



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES
DEPARTAMENTO DE ANTROPOLOGÍA
MENCIÓN DE ANTROPOLOGÍA FÍSICA

MEMORIA DE TÍTULO

**DIETA Y ESTRÉS AMBIENTAL EN POBLACIONES PREHISPÁNICAS
DEL DESIERTO DE ATACAMA: UNA EVALUACIÓN BIOCULTURAL
DE LAS TRANSICIONES AGROALFARERAS EN ATACAMA Y
TARAPACÁ**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE ANTROPÓLOGA FÍSICA

TAMARA ANDREA PARDO CERDA

DICIEMBRE DE 2017

ASESORES:

PROFESOR GUÍA: SR. EUGENIO ASPILLAGA FONTAINE

UNIVERSIDAD DE CHILE

PROFESOR TUTOR: DR. MARK HUBBE

OHIO STATE UNIVERSITY /

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

ARQUEÓLOGO MSc. MAURICIO URIBE

UNIVERSIDAD DE CHILE

BIOANTROPÓLOGO PhD. RODRIGO RETAMAL

UNIVERSIDAD DE CHILE

Agradecimientos

La realización de este trabajo estuvo acompañada de la colaboración de diferentes amigos, colegas y profesores. Quisiera agradecer por la constante entrega y dedicación al profesor Mark Hubbe, por su excelente disposición a resolver mis dudas, y por el constante estímulo para mejorar mi trabajo. También quisiera destacar la colaboración de mi colega y compañera de práctica profesional Francisca Santana, con quien compartimos una gran experiencia en el museo de San Pedro de Atacama durante nuestra colecta de datos de la colección Toconao Oriente, datos que fueron incluidos y analizados en la presente investigación.

Además quisiera destacar el entusiasmo y ayuda de Constanza Silva en la fase de colecta de datos en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile, cuyo compromiso y dedicación también ayudó a la colecta de datos de este trabajo.

No puedo dejar de agradecer a mis compañeros de generación: Alejandro Clarot, Mariana Sáez, Francisca Santana, Constanza de la Fuente, Rocío López, y Fabián Pontigo, por el valioso apoyo y amistad durante los años de formación de nuestra carrera profesional. Fueron noches de insomnio y momentos de risas que dividimos juntos durante nuestra época Universitaria. También quisiera agradecer mis amigos arqueólogos, Ximena Power, Flavio Ardiles, Constanza Cortés y Halszka Paleszek, así como mis antropólogos sociales Andrea Molina, Juan Pablo Pinilla y Francisco Godoy, por la valiosa amistad que me brindaron en los días de clases, estudio, y distracción. Cada uno de los momentos que compartimos juntos estarán siempre atesorados en mi corazón.

Quisiera expresar, también, mi profunda gratitud a los profesores de la mención de Antropología Física. En especial a Eugenio Aspillaga, Rodrigo Retamal, Sergio Flores, Luis Flores, con quienes compartí de forma más cercana mis inquietudes como alumna a lo largo de mi formación profesional. Siempre mostraron una excelente disposición a acompañarme en mi espíritu de curiosa estudiante.

También quiero destacar el valioso apoyo de Macarena Oviedo, Guadalupe del Carmen, Y Jimena Cruz, por la generosa colaboración al acceso de las colecciones osteológicas en el Museo Gustavo Le Paige. Igualmente se agradece la simpatía, alegría y felicidad que irradiaban cada vez que compartimos el laboratorio durante la colecta de datos.

Finalmente, quisiera darles gracias a todos los integrantes de mi familia, mi padre Luis, a mis hermanos Ronald, Ricardo, Roxana, Luis y Muriel, por apoyarme en mi extraña y diferente elección de ser la Antropóloga Física de la familia.

