incrementar los niveles de Ca postmortem: el calcio y el CO₂ puede precipitar como calcita o los cristales de hidroxiapatita crecer mediante la incorporación de iones carbonato como sustitutos de iones fosfatos inorgánicos (Price et al., 1989, 1991). Con respecto a los adultos, los subadultos mostraron una menor concentración de Ca, resultado esperado, pues estos últimos se encuentran en pleno proceso de formación.

Los niveles de Zn, Sr, y Mg en hueso no se afectan producto de la diagénesis (Trancho y Robledo, 2002) por lo que sus concentraciones se podrían considerar indicadores directos de la dieta. Aún así, las diferencias entre el Sr del suelo y el del los huesos subadultos hacen pensar en la existencia de un flujo iónico en la dirección suelo-hueso.

Elementos como el Fe, Mn y Cu, tienden a actuar como contaminantes en casi todos los contextos arqueológicos (Trancho y Robledo, 1999). La detección de niveles elevados de Fe es un proceso frecuente dada la alta concentración de este mineral en la gran mayoría de los suelos (Ezzo, 1994a). Las cantidades del



elemento presentes en los individuos subadultos son menores, lo que sugiere que el Fe del suelo ejerce una gran influencia en la concentración del Fe de las muestra de subadultos. Este resultado podría deberse a la omisión del raspado superficial de las muestras. Fue necesario omitir este importante paso para no perder material valioso en la determinación de los elementos traza. La magnitud de la diagénesis del Fe se observa cuando se comparan las concentraciones obtenidas con la de los individuos adultos (a los cuales si le realizó el raspado). Este resultado debe tenerse en cuenta más adelante para modular las interpretaciones que se deriven de este elemento. Sin embargo, las concentraciones de Cu y de Mn son mayores en los huesos que en el suelo, por lo que se deduce que no actúan como contaminantes de la muestra de subadultos.

Estado de preservación de la muestra

Al comparar los datos estándar de hueso fresco (porosidad = 15-20 %, densidad= 2 g/cm³) con los obtenidos en las muestras (Tabla IX), no se observaron importantes cambios entre los individuos estudiados y los valores teóricos lo que sugiere buen estado de preservación de la matriz apatita del hueso.

El valor de porosidad del individuo E-58 (41,56%), se aleja considerablemente tanto del valor teórico como del comportamiento colectivo, por lo que decidimos no incluirlo en los siguientes análisis para no inducir errores en los resultados. Tal diferencia pudiera deberse a diferencias cronológicas con los demás individuos, aunque en la excavación arqueológica se encontraba en niveles profundos (Anexo 2)

Al comparar los resultados obtenidos con los de Rodríguez (2005), en Cueva del Infierno, San José, La Habana¹, Cuba, comprobamos que existen diferencias significativas en cuanto a la densidad y a la porosidad respecto al valor teórico de

¹ Actual provincia de Mayabeque



las muestras. Son las muestras de Cueva del Infierno las que difieren significativamente ($p(\text{porosidad})= 0.000$; $p(\text{densidad})= 0.000$), mientras que las de Canímar Abajo se mantienen cercanos a los valores teóricos en los dos parámetros en los dos parámetros ($p(\text{porosidad})= 0.597$; $p(\text{densidad})= 0.137$) En cuanto a la porosidad, difieren significativamente del valor teórico. La integridad ósea está mejor conservada en las muestras de Canímar Abajo (menor influencia de la diagénesis) que en las muestras de Cueva del Infierno.

Tabla IX. Comparación de las muestras de individuos subadultos de Canímar Abajo y Cueva del Infierno, Cuba. N: Total de muestras.

Caracteres	Densidad		Porosidad	
	Cueva del Infierno	Canímar Abajo	Cueva del Infierno	Canímar Abajo
N	26	26	26	26
Máximo	2,13	2,71	51,8	26,79
Mínimo	1	1,08	23	11,15
Media Aritmética	1,48	1,89	38,8	17,11
Desv. Est.	0,33	0,39	8,06	3,72
Coef. Var	22,3	20,6	20,8	21,77

La relativamente buena conservación de las muestras, no se corresponde con lo planteado por Arenas (2009) para las observaciones macroscópicas de la misma población subadulto, quien asegura el mal estado de preservación general de las piezas óseas. La disolución de la materia inorgánica, deja sin protección al hueso contra los microorganismos del suelo, y la pérdida de materia orgánica, dada precisamente por el ataque de microorganismos, es la causa del aumento en los valores de porosidad (Hedges, 2002). Las disminuciones de la densidad vienen dados por el intercambio desigual entre el suelo y el material óseo. Se crea un gradiente de concentración proporcionado por el ambiente húmedo característico de los primeros y últimos niveles estratigráficos del sitio (Rodríguez *et. al.*, 2004) donde el hueso pierde parte de su materia compacta, por lo que es de esperar que los huesos de subadultos estuvieran en un mal estado de preservación, debido al escaso grosor de su capa compacta (capa inorgánica-orgánica), haciéndolos más vulnerables con respecto a los huesos de adultos a la diagénesis.



En el crecimiento y desarrollo, los esqueletos de los infantes deben presentar mayores valores de porosidad y menores valores de densidad, pues a medida que crece se va sintetizando materia ósea que lo vuelve cada vez más compacto (Rodríguez com. pers.). A pesar de la influencia del contexto de enterramiento, se mantiene el comportamiento normal en los individuos estudiados (Fig. 6). La porosidad se observa en disminución a medida que aumenta la edad mientras que la densidad va en aumento.

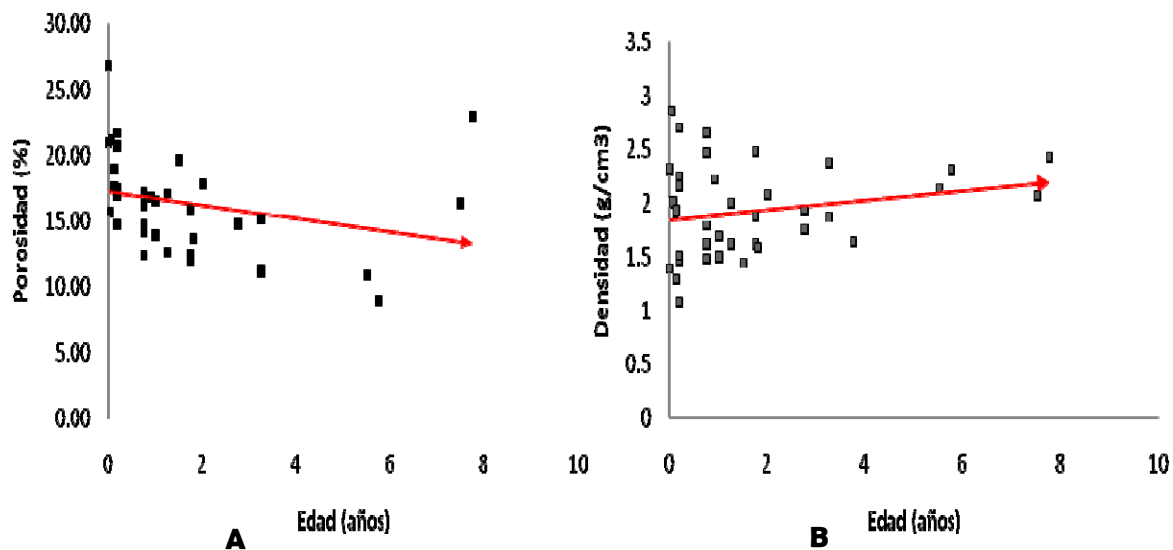


Figura 6. Tendencia de dos parámetros diagenéticos con respecto a la edad en los subadultos del sitio arqueológico Canimar Abajo, Matanzas, Cuba. A: gráfico de porosidad; B: gráfico de densidad

Existen relaciones significativas entre el Ca y los elementos Mg, Sr y Zn (Tabla X). Dichos elementos compiten con el Ca por los espacios en la hidroxiapatita del hueso (Prieto *et al.*, 2002), mostrando la asociación existente entre ellos en la estructura mineral del hueso. La disminución del Ca, pudo traer consigo la disminución de alguno de estos elementos, pero según Lambert *et al.* (1982), la magnitud de la pérdida es proporcional a la concentración original del elemento. De manera que las concentraciones de Zn, Sr, y Mg podrían ser consideradas como indicadores de dieta consumida (Chinique, 2009).