Índice

ÍNDICE	3
I. INTRODUCCIÓN	5
II. ÁREA DE ESTUDIO: CARACTERIZACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y PALEOAMBIENTAL DE ATACAMA Y TARAPACÁ.....	8
II.I CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL ACTUAL	8
II.II RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL.....	13
III. ANTECEDENTES ARQUEOLÓGICOS Y BIOANTROPOLÓGICOS DE LAS TRANSICIONES AGROALFARERAS EN ATACAMA Y TARAPACÁ	19
III.I TRANSICIONES AGROALFARERAS EN ATACAMA	19
III.II TRANSICIONES AGROALFARERAS EN TARAPACÁ	26
III.III ANTECEDENTES BIOANTROPOLÓGICOS EN ATACAMA.....	35
III.IV ANTECEDENTES BIOANTROPOLÓGICOS EN TARAPACÁ	43
IV. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	48
IV.II JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	48
V. HIPÓTESIS	49
V.I HIPÓTESIS NULA: H0	49
V.II HIPÓTESIS BIOLÓGICA: H1 Y H2	49
VI. OBJETIVOS.....	52
VI.I OBJETIVO GENERAL.....	52
VI.II OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	52
VII. MATERIAL Y MÉTODOS.....	53
VII.I COLECCIONES OSTEOLÓGICAS DEL ÁREA DE ATACAMA.....	53
1. <i>SOLCOR 3</i>	54
2. <i>COYO 3</i>	57
3. <i>QUITOR 6</i>	58
4. <i>TOCONAO ORIENTE</i>	60
VII.II COLECCIONES OSTEOLÓGICAS DEL ÁREA DE TARAPACÁ.....	61

1. TARAPACÁ 40	62
2. PICA 8.....	63
VII.III MÉTODOS.....	65
1. Selección de la muestra.....	65
2. Estimación de Sexo.....	65
3. Estimación de Edad.....	65
4. Indicadores Dentales de Dieta.....	66
5. Indicadores Osteológicos de Estrés Ambiental	68
6. Análisis Estadístico.....	70
VIII. RESULTADOS	71
VIII.I COMPOSICIÓN DE LAS MUESTRAS: SEXO Y EDAD	71
VIII.II INDICADORES DENTALES DE DIETA	72
1. Caries Dentales.....	73
2. Desgaste Oclusal.....	79
3. Pérdida Dental Antemortem (AMTL).....	86
VIII.III INDICADORES DE ESTRÉS AMBIENTAL	91
1. Hipoplasias Lineares del Esmalte	92
2. Cribra Orbitalia	96
3. Hiperostosis Porótica	101
4. Correlación de los Indicadores de Estrés Ambiental.....	105
IX. DISCUSIÓN.....	109
IX.I IMPACTO BIOCULTURAL DE LAS TRANSICIONES AGROALFARERAS EN ATACAMA Y TARAPACÁ: LA PERSPECTIVA DESDE LA DIETA.....	110
1. Interpretación cultural de los datos	110
2. Interpretación ecológica de los datos	116
IX.II IMPACTO BIOCULTURAL DE LAS TRANSICIONES AGROALFARERAS EN ATACAMA Y TARAPACÁ: LA PERSPECTIVA DESDE EL ESTRÉS AMBIENTAL.....	118
1. Interpretación multifactorial de los datos.....	118
IX.III. ANÁLISIS INTEGRAL DE LOS DATOS: ECOLOGÍA, CULTURA Y CONDICIONES DE VIDA DE LAS POBLACIONES PASADAS.....	127
X. CONCLUSIONES	131
XI. BIBLIOGRAFÍA	133

I. Introducción

El Desierto de Atacama, localizado en el Norte de Chile, ha sido descrito como uno de los desiertos más áridos del mundo (Marquet et al. 1998, Núñez et al. 2010). Gracias a sus condiciones climáticas de temperatura y aridez extremas, este lugar se presenta como un ambiente hostil, con escasas precipitaciones anuales y amplias oscilaciones térmicas (Núñez 2007). Pese a ello, la existencia de diversos ecosistemas desérticos, determinados por las condiciones de altitud y humedad, ofrecen una amplia gama de recursos de flora y fauna en áreas como la costa Pacífica, los valles intermedios, los oasis, la pre-puna y la puna (Marquet et al. 1998, Rivera 1991). Estos ecosistemas ofrecieron un escenario favorable para la ocupación humana desde épocas muy tempranas, con dataciones que se remontan hacia el 11.000 antes del presente. (Núñez 2007).

Desde ese entonces, grupos prehispánicos que habitaron el Norte Grande de Chile fueron desarrollando diversas tecnologías que les permitieron explotar y sustentarse de estos ecosistemas desérticos desde la costa pacífica hasta la puna andina (Llagostera 2004, Núñez 2007). En este contexto de extremo desierto, estos grupos humanos desarrollaron diversas tradiciones culturales de tierra y mar, de costa, de valles y de puna, destacando su tecnología cerámica, materiales líticos, textilería, cestería etc. que dan cuenta de toda una vida fértil en este árido desierto (Ibíd).

Durante décadas, el estudio de estos materiales culturales ha permitido a los arqueólogos reconstruir la prehistoria del Norte Grande de Chile dando cuenta de transformaciones socioculturales que fueron caracterizando el surgimiento, apogeo y término de los diferentes Períodos definidos en secuencias crono-culturales. Así es como, en el área de Atacama, el Período Formativo fue definido por el proceso y consolidación de la domesticación de plantas y animales; el Período Medio fue caracterizado por la creciente interacción humana con grupos tiwanakotas del área circuntítica; y el Período Intermedio Tardío fue definido por los desarrollos regionales con el surgimiento de señoríos locales basados en las relaciones de prestigio y rango (Núñez 2007, Berenguer y Dauelsberg 1989, Shiappacasse et al. 1989).

Estas dinámicas de cambios y transformaciones socioculturales se establecieron de manera distintiva, relacionadas con la interacción humano-medioambiente como también

con los procesos de complejización social que vivieron las diversas poblaciones prehispánicas (Núñez 2007).

En relación a la interacción humano-medioambiente, el constante contacto de las poblaciones prehispánicas de la Puna de Atacama con guanacos y vicuñas tuvo como resultado la domesticación de estos camélidos silvestres, en asociación al desarrollo de un estilo de vida pastoril hacia fines del Período Arcaico y comienzos del Período Formativo (Cartajena et al. 2007, Núñez 2002, 2007).

Por su parte, las poblaciones del Período Formativo establecidas en el área de Tarapacá mantuvieron una interacción mucho más fluida y constante con grupos costeros, en virtud de los verdaderos corredores comunicacionales que unían las quebradas del interior con el mar Pacífico (Nuñez 1989). Incluso se ha postulado que fueron grupos de tradición marítima quienes se asentaron en los valles del interior, con la finalidad de diversificar su economía costera con una economía agroganadera (Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012).

En relación a los procesos de complejización social y transformaciones socioculturales, algunas de las dinámicas de cambio descritas para las áreas de Atacama y Tarapacá tuvieron relación con diferentes lógicas de interacción entre grupos locales y grupos foráneos. Ejemplo de ello fue la influencia Tiwanaku durante el Período Medio, donde la interacción entre grupos altiplánicos y grupos locales en los oasis atacameños se desarrolló de forma vigorosa, mientras que en las quebradas y oasis tarapaqueños la presencia altiplánica no registra una influencia significativa como para definir el desarrollo de un Período Medio en este lugar (Agüero y Uribe 2007). De esta manera, el surgimiento del Período Intermedio Tardío en Atacama y Tarapacá responde a diferentes propulsores de cambios socioculturales, constituyendo procesos distintivos de complejización social entre grupos Atacameños y Tarapaqueños (Uribe 2002, Agüero 2005).

En consideración a este escenario de cambios, diversos estudios alrededor del mundo demuestran que las transiciones crono-culturales a lo largo de la (pre)historia generan respuestas biológicas en las poblaciones humanas, las que se ven reflejadas sobre la biología esquelética y dental (Cohen y Armelagos 1984, Goodman et al. 1988, Larsen 1997, Steckel y Rose 2002). La transición de un estilo de vida cazador-colector a uno agricultor, por ejemplo, ha demostrado un impacto en la salud oral con una mayor frecuencia de patologías dentales como la caries, debido a una mayor ingesta de alimentos ricos en carbohidratos como una de las consecuencias en la producción de recursos agrícolas (Ortner 2003).