Tabla X. Correlación de Pearson entre los elementos cuantificados en los subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

Elementos	Ca	Cu	Mn	Mg	Sr	Fe	Zn	Porosidad	Densidad
Ca	1.00								
Cu	0.22	1.00							
Mn	0.12	-0.25	1.00						
Mg	0.47*	0.12	0.08	1.00					
Sr	-0.49*	-0.15	0.03	0.30	1.00				
Fe	-0.20	0.35	-0.07	-0.28	-0.22	1.00			
Zn	-0.66*	-0.18	0.02	-0.37	0.28	0.41	1.00		
Porosidad	-0.05	-0.18	0.18	-0.19	-0.14	0.54*	0.64*	1.00	
Densidad	0.20	0.41	-0.19	0.15	0.00	0.03	-0.27	-0.23	1.00

*Las correlaciones señaladas son significativas a $p < 0,05$, $N=20$.

En la cuantificación del P no se obtuvieron valores confiables. Razón por la cual sus concentraciones no se tuvieron en cuenta para el análisis de la conservación de la hidroxiapatita.

La alimentación de la población subadulta

El coeficiente de variación del Sr presente en las muestras es de 27,88 %, los valores se muestran tanto por encima como por debajo del valor para hueso fresco (660,3 p.p.m). La media encontrada en las muestras no diferente estadísticamente a la concentración en el hueso fresco, lo cual significa que la población subadulta consumía una dieta donde el Sr estaba presente, manteniéndose los niveles homeostáticos. Según Shoeninger (1979), una variación menor del 20% en la concentración de Sr es característica de costumbres dietarias similares, sin embargo el coeficiente muestral sobrepasó este índice. Este resultado podría deberse a que existen diferencias en la dieta de los individuos que no se reflejan en la comparación estadística pues los valores medios coinciden con los valores teóricos.



Tabla XI. Concentración de oligoelementos en los individuos subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Los valores de P y Ca están en porcentaje. El resto está en ppm.

Elemento	N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. Est	Coef.Var.	Hueso fresco
Ca	20	20.484	12.9700	23.077	2.3349	11.39874	38.18+/-0.13
Cu	20	46.873	13.7000	162.600	39.4559	84.17704	23
Mn	20	55.116	20.2000	193.100	38.9525	70.67390	17
Mg	20	1188.160	518.4600	1720.865	258.0311	21.71686	6840+/-130
Sr	20	256.349	146.6500	381.500	71.4679	27.87913	249+/-7
Fe	20	410.233	226.1500	649.900	114.7770	27.97851	660+/-27
Zn	20	290.840	161.9333	654.100	115.7201	39.78823	181+/-3

Los valores de Cu, Mn y Zn son mayores que los del hueso fresco, mientras que los Ca, Mg y Fe menores (Tabla XI). Todos estos elementos muestran diferencias significativas con sus respectivos valores de hueso fresco (Anexo 6), aunque no se debe obviar el hecho de que no existen valores de referencias para individuos subadultos; y de que los huesos de infantes tienden a contaminarse diagenéticamente con más facilidad que los huesos de adultos. No obstante las concentraciones evidenciadas se asocian a una ingesta con abundantes proteínas (Trancho y Robledo, 2002),. Considerando los recursos naturales de la región de Canímar y los restos de alimentación encontrados en la excavación arqueológica, suponemos que el consumo de Cu y de Zn se puede asociar fundamentalmente a pescados, moluscos y crustáceos.

Los valores de Mg no sobrepasan el valor teórico (6840 p.p.m), lo que podría sugerir que el consumo de plantas era bajo. El magnesio forma parte esencial de la estructura de la clorofila y es por tanto aprovechable en gran proporción por las plantas verdes (Wing, 1979). Las concentraciones de Sr a su vez se encuentran normales. Sin embargo, una de las plantas más consumidas por los pobladores de Canímar fue el maíz (Rodríguez, 2004, 2005; Chinique, 2009), esta presenta bajos niveles de Mg y de Sr (Rodríguez, 2007). Para poder discriminar mejor el aporte de la dieta de origen vegetal sería necesario cuantificar las concentraciones de Ba, datos con los que no contamos en esta investigación.



Comparación por categorías etarias

Obtuvimos como resultado un comportamiento homogéneo entre los distintos rangos etarios (Fig. 7). Las concentraciones de los elementos no mostraron variaciones significativas entre las edades. Al parecer los individuos consumían una dieta cuyo aporte fundamental contenía los mismos elementos.

El índice paleodietario Sr/Ca, utilizado para determinar la edad del destete en los infantes (Rodríguez, 2004a) posee una media igual a 1,29. Los valores de Sr no muestran variaciones significativas del valor teórico; sin embargo las concentraciones muestrales de Ca se encuentran todas por debajo del valor normales con una posible influencia diagenética de las concentraciones del suelo, de manera que el indicador Sr/Ca utilizado, se va a ver afectado hacia valores más altos que el real. Eso imposibilita poder utilizar este índice con efectividad en

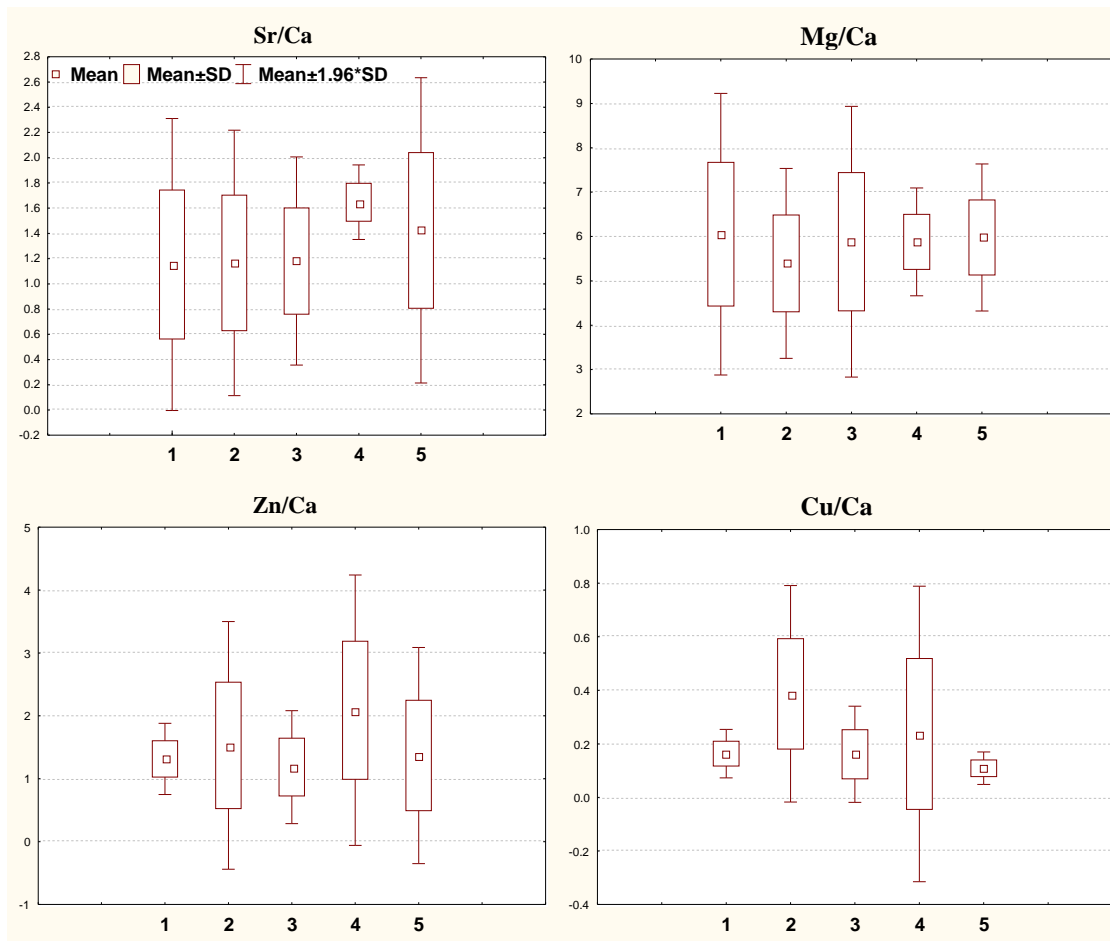


Figura 7. Comparación de rangos etarios en cuanto a las medias muestrales de las concentraciones de los elementos, respecto al calcio. 1: 0-0,25 años; 2: 0,5-1 año; 3: 1,1-3 años; 4: 3,1-6 años; 5: 6,1-9 años.



las muestras subadultas del sitio arqueológico en estudio. Para poder estimar la edad del destete sería útil calcular las concentraciones de vanadio (V). Este elemento se encuentra también en tubérculos legumbres y frutos secos, (Trancho y Robledo, 2002) y su concentración es alta en los niños (Trancho y Robledo, *op. cit.*). El alto coeficiente de variación de Sr cuantificado en las muestras podría deberse a que no existe homogeneidad dentro de los grupos etarios. Una posible explicación para estas variaciones dentro de los mismos rangos de edad podrían ser diferencias cronológicas. En este sentido sería útil aumentar el número de muestras en estudios futuros.