Asimismo, las condiciones ecológicas en las que se emplazaron las poblaciones pasadas también desencadenarían constantes ajustes fisiológicos como respuesta a los estresores ambientales, los que también podrían verse reflejados en la biología esquelética (Ortner y Schutkowski 2008).

Esta conjugación de aspectos culturales (transiciones cronológicas) y ambientales (condiciones ecológicas) es abordada en el concepto *biocultural*. Esta aproximación ha sido utilizado para comprender determinadas respuestas biológicas a través de estudio de determinados indicadores esqueléticos, entre los cuales se destacan los indicadores de dieta y estrés ambiental, en una muestra poblacional dentro de un período de tiempo, en un determinado contexto sociocultural y un ambiente determinado (Goodman et al. 1988, Larsen 1997).

La presente investigación pretende evaluar el impacto biocultural que significaron las transiciones agroalfareras en dos áreas cultural y ecológicamente diferenciadas dentro de un ambiente de desierto: los oasis del Salar de Atacama y la quebrada y oasis de Tarapacá. Para este fin, se analizaron indicadores de dieta y de estrés ambiental en material bioantropológico procedente de estas dos áreas de estudio. En Atacama se evaluó la transición del Período Medio al Período Intermedio Tardío mientras que en Tarapacá se evaluó la transición del Período Formativo al Período Intermedio Tardío. Estos indicadores fueron estudiados comparativamente para evaluar las respuestas biológicas de las poblaciones atacameñas y tarapaqueñas a un nivel geográfico, entre dos áreas ecológicamente distintivas, y a un nivel cultural, entre dos tradiciones culturales con diferentes dinámicas de cambio y transformación en las transiciones agroalfareras descritas para Atacama y Tarapacá.

II. Área de Estudio: Caracterización Medioambiental y Paleambiental de Atacama y Tarapacá

Las áreas de Atacama y Tarapacá poseen características ecológicas diferenciadas con la presencia de una flora y fauna muy distintivas. Este capítulo revisa las características de los ecosistemas desérticos actuales de ambas áreas, para después ir reconstruyendo las condiciones paleoclimáticas que vivieron las poblaciones prehispánicas atacameñas y tarapaqueñas. Esta contextualización nos permite entender la oferta económica, entendida como el acceso a los recursos disponibles, así como la presión de factores ambientales que pudieron generar condiciones de estrés a la población local.

II.I Caracterización Ambiental Actual

Emplazado entre las latitudes 19° y 28° S al sur del mundo, el Desierto de Atacama se caracteriza por poseer condiciones de temperatura y aridez extremas (Marquet et al 1998, Costa 1999). Las principales causas que generarían estas condiciones desérticas serían la interacción sinérgica entre el anticiclón del Pacífico, la corriente fría de Humboldt y el efecto “sombra de lluvia” producido por el macizo andino (Marquet et al. 1998, Messerli et al. 1993, Latorre et al. 2003). La fisiografía de esta región está compuesta por la plataforma costera, la cordillera de la costa, la depresión intermedia o pampa y la cordillera de los andes, las que se sitúan en sentido altitudinal de Oeste a Este (Marquet et al. 1998).

El clima de esta región está dividido en las categorías de: *desértico costero*, que presenta una temperatura media anual de aproximadamente 17°C, precipitaciones casi nulas y una oscilación térmica baja debido a la influencia marítima; *desértico normal*, que se caracteriza por poseer oscilaciones térmicas extremas (de -10° a 25°C), con un régimen de pluviosidad casi inexistente; y finalmente el clima *desértico de altura* (sobre 2500 m.s.n.m.), con la presencia de precipitaciones esencialmente en verano, con un régimen de 100 a 200 mm anuales (Messerli et al. 1993); (ver Figura 1).

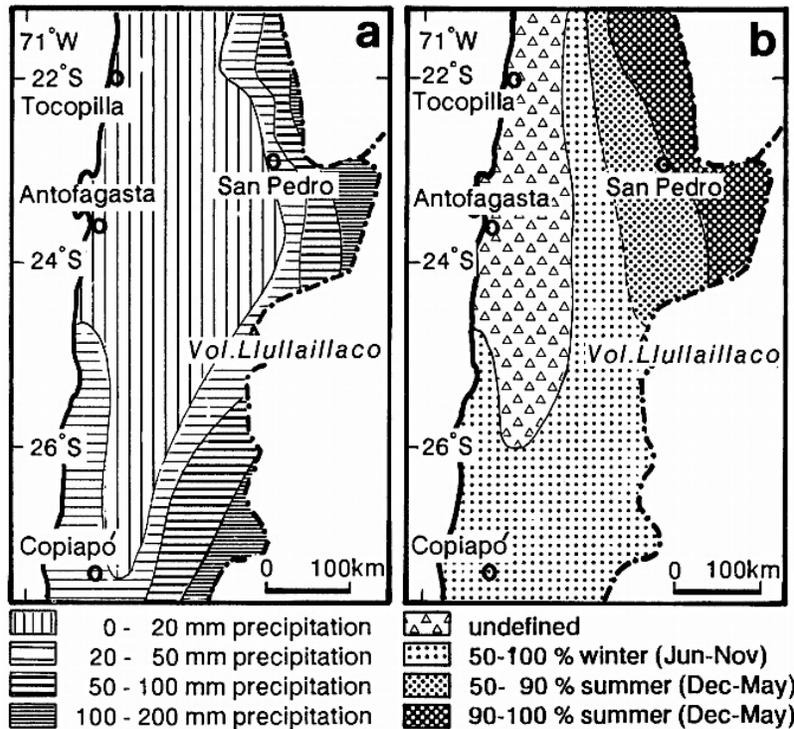


Figura 1. Ciclo del agua en el Desierto de Atacama, mostrando a.- el promedio anual de precipitaciones, b.- la distribución estacional de dicho promedio anual (adaptado de Messerli et al. 1993).

Respecto a la caracterización de los ecosistemas del desierto, Marquet y colaboradores (1998) diferencian tres ecosistemas según el régimen de precipitaciones y aporte hídrico, bien como la vegetación y la fauna dominante.

El primero, en función a la gradiente altitudinal, es el *Ecosistema de Lomas*, con una humedad relativa muy alta gracias a la presencia de *camanchacas*, correspondiente a masas de aire que van hacia el continente debido a la influencia de la corriente fría de Humbolt. La vegetación que más caracteriza a este ecosistema está representada por líquenes, herbáceas, arbustos, cactáceas y bromeliáceas, las que crecen sobre el perfil de la cordillera de la costa con un rango altitudinal entre 300 a 800 m.s.n.m. (Rundel y Mahu 1976 en Marquet et al. 1998).

Luego le siguen los *Ecosistemas Riparianos*, que corresponden a zonas de ecotono, o zonas de transición entre un ecosistema y otro, y son dependientes de la existencia de cursos fluviales (Malason 1993 en Marquet et al. 1998). Estos ecosistemas funcionan como corredores de flora y fauna nutridos por el curso del río, y por lo general, son áreas donde se concentra la actividad agropecuaria (Forman y Gordon 1986 en Marquet et al. 1998).

Por último se encuentra el *Ecosistema de Puna*, situado sobre los 3.500 m.s.n.m. con precipitaciones variables y escasas (alrededor de los 100 a 200 mm) concentrándose principalmente en verano. La vegetación está compuesta por arbustos pequeños de formación abierta como lo son las vegas y bofedales, y poseen mucho valor económico ya que representan un importante sustento de forraje para camélidos silvestres (vicuña y guanaco) y domesticados (llama y alpaca). Las temperaturas llegan hasta los -15° o -20° en el invierno, impidiendo otra actividad que no sea el pastoreo estacional, con excepción de algunos sitios privilegiados a menor altura donde se cultiva quínoa (Niemeyer 1989).