Comparaciones individuales

Las concentraciones de Sr se muestran por encima y por debajo del valor teórico (Fig. 8), mientras que las de Mg todas se encuentran por debajo de dicho valor (6840 ppm). El individuo E-29 (< 1,5 meses) mostró las concentraciones más altas de Sr, lo que tiene mayor importancia si se considera que se encuentra dentro de los primeros tres meses de vida. La leche materna se caracteriza por poseer un índice Sr/Ca más bajo que el resto de los alimentos (Rodríguez, 2004a), por lo que al encontrarse los valores de Sr por encima del valor teórico en el individuo E-29 se infiere que el mismo no era amamantado, sino que consumía alimentos ricos en este mineral. La velocidad de absorción de este elemento es alta en los niños; sin embargo las cantidades disponibles para ellos son más bajas. Esto se debe a que la leche de las madres presenta bajos niveles del elemento. Por ello, los lactantes presentan contenidos de Sr más bajos que los adultos dentro de una misma población (Sowden y Stich, 1957).

En la categoría etaria de 3 a 6 años la mayoría de los individuos se encuentran por encima del valor teórico del Sr, excepto el individuo E-58, que mantiene valores cercanos al teórico. Un comportamiento normal si se tiene en cuenta que para el Sr se obtuvo un coeficiente de variación relativamente alto (27%). En la categoría de seis meses a un año, la mayoría de los individuos se encuentra por debajo del valor teórico y solo el individuo CCC(3) presenta valores cercanos al valor de



referencia. Esto podría deberse a la presencia de la lactancia materna que es un

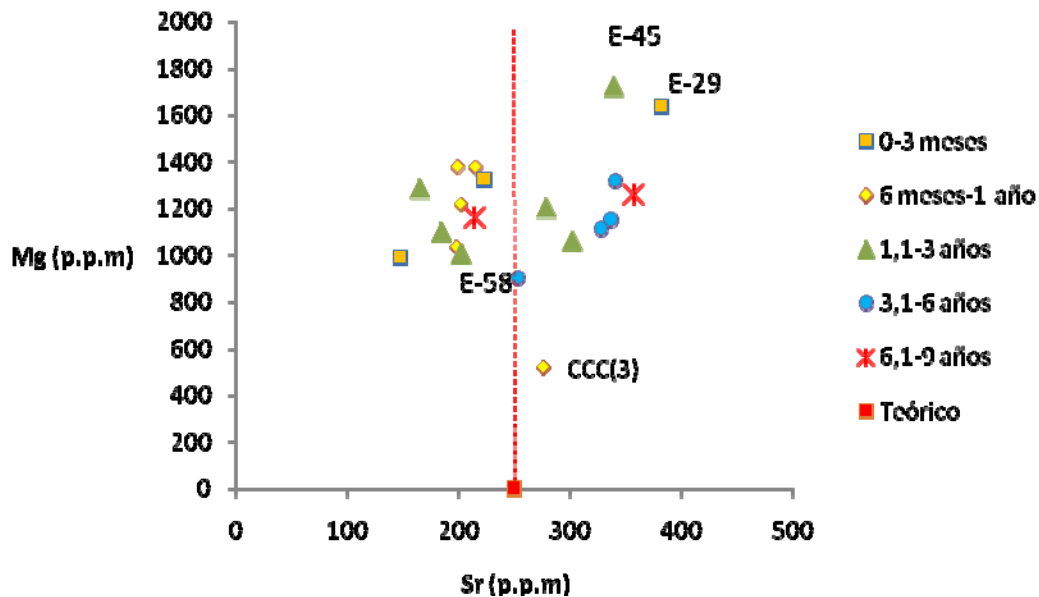


Figura 8. Contenido de Mg vs Sr en los individuos subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

alimento con bajas concentraciones de Sr. El individuo CCC(3), presenta además los valores más bajos de Ca y Mg de toda la muestra.

La deficiencia de Mg es generalizada, resultado que tal vez está sesgado porque se comparan valores de subadultos con respecto al valor teórico (6840 p.p.m) dado para adultos.

En función del cociente de Zn/Ca se consideran tres niveles de dieta cárnica: pobre (0-0.35), media (0.36-0.5) y rica (mayor de 0.5) (Trancho y Robledo, 2002). La totalidad de los individuos subadultos muestran valores de Zn/Ca por encima de los 0,5, indicando una dieta rica en alimentos de origen animal. Este indicador no discrimina entre una dieta terrestre o marina, pero según la abundante representación de la fauna marina en el sitio (Rodríguez, 2004b), suponemos que sea la fuente fundamental de Zn.



La mayoría de los individuos subadultos presentan concentraciones de Cu y Zn por encima de los valores teóricos (Fig. 9). Estas concentraciones se mantienen relativamente cercanas entre sí excepto en los individuos E-58, C(4) y C(296), que muestran dietas diferenciadas del resto de los subadultos estudiados. Los individuos E-58 y C(4) pertenecen al mismo grupo etario (3- 6 años), pero en su

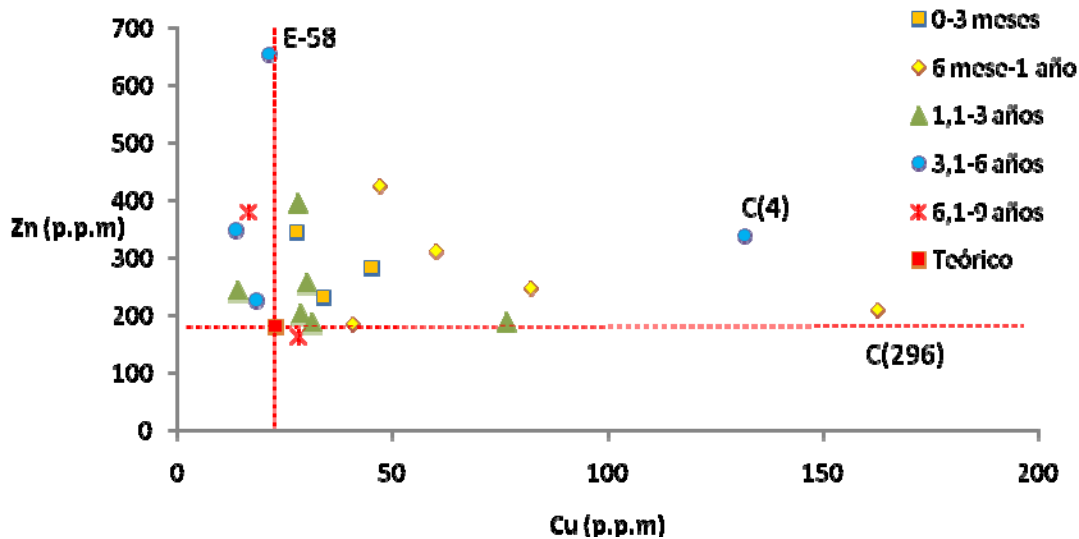


Figura 9. Contenido de Zn vs Cu en los individuos subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba

alimentación las fuentes de Cu y Zn parecen ser diferentes. Quizás las diferencias entre los individuos de un mismo rango de edad se deban a diferencias cronológicas, como sucede en el estudio de la población adulta (Chinique, 2007), donde la alimentación se comporta diferente entre los distintos grupos de antigüedad.

Paleopatologías relacionadas con estrés alimentario

Dentro de las causas de muerte los factores de mayor influencia son las enfermedades infecciosas y la malnutrición. Ambas pueden estar relacionadas cuando la presencia de enfermedades se deba a alguna deficiencia nutricional. En los individuos subadultos, las enfermedades generan más muertes que en los



individuos adultos. La hipoplasia del esmalte, la hiperostosis porótica, la cribra orbitalia, y las líneas de Harris, son indicadores de que el individuo ha sufrido alguna enfermedad en su vida relacionada principalmente con la desnutrición. Los tres individuos del cementerio temprano (E-39, E-55, E-54), no presentaron señales de las enfermedades. Todos los individuos con indicadores de estrés están asociados al cementerio tardío.

Hipoplasia del esmalte

Dentro de las muestras no se encontraron señales de hipoplasia del esmalte (Fig. 10), lo cual puede deberse a la falta de piezas dentarias o a la existencia de 24 individuos menores del año (51% de la muestra), en los cuales es probable que no hayan emergido todavía los dientes.

Hiperostosis porótica y *cribra orbitalia*

Se confirmó la presencia de hiperostosis porótica en los elementos óseos postcraneales. Se identificaron 11 individuos con la enfermedad de los 47 analizados para un 23,4% (Fig. 10). Todos los individuos están ubicados en la primera infancia, desde el nacimiento hasta los cuatro años de edad. La presencia de hiperostosis porótica se encontró principalmente en los huesos largos, a diferencia de lo descrito en la literatura que plantea que esta enfermedad debe aparecer con mayor frecuencia en el cráneo (Baxarias y Herrerín, 2007). Sin embargo, en los yacimientos arqueológicos de enterramiento es difícil encontrar un individuo lo suficientemente preservado como para poder estimar la hiperostosis en el cráneo, debido a que son huesos planos, de menor grosor de capa ósea, lo que le resta fortaleza y le da mayor superficie de contacto, haciéndolos más susceptible a los agentes tafonómicos (Buikstra y Ubelaker, 1994).

Como los infantes tienen más probabilidad de presentar hiperostosis debido a que durante la infancia la capa media del cráneo y las cavidades de los huesos largos son los principales productores de eritrocitos (Walker, 2008), era de esperar una



alta frecuencia de enfermos dentro de la muestra y su aparición en más de un hueso de cada individuo.

De los 47 individuos analizados, 10 poseían cráneos o al menos las partes necesarias para la identificación de la *cribra orbitalia*, y se llegó a detectar en cuatro individuos, para un 40% de la muestra analizada. Todas fueron de tipo uno excepto el individuo E-33, que presentó de tipo dos. Este resultado indica que el padecimiento de las anemias era frecuente aunque la falta de suficientes muestras puede estar influyendo en el comportamiento observado.

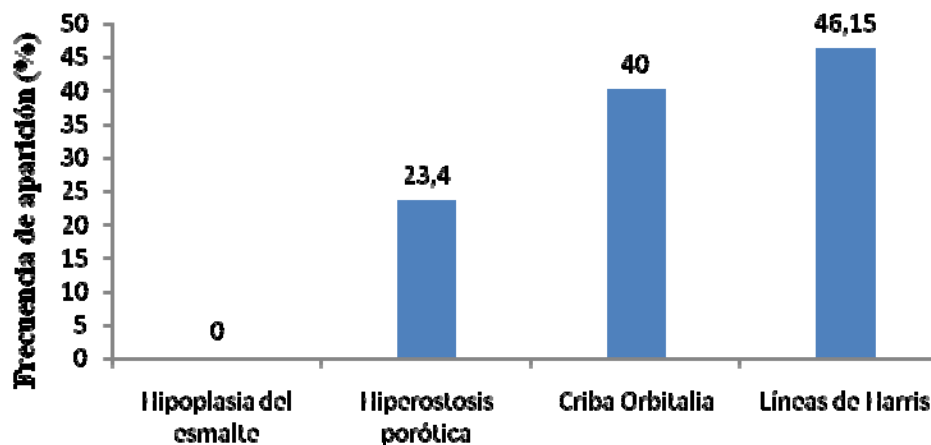


Figura 10. Incidencia de los indicadores de estrés analizados en individuos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

Dentro del muestreo se encontró que el individuo E-35 padecía de hiperostosis porótica y de *cribra orbitalia*. Aún así, la influencia de la diagénesis pudiera llevar a un mal diagnóstico de la enfermedad por el enmascaramiento de las punteaduras características, comportamiento que se hace extensivo para todas las muestras.

La anemia tiene entre sus síntomas a la *cribra orbitalia* y la hiperostosis porótica (Civera, 1985). Las bajas concentraciones de Fe cuantificadas en las muestras podrían deberse a deficiencias de este elemento en los individuos en estudio. Este aspecto es importante si se tiene en cuenta que las concentraciones deben estar



elevadas con la acción de la diagénesis y el flujo iónico suelo-hueso; sin embargo, las muestras presentan valores inferiores a los niveles teóricos.

Las líneas de Harris

En nuestra investigación, de los 39 individuos subadultos de Canímar Abajo muestreados, 18 presentaron líneas de Harris, para un 46,15 % (Fig. 10). La frecuencia de aparición es alta, lo que nos representa la incidencia de fuertes períodos de estrés, fundamentalmente porque casi todos los trazos de las líneas son completos. En los humanos las líneas pueden aparecer desde los seis meses de gestación, cuando todavía no han nacido (Piera, 2010). Están asociadas a niveles altos de estrés, tanto por períodos de deficiencia alimentaria como por enfermedades relacionadas con la nutrición. Las líneas representan las épocas de recuperación ósea, luego de haber sobrepasado la etapa de estrés. Con el tiempo pierden evidencia y son remodeladas cerca de 10 años después (White, 2000 citado por Campillo, 2009)

El número de líneas en estos individuos van desde una (C(4), fémur 291), hasta 11 líneas bien definidas (E-62). Teniendo en cuenta las categorías etarias expuestas en los resultados paleodemográficos, 14 individuos de los 18 con líneas, se encuentran dentro del rango de 0 a 3 años; los cuatro restantes pertenecen al rango de 4 a 9 años, lo cual se corresponde con los resultados de los índices paleodemográficos, al indicar un mayor estrés en los primeros años de vida.

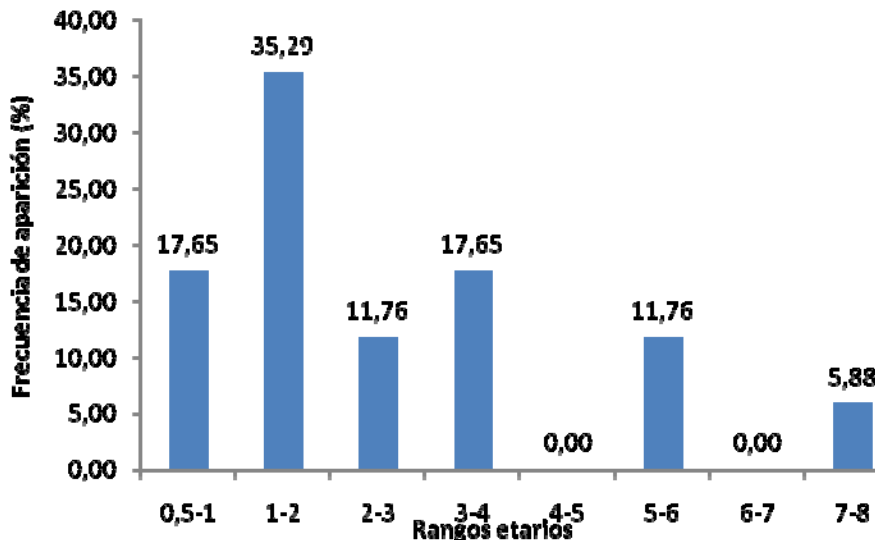


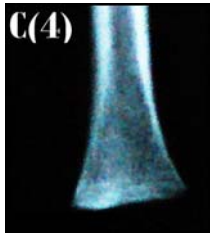
Figura 11. Incidencia de las líneas de Harris en individuos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

En la evaluación por años de vida se observa más claramente la incidencia de los períodos de estrés (Fig. 11). En el primer año, cuando todavía recibe la lactancia materna, el recién nacido es muy susceptible a los cambios. Si no se tiene el debido cuidado nutricional e higiénico se favorece la aparición de estrés nutricional, dando origen a las líneas de Harris. Quizás la etapa más difícil en la vida de un niño aborigen parece ser a partir del año y hasta los tres, pues es en este período donde ocurren la mayoría de las defunciones (Rodríguez, 1998; Garcell, 2006). En este rango etario fue donde se observaron más individuos con líneas de Harris (35,29 %). En esta etapa es donde las madres dejan de amamantar a sus hijos, y donde ellos comienzan a asimilar otros alimentos, o cuando empiezan a tomar agua natural. En este proceso de aclimatación a una nueva alimentación, deben desarrollar los anticuerpos necesarios contra los nuevos patógenos que empiezan a incorporar a su cuerpo.

A edades más avanzadas comienza a disminuir el número de individuos con líneas de Harris. En las categorías donde no obtuvimos representación, pensamos



que se deba a la falta de muestra. En las Figuras 12a y 12 b se muestran las líneas de Harris de individuos del sitio arqueológico Canímar Abajo.



El individuo C(4), de 5,5 años de edad osteológica, muestra una sola línea en un peroné. Es posible que presentara más líneas, pero los huesos ideales para verlas son el fémur, la tibia y el radio, precisamente porque sus velocidades de remodelación son más lentas.



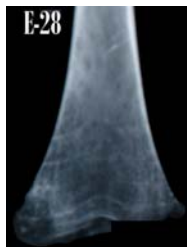
En los individuos CCC(3), E-34, E-35 y los fémures inconexos C-299 y C-296, se evidenciaron dos líneas. Estos individuos se encuentran entre los 0,5 y 1 año de vida por lo que las líneas debieron comenzar a formarse antes de cumplir el año (Piera, 2010).



Los individuos CCC(2), E-53 y el fémur inconexo C-95 presentaron tres líneas. Ellos se encontraban entre el primer y el segundo año de vida. En el individuo E-53 se observó el único radio con señales de las líneas de Harris, el cual fue muestreado al no presentar el fémur preservado.

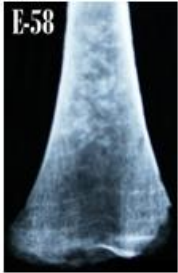


Ningún individuo mostró cuatro líneas, pero con cinco se encuentran los individuos E-31 y E-64. A medida que aumenta el número de líneas, aumenta también el promedio de edad. Ambos ejemplares se encuentran entre los 2,5 y 3,5 años de vida.

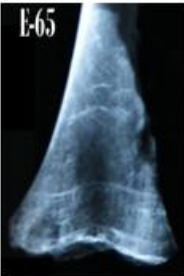


El individuo E-28 es el único de la muestra que presenta seis líneas. Su edad oscila entre los 3 y los 3,5 años

Figura 12a. Líneas de Harris en individuos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.



Los subadultos E-27 y E-58 muestran siete líneas de Harris. El individuo E-58 fluctúa entre los 3,5 y 4 años de vida, pero el individuo E-27 se le estimó una edad entre 1,5 y 2 años de vida. Este hecho constituye una muestra de los numerosos momentos de estrés que pueden existir en el poco tiempo de vida de un infante.



Los subadultos E-65 y el fémur inconexo C-49 muestran ocho líneas de Harris. El individuo E-65 oscila entre los 2,5 y 3 años de vida, edad relativamente baja para la cantidad de líneas que ha formado y el fémur C-49 tiene una edad entre los 5,5-6 años.



El individuo E-62 de 7 u 8 años, constituye un reflejo de los numerosos momentos de estrés de los aborígenes que pasan por la primera infancia. La mayoría de sus 11 líneas se ubican relativamente alejadas de la epífisis, e indican que la mayoría de sus períodos de estrés sucedieron en la primera infancia.

Figura 12b.
Líneas de Harris
en individuos del
sitio arqueológico
Canímar Abajo,
Matanzas, Cuba.

El conteo de las líneas puede ser variable, debido a que es una estimación que se hace a apreciación del investigador, por eso está sujeta a errores. Sin embargo, resulta evidente el aumento de líneas de Harris en la vida de los individuos durante la infancia y niñez. Este resultado contrasta con lo observado en la figura 11, donde se evidencia una disminución de la paleopatología con respecto a los grupos de edad, sugiriendo que solo los individuos que lograban sobrevivir múltiples períodos de estrés llegaban a la adolescencia. Este comportamiento pudiera indicar que la causa que genera las líneas de Harris en los individuos subadultos de Canímar Abajo pudieran ser las mismas causantes de la elevada mortalidad infantil en el sitio.



El promedio de líneas por individuo es de 4,3, como la mayoría se encuentran en la categoría etaria de 0 a 3 años, ellos podían producir más de una línea en un año. Si cada línea supone un período de estrés, queda demostrado que sufrían varios anuales, y si cada período de estrés se correspondiera con el padecimiento de una enfermedad (malnutrición o enfermedad infecciosa), entonces estos individuos podían estar enfermos la mayor parte del año pues las líneas representan las épocas de la recuperación ósea. Con el tiempo las líneas pierden evidencia y son remodeladas cerca de 10 años después (White, 2000).

Según Civera (2006) la aparición de líneas de Harris está asociada a carencias alimentarias o algún proceso infeccioso. Aunque las altas concentraciones de Cu y Zn cuantificadas en las muestras indican una dieta rica en proteínas, las bajas concentraciones de Fe podrían justificar la presencia de anemias por deficiencia de este elemento, cuyo déficit hace a los individuos más susceptibles a contraer enfermedades (infecciones severas) pues el Fe es requerido para la incorporación de aminoácidos al colágeno, los cuales cumplen un papel fundamental en la defensa contra infecciones óseas.

Una característica en los individuos de la muestra, es la observación de líneas de Harris en la epífisis proximal del fémur (Fig. 13). Resulta común encontrarlas en ambas epífisis, porque las líneas se forman por interrupciones del crecimiento normal de la estructura ósea o por velocidades de crecimiento más lentas (Arriaza, Allison y Staden, 1984; White, 2000), en la literatura se hace referencia a su presencia en la epífisis distal y no en la proximal (McHenry y Schulz, 1974; Ramírez *et. al.*, 2009; Piera, 2010). En nuestro estudio, la diferencia de la observación de las líneas en la epífisis distal o proximal, radica en la posibilidad de ver más o menos número de líneas y en la nitidez con que se observan. En el extremo distal se observan más y mejor que en el extremo proximal, a su vez tienden a confundirse menos con las trabéculas del fémur. Aún así, los factores que producen las líneas en la parte superior del fémur son los mismos que las



producen en la parte inferior, el estrés nutricional, infeccioso o ambos en sinergismo.

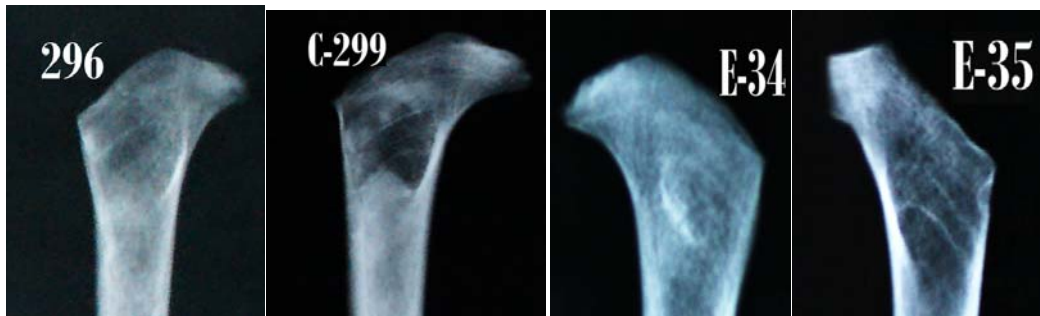


Figura 13. Líneas de Harris en extremo proximal del fémur de individuos subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba.

Las tres enfermedades (hiperostosis porótica, criba orbitalia y líneas de Harris) coinciden solo en el individuo E-35. En los subadultos E-28, E-34 y E-64 coinciden las líneas de Harris con la hiperostosis porótica, sin embargo no sucede lo mismo en la comparación de las líneas de Harris con la criba orbital, donde no coinciden en ningún individuo.

La hiperostosis porótica y la criba orbitalia tienen sus causas principalmente en la anemia por deficiencia de hierro (Walker, 2008), que por lo general viene asociado de condiciones desfavorables de salubridad, enfermedades infecciosas y prácticas culturales relacionadas con el embarazo y con la lactancia. Las líneas de Harris surgen por traumas, enfermedades infecciosas y una severa malnutrición (Arriaza, Allison y Staden, 1984). Las altas frecuencias observadas en la presencia de las tres paleopatologías indican que podrían estar asociadas a deficiencias de hierro. El punto en común de los indicadores de paleopatologías analizados son la malnutrición, es por eso que en los individuos donde se observan más de un indicador podemos pensar que se debe a deficiencias nutricionales.



Crecimiento y desarrollo de los aborígenes subadultos

Las curvas de distancia realizadas sobre la base de 36 individuos indican que en los primeros años se presenta un crecimiento muy rápido que se desacelera gradualmente tal y como se reporta en la literatura especializada para las poblaciones actuales (Krenzer, 2006). A partir de los seis años el crecimiento debe ser lento y uniforme, sin embargo en la población de Canímar Abajo se observa próximo a los tres años (Fig. 14A). En las últimas etapas de la niñez, la curva parece acelerarse, esto tiene que ver con la falta de representatividad de edades intermedias entre los 5 y 10 años. Se ha observado en aborígenes prehispánicos diferencias en cuanto a los ritmos de desarrollo con respecto a las poblaciones actuales. Ejemplo de ello es el brote del primer molar que en ellas ocurre alrededor de los tres años y medio mientras que en poblaciones contemporáneas ocurre alrededor de los seis años (Rivero, 1985). Este hecho haría variar la edad osteológica dental si utilizamos las ecuaciones establecidas para poblaciones actuales.

Las estaturas en los primeros meses de vida son de 54 a 55,60 cm. Estos datos coinciden con lo estimado para las poblaciones actuales donde los infantes en el momento del nacimiento miden aproximadamente 50 cm (Fig. 14B). Después de este momento tardan 4 años en volver a ganar esta longitud (Jordán, 1979). En la población de subadultos de Canímar Abajo ocurre algo similar, pues alrededor de los 4 años la estatura es de aproximadamente 100 cm (Fig. 14A).

En las poblaciones actuales, los infantes alcanzan la mitad de la estatura que tendrán siendo adultos a los 1,5 años en las niñas y a los 2 años en los niños. La estatura adulta calculada para la población de Canímar es de 150 cm para las mujeres y 153,8 cm para los hombres (Zepeda, 2008) por lo que la mitad de la estatura adulta (75-76,4 cm) se alcanza antes. Esto evidencia que el crecimiento es más acelerado durante los tres primeros años de la etapa postnatal, lo que pudiera considerarse una respuesta adaptativa a las condiciones ambientales en que se desarrollaron. Durante los primeros años de vida postnatal, el organismo



experimenta un período de crecimiento rápido en los que son más vulnerables al ambiente. Las características de la alimentación de los aborígenes condicionan el brote dentario anticipado en relación con las poblaciones actuales. La alimentación de las poblaciones de Canímar Abajo estuvo basada fundamentalmente en la pesca y recolección de moluscos marinos y fluviátiles (Chinique, 2007), lo que

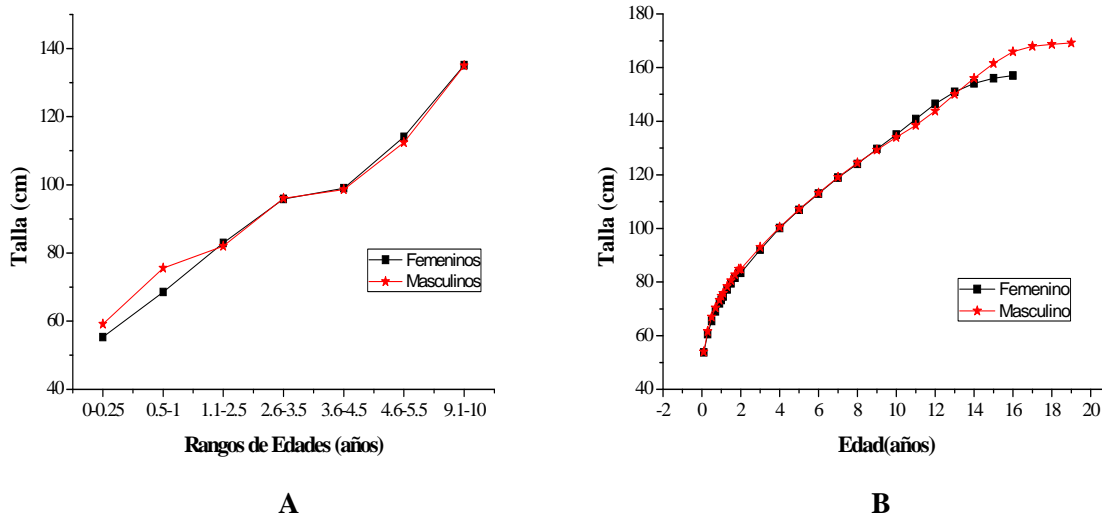


Figura 14. Curvas de distancia. A: Población aborigen de Canimar Abajo, Matanzas, Cuba; B: Estudio realizado en Cuba en 1978 en poblaciones actuales.

evidencia una alta dependencia de los recursos naturales. El medio constituía el un factor condicionante para el desarrollo de la comunidad. Dentro de este grado de dependencia, son las primeras edades de vida las más susceptibles, tanto por razones biológicas como sociales.

La baja estatura definitiva puede estar a su vez determinada por las condicionales nutricionales a lo largo de la vida del individuo, como respuesta adaptativa a la escasez de determinados nutrientes escaso en los alimentos consumidos por esta comunidad, lo que influye en que no se alcance el potencial genético. Estudios precedentes en individuos adultos (Chinique *et al.*, 2009) han demostrado que el suministro de proteínas de procedencia animal es bajo. Sin embargo, en los individuos subadultos de Canímar Abajo, las concentraciones de Zn y Cu indican una dieta abundante en proteínas.



Conclusiones

- En el sitio arqueológico Canímar Abajo la mortalidad infantil es alta. Los primeros años de vida son los que presentan un mayor número de defunciones. La esperanza de vida al nacer es baja (alrededor de 13 años) que caracteriza a una población donde la mayoría de los niños no alcanzan edades adultas. Esto condiciona un elevado índice de dependencia, donde existen aproximadamente 3 individuos subadultos por cada adulto en edad productiva.
- La porosidad y densidad de las muestras óseas unido a las correlaciones existentes entre el Ca y elementos como el Mg, Sr y Zn indican que la matriz de hidroxapatita se encontraba en buen estado de preservación. Estos resultados garantizan la fiabilidad de la señal biogénica. Las diferencias en los niveles de algunos elementos entre el suelo y el hueso y las variaciones en las concentraciones de los oligoelementos durante el crecimiento y desarrollo deben tenerse en cuenta para la interpretación de la dieta consumida por los subadultos.
- La alta variabilidad de las concentraciones de Sr (27 %) en las muestras óseas indican que los subadultos de Canímar Abajo tuvieron una dieta heterogénea donde el consumo de alimentos ricos en el oligoelemento permitía mantener los niveles homeostáticos. La dieta fue rica en proteínas procedentes del mar según lo evidencian los valores de Zn y Cu. Por el contrario el consumo de plantas ricas en Mg era bajo. Las concentraciones de Fe resultaron menores en relación con los niveles teóricos, a pesar del intercambio iónico ocurrido entre los huesos y el suelo.
- No existen diferencias significativas en cuanto a la alimentación de los diferentes grupos etarios, aunque existe una heterogeneidad en las concentraciones de Sr entre los individuos subadultos. No se pudo estimar la edad del destete materno aunque se observa un aumento de



los niveles de estroncio a partir del primer año de vida. Los individuos con menos de un año presentan por lo general bajos niveles del oligoelemento por la presencia de alimentos de bajas concentraciones como la leche materna.

- Los aborígenes subadultos de Canímar Abajo presentan altas frecuencias de indicadores de estrés como las líneas de Harris (46,15%), la hiperostosis porótica (23%), y la *cribra orbitalia* (40%). Las bajas concentraciones de Fe influyeron en la presencia de dichas paleopatologías. Los períodos de estrés producto de deficiencias nutricionales o infecciones asociadas a ellas se mantuvieron durante largos períodos de tiempo con momentos de recuperación pues las líneas de Harris aumentan con el transcurso de la edad. Las causas que provocaron el padecimiento están relacionadas con la alta mortalidad infantil, de modo que solamente llegan a la adolescencia los pocos individuos que lograron sobrevivir a estos períodos.

- El proceso de crecimiento y desarrollo en la población aborígen muestra las mismas etapas del crecimiento biológico descrito para las poblaciones normales. Es característico de la población aborígen una mayor velocidad de crecimiento en los primeros años y una estatura final menor que en las poblaciones actuales como resultado de la adaptación a otras condiciones de vida y otras características biológicas de estas poblaciones.

Los resultados de la presente investigación sugieren altos grados de estrés en la población aborígen de Canímar Abajo. La alta frecuencia de paleopatologías relacionadas con deficiencias nutricionales indica que a pesar de que la dieta fue rica en proteínas, existe relación entre la alimentación y la salud de estas poblaciones, donde al menos por períodos de tiempo, el déficit nutricional provocó anemias e infecciones en los individuos subadultos estudiados.



Recomendaciones

- Mantener la preservación de los sitios arqueológicos del valle Río Canímar, Matanzas, Cuba. Principalmente la preservación del sitio Canímar Abajo, por ser el de mayor número mínimo de individuos y el de más antigüedad. Así como abogar por la explotación sostenible de los recursos naturales del área, en aras de mantener la identidad histórica.

- Proponemos realizar una revisión más profunda de las paleopatologías en los individuos subadultos. Con el propósito de obtener más y mejores resultados que nos expliquen las condiciones de estrés existentes de los aborígenes de Canímar Abajo.

- Cuantificar las concentraciones de bario (Ba) en los individuos subadultos, para obtener mejores conclusiones acerca del consumo de plantas. Cuantificar también las concentraciones de vanadio (V), para poder estimar la edad del destete en los individuos y poder discutir con más resultados acerca del estado nutricional de los subadultos.



Referencias Bibliográficas

- (1998). Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, Larousse
 (2010). Antropología, cultura y medio ambiente: El cementerio más antiguo de Cuba. La Bohème. La Habana, Alliance Française. 5.

A

- Acsadi y J. Nemeskeri (1970). History of human life span and mortality. Budapest, Akadémi Kiadó Budapest. **Doctor**.
- Angel, J. L. (1969). "The Basis of Paleodemography." American Journal of Physical Anthropology **30**: 427-438.
- Aranda, E., R. Suárez, et al. (2011). Estudio de los anfibios y reptiles asociados a la flora de Río Canímar. La Habana, Universidad de La Habana. Facultad de Biología: 13.
- Arenas, J. (2009). Estudio osteológico de los restos humanos subadultos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Departamento de Antropología. La Habana, Universidad de La Habana. **Tesis de Maestría**.
- Arriaza, T. B., M. J. Allison, et al. (1984). "Líneas de Harris en una población Arcaica del extremo Norte de Chile: Morro-1." Revista Chungará(13): 187-191.
- Ayala, T. (1993). Empleo de algunos elementos traza en estudios de paleonutrición: El sitio Guayabo Blanco, Ciénaga de Zapata, Matanzas. Departamento de Antropología. La Habana, Universidad de la Habana. **Tesis de Maestría**: 67.

B

- Baxarias, J. y J. Herrerín (2007). The Hanbook Atlas of Paleopatology. Madrid, Cometa.
- Bogin, B. (2010). "Methods of Paleonutrition." Retrieved 12 de mayo, 2010, from http://www.answers.com/methods_of_paleonutrition
- Bouquet-Appel, M. (1982). "Farewel to paleodemography." Journal of Human Evolution **11**: 321-331.
- Brown, A. (1973). Bone strontium content as dietary indicator in human skeletal populations. Michigan, University of Michigan.
- Buikstra, J., E. y D. H. Ubelaker (1994). "Standards for data collection from human skeletal remains." Arkansas Archaeological Survey Research Series(44): 206.
- Buikstra, J. y L. W. Konigsberg (1985). "Paleodemography: Critiques and controversies." American Anthropologist **87**(2): 316-333.
- Buikstra, J. y J. Mielke (1985). Demography, Diet and Health. The Analysis of Prehistoric diets. New York, Academic press: 359.

C

- Campillo, E. Á. (2009). Paleopatologías en aborígenes cubanos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba Departamento de Antropología La Habana, Universidad de La Habana. **Lic.:** 83.
- Civera, M. C. (1985). "La adaptación biocultural como un prblema interdisciplinario." Anales de Antropología: 331-348.
- Civera, M. C. (2006). "El enfoque paleoepidemiológico en la antropología física." Anales de Antropología **40**(2): 85-116.
- Cunha, E. (2005). La paleodemografía. Para comprender la Antropología Biológica. Evolución y Biología. Pamplona, Verbo Divino: 413-416.



- Chinique, Y. (2007). Estudios paleodietarios del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Antropología. La Habana, Universidad de La Habana. **Estudiante**.
- Chinique, Y. (2009). Caracterización de los modelos de desarrollo económico de los aborígenes exhumados en el sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Antropología. La Habana, Universidad de La Habana. **Tesis de Maestría**.
- Chinique, Y. y C. Arredondo (2008). Utilidad de los huesos de manos y pies para estudios osteológicos: Determinación del número mínimo de individuos adultos exhumados en el sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Memorias del Evento Seminario de Arqueología 2008. La Habana.
- Chinique, Y., R. Rodríguez Suárez, et al. (2008). "Estudio paleodietario en restos óseos aborígenes del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba." Boletín Antropológico **26**(73): 131-148.

D

- De Garine, I. (1987). "Alimentación, cultura y sociedad. Revista." UNESCO El hombre y lo que come. Alimentación y Cultura(mayo): 4-7.
- Díaz Sánchez, M. E. (2009). Bioantropología de la nutrición. Crecimiento, maduración y desarrollo. La Habana, Ciencias Médicas.
- Dumas, L. D. (2009). Historia y osteología de los restos óseos humanos exhumados entre 1984 y 1987 en Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Antropología. La Habana, Universidad de La Habana. **Tesis de Diploma**.

E

- Eastoe, J. E. y B. Eastoe (1954). "The organic constituents of mammalian compact bone." Biochemistry Journal: 453-459.
- Erviti, D. B. y C. T. Segura, Eds. (2000). Estudios de Población. Texto Básico. La Habana, Centro de estudios demográficos. Universidad de La Habana.
- Ezzo, J. A. (1994a). "Putting the chemistry back into archaeological bone chemistry analysis: modeling potential paleodietary indicators." Journal Anthropology **13**: 1-34.
- Ezzo, J. A. (1994b). "Zinc as a paleodietary indicator: an issue of theoretical validity in bonechemistry analysis." American Antiquity **59** (4): 606-621.
- Ezzo, J. A., C. S. Larsen, et al. (1995). "Elemental signatures of human diets from the Georgia Bight." American Journal of Physical Anthropology **98**: 471-481.

F

- Fornaciari, G. y F. Mallegni (1987). "Palaenutritional studies on skeletal remains of ancient populations from the Mediterranean area: an attempt to interpretation." Anthrop. Anz. **45**(4): 361-370.

G

- Garcell, J. (2006). Sitio Bacuranao 1. Testimonio del culto funerario de grupos preagroalfareros. La Habana, Instituto Cubano de Antropología. **Tesis de Maestría**.
- García, E. y M. S. E. (2001). "Dieta y Sociedad en Can Reinés (análisis de elementos traza en una necrópolis del 600 d.C.)." Revista Española de Antropología Biológica(2): 107-112.
- Gómez de León, J. (1998). Análisis paleodemográfico de poblaciones antiguas de México, algunas estimaciones y comentarios metodológicos. Perfiles demográficos de poblaciones antiguas de México. México D.F., INAH, Conapo.



- González, M. (1999). Infancia y adolescencia en la Murcia Musulmana. Estudio de restos óseos. Departamento de Biología. Unidad de Antropología. Madrid, Universidad Autónoma de Madrid. **Tesis Doctoral**: 208.
- Goodman, A. H., D. L. Martin, et al. (1984). Indications of stress from bone and teeth. Paleopathologist at the Origins of Agrimlture. New York, Academic Press: 13-49.

H

- Hassan, F. A. (1981). Demographic archeology. New York, London, Academic Press.
- Hedges, R. E. (2002). "Bone diagenesis: an overview of process." Archaeometry 3(44): 319-328.
- Hernández, G. S. (2001). "Valle de Canímar: el entorno y la presencia aborígen." ISLAS 43(127): 120-131.
- Hoppa, R. D. (2000). "Population variation in osteological aging criteria: an example from the pubic symphysis." American Journal of Physical Anthropology(111): 185- 191.

J

- Jacks, M. (2000). Building the bases for paleodemographic analysis: adult age and Sex determination. Biological Anthropology of the Human Skeleton. New York.
- Jimeno, A., G. J. Tranco, et al. (1996). "Ritual y dieta alimenticia: la necrópolis celtibérica de Numancia." Numantia, Antropología en Castilla y León(6): 31-44.
- Johston, F. E. y M. Lamp (1984). "Anthropometry in studies of malnutrition and behavior. En Brozek J, Schurch B (eds.) Malnutrition and behavior: critical assessment of key issues." Nestle Foundation Publication Series 4: 51-70.
- Jordan, J. (1979). Desarrollo Humano en Cuba. La Habana, Científico-Técnica.

K

- Katsenber, M. A. y S. H. Saunders (2000). Biological antropology of the human skeleton, Wiley-Liss.
- Krenzer, U. (2006). "Compendio de métodos antropológico forenses para la reconstrucción del perfil osteo-biológico." Antropología Forense Tomo IV(4): 121.

L

- La Rosa, G. C. y R. J. Robaina (1994). Mortalidad infantil. Infanticidio y costumbres funerarias en aborígenes de CubaCiudad de La Habana, Multigraf: 41-50.
- Lambert, J., B. X. L., et al. (1989). "Physical removal of contaminative inorganic material from buried bone." Journal Archaeology Science(16): 427- 436.
- Lambert, J. B., S. M. Vlasak, et al. (1982). "Comparative study of the chemical analysis of ribs and femurs in Woodland populations." American Journal of Physical Anthropology(59): 289-294.

M

- Martínez, A., A. Rives, et al. (1993). Área arqueológica Canímar- Morato- Yaití, provincia de Matanzas ICAN. Ciudad de La Habana, Academia.
- Matiegka, M. J. (1928). L'idée d'une démographie préhistorique. Paris, Institut International d'Antrhopologie.
- McLean, F. C. y M. R. Urist (1968). Bone: An introduction to the physiology of skeletal tissue. Chicago, University of Chicago Press.
- McHenry, H. M. y P. D. Schulz (1974). "The Association between Harris Lines and Enamel Hypoplasia in Prehistoric California Indians." American Journal of Physical Anthropology(44): 507-512.



N

Neuman, W. E. y M. W. Neuman (1958). The chemical dynamics of bone material. Chicago, University of Chicago Press.

Núñez, A. (1986). La bahía de Matanzas. Granma. Ciudad de La Habana, Academia.

P

Paine, R. R. y H. C. Harpeding (1996). "Effect of Sample Bias on Paleodemographic Fertility Estimates." American Journal of Physical Anthropology **105**: 231–240.

Peréz, B. (1999). "Antropología de la nutrición " Temas de Antropología Aragonesa(9): 113-135.

Petrich, P. (1987). "Hombres de maíz, hombres de carne." UNESCO El hombre y lo que come. Alimentación y cultura(mayo): 10-13.

Piera, P. (2010, 2010). "Radiología de las líneas de Harris." Retrieved Febrero, 2011, from www.alfredopiera.es/publicaciones/radantlineasharris.pdf.

Pino, M. y C. Rodríguez (1991). Procedimientos y métodos para realizar la investigación de los restos de alimentos de origen faunístico rescatados de los depósitos arqueológicos cubanos. La Habana, Centro de Antropología, Academia de Ciencias de Cuba.

Pressat, R. (1967). El análisis demográfico. México D.F, FCE.

Price, T. D. (1989). Multielement studies of diagenesis in prehistoric bone. The chemistry of prehistoric human bone. Cambridge Cambridge University Press.

Prieto, L., J. Iglesias, et al., Eds. (2002). Excavando huesos: reconstrucción de la forma de vida de las poblaciones humanas del pasado. Madrid, CEA.

R

Risquet, B. J. (22 de abril del 2010). "El Río Canímar." Retrieved 23 de Junio, 2010, from El Río Canímar — Cuba Trabajadores.htm.

Rivero, M. (1985). Consideraciones sobre los aborígenes preagroalfareros de Cuba, partiendo de sus restos óseos. 45 Congreso Internacional de Americanistas. Bogotá, Colombia.

Rivero, M. (1988). Informe acerca del estudio antropológico realizado en los materiales del sitio funerario Canímar Abajo, Matanzas. La Habana, Museo Antropológico Montané. Facultad de Biología. Universidad de La Habana.

Rivero, M. y M. E. Rodríguez (1990). Los esqueletos de la cueva de Los Indios. Hollo de Padilla, Cumanayagua, Cienfuegos. U. d. L. Habana. Cienfuegos, Sin editor.

Rodríguez, H. D. (1998). Estudio antropológico de los restos óseos procedentes de la Cueva Perico I, Bahía Honda, Pinar del Río. Museo Montané. La Habana, Universidad de La Habana. **Tesis de Diploma**: 43.

Rodríguez, R. (2003). "Elementos traza y paleonutrición en el sitio preagroalfarero Guayabo Blanco, Ciénaga de Zapata, Provincia de Matanzas, Cuba." Antropología y Técnica(7): 5-14.

Rodríguez, R. (2004a). Paleonutrición de poblaciones extinguidas en Mesoamérica y Las Antillas: Xcaret y el occidente de Cuba. . Departamento Antropología. La Habana, Universidad de La Habana.

Rodríguez, R. (2005b). "La medición de parámetros diagenéticos: comprensión de los modelos de diagenesis." Estudios de Antropología Biológica **XII**: 997 - 1020.

Rodríguez, R. (2007b) "Canímar Abajo: no solo recolectores y pescadores." Memorias Anthropos 2007: Primer Congreso Iberoamericano de Antropología. La Antropología ante los desafíos del siglo XXI, 784-795.



- Rodríguez, R. y J. Pagán (2006b). "Almidones presentes en fragmentos de burén procedentes del sitio arqueológico Macambo II." Catauro **14**(6): 100-106.
- Rodríguez Suárez, R., C. Arredondo Antunez, et al. (2007a). Informe de excavación en el sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas. La Habana, Museo Antropológico Montané, Universidad de La Habana: 24 (inédito).
- Rodríguez Suárez, R., C. Arredondo Antúnez, et al. (2005a). Informe de excavación Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Informe Técnico de Expedición. La Habana, Museo Montané, Universidad de La Habana: 40.

S

- Sánchez, M. (1989). Algunas consideraciones sobre paleonutrición en el sitio de Canímar Abajo, Matanzas, Cuba. Departamento de Antropología. La Habana, Universidad de la Habana: 49.
- Sánchez, Y. (1992). Estudios paleonutricionales en el sitio del Perico, Cantel, Matanzas. Departamento de Antropología. La Habana, Universidad de la Habana: 43.
- Sanoja, M. y I. Vargas (1995). Gente de la Canoa. Economía Política de la Antigua sociedad Apropiadora del noreste de Venezuela. Caracas, Topykos.
- Santos, A. L. (1996). How old in this pelvis? A comparison of age at death estimation using the auricular surface of the ilium and os pubis. Aspects of African Archaeology. Zimbabwe, Papers from the 10th Congress in the PanAfrican Association for Prehistory and Related Studies: 29-36.
- Saunders, S. R. y R. D. Hoppa (1993). "Growth deficit in survivors and non-survivors: biological mortality bias in subadult skeletal samples." Yearbook of Physical Anthropology(36): 127-151.
- Schiffer, M. (1996). Formation Processes of the Archaeological Record. Salt Lake City, University of Utah Press.
- Schoeninger, M. J. (1979). Dietary Reconstruction at Chalcatzingo, a Formative period site in Morelos, Mexico. Ann Arbor: Museum of Anthropology the University of Michigan. Michigan, Contributions in Human Biology. **Technical port. 9**: 91-97.
- Sellier, P. (1999). La mise en evidence d'anomalies démographiques et leur interprétation: population, recrutement et pratiques funéraires du tumulus de Courtesoul. Necropoles et société au premier age du fer: le tumulus de Courtesoul, Maison des Sciences de l'Homme.
- Solomons, N. W., M. Mazariegos, et al. (1993). "The underprivileged, developing country child: Environmental contamination and growth failure revisited." Nutricion Rev. **51**: 327-332.
- Sowden, E. M. y S. R. Stich (1957). "Trace elements in human tissue." Biochemistry Journal **67**.
- Steinbock, T. (1976). Paleopathological Diagnosis and interpretation. Illinois, Publisher Illinois: 43-59.

T

- Tabío, E. (1984). "Nuevas Periodizaciones para el estudio de las comunidades aborígenes de Cuba." ISLAS(78): 35-54.
- Tabío, E. y E. Rey (1966). Prehistoria de Cuba. La Habana, Academia de Ciencias de Cuba.
- Temple, D. H. (2008). "What Can Variation in Stature Reveal About Environmental Differences Between Prehistoric Jomon Foragers? Understanding the Impact of Systemic Stress on Developmental Stability." American Journal of Human Biology **20**: 431-439.



- Trancho, G. J. y B. Robledo (1999). Paleodieta: Estudio del patrón alimenticio en El Cerro de la Cabeza (Ávila). Madrid, UCM.
- Trancho, G. J. y B. Robledo (2002). "Paleodieta: reconstrucción del patrón alimenticio de las poblaciones humanas del pasado." ACOPAH 7(10): 8-14.
- Trancho, G. J., B. Robledo, et al. (1996). "Reconstrucción del patrón alimenticio de dos poblaciones prehistóricas de la Meseta Norte." Complutum 7: 73-90.
- Travieso, R., L. García, et al. (1998). "Estudio Antropológico de los restos esqueléticos aborígenes procedentes de la Cueva del Infierno, San José de las Lajas, La Habana, Cuba." Biología 12: 9 - 16.
- Travieso, R., D. Rodríguez, et al. (1999). "Estudio de los restos óseos humanos aborígenes encontrados en la Cueva del Perico I, Pinar del Río, Cuba." Biología 13(2): 88 - 94.

U

- Underwood, E. J. (1997). Trace Elements in Human and Animal Nutrition. New York, Academic Press.

V

- Velasco, V. J. (1998). Economía y dieta de la población prehistórica de Gran Canaria. Las Palmas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. **Tesis Doctoral**.

W

- Walker, P. L., R. R. Bathurst, et al. (2008). "The Causes of Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalia: A Reappraisal of the Iron-Deficiency-Anemia Hypothesis." American Journal of Physical Anthropology.
- White, T.D. (2000). Human osteology. Segunda edición. Academic Press, San Diego. New York, Tokio.
- Wing, E. S. y B. A. (1979). Paleonutrition: method and theory in prehistoric foodway". Studies in Archaeology, Academic Press.
- Wrigley, E. A. (1969). Historia y población. Introducción a la demografía histórica. México D.F, Guadarrama.

Z

- Zepeda, F. (2005). Estudio osteológico de los restos óseos humanos del sitio arqueológico Canímar Abajo, Matanzas, Cuba Departamento de Antropología. La Habana, Universidad de la Habana. **Tesis de Diploma**.