De acuerdo a estas clasificaciones de los ecosistemas desérticos, las áreas de estudio se ajustan dentro del Ecosistema Ripariano (Tarapacá) y del Ecosistema de Puna (Atacama). No obstante, Villagrán y Castro (2012) describen en mayor detalle pisos ecológicos altoandinos (Ecosistema de Puna) en relación a su gradiente altitudinal, precipitaciones y distribución de flora y fauna, cuyas características resultan relevantes para este estudio. De acuerdo a estas autoras, las precipitaciones en los pisos ecológicos altoandinos aumentan conforme a la altura: entre 2.000-3.000 m.s.n.m. reciben en promedio entre <10-50 mm/ anuales; entre los 3.000-4.000 m.s.n.m. aumentan entre 50-150 mm/ anuales; y sobre los 4.000 m.s.n.m. las precipitaciones llegan a los 200 mm/anuales (Villagrán y Castro 2012). De esta forma, la riqueza de la flora y fauna está determinada en relación a la altitud, por la zonación de las precipitaciones, como también por la variación de la temperatura. Los valores mínimos, tanto de la cobertura vegetal como del número de especies, se encuentran en el piso prepuneño (2.000-3.000 m.s.n.m.) y en el piso altoandino (más de 4.000 m.s.n.m.); en cuanto los valores máximos se encuentran en el piso puneño (3.000-4.000 m.s.n.m.) (Ibíd.).

Sin embargo, en las áreas de pre-puna existen algunas zonas fértiles con amplia cobertura vegetal, como oasis y quebradas, que son sustentadas gracias al aporte hídrico de cursos fluviales cordilleranos.

Específicamente en el área de Atacama se encuentra el oasis de San Pedro de Atacama emplazado a una altitud de 2500 m.s.n.m., favorecido por un clima benigno para la mantención de la agricultura y la ganadería. En este lugar desembocan ríos (como el San Pedro y el Vilama), así como afluentes subterráneos, aportando recursos hídricos indispensables para la subsistencia humana (Núñez 2007). El paisaje vegetal está constituido por poblados de flora arbustiva como el checal (*Fabiana densa*), la lejiá (*Baccharis boliviensis*), la rica-rica (*Acantholippia punensis*), la petaloxa (*Franseria meyeniana*), el cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*) y la brea (*Tessaria absinthioides*), como

también por árboles como el chañar (*Geoffroea decorticans*), el algarrobo (*Prosopis chilensis*) y el tamarugo (*Prosopis tamarugo*). Las cactáceas también representan una parte importante de la vegetación en esta área, destacando el cactus candelabro conocido como cardón (*Trichocereus atacamensis*) (Niemeyer 1989, Marquet et al. 1998), utilizado tanto para consumo (fruto) como para material de construcción. Dentro de la fauna presente destacan los camélidos silvestres: el guanaco (*Lama guanicoe*), la vicuña (*Vicugna vicugna*), los camélidos domesticados: la llama (*Lama glama*) y la alpaca (*Vicugna pacos*); la chinchilla (*Chinchilla brevicaudata.*), la vizcacha (*Lagidium viscacia*), el suri o ñandú de la puna (*Pterocnemia pennata*) y la parina o flamenco (*Phoenicopterus chilensis*).

Por su parte, el área de Tarapacá incluye sectores dentro un amplio rango de altitud distribuidas entre los 0 a los 5000 m.s.n.m., situación que influencia considerablemente la variación de flora y fauna. En este lugar se encuentra la Pampa del Tamarugal que se extiende desde la quebrada de Tana (por el norte) hasta el río Loa (por el sur), en una longitud cercana a 300 km y un ancho medio de 30 km. (Niemeyer 1989). La Pampa del Tamarugal corresponde a una gran fosa tectónica, rellena por sedimentos cuaternarios que fueron aportados por una serie de quebradas andinas, destacando la quebrada de Aroma, Tarapacá, Seca, Quipisca, entre otras (Gayo et al. 2012). Esta pampa representa la baja elevación del desierto de Atacama con precipitaciones prácticamente ausentes (< 1 mm de promedio anual), pero con importantes aportes hídricos entregados por la napas freáticas (subterráneas) y por los ríos de quebradas que traen las aguas de lluvias estivales altiplánicas (Ibíd). A expensas de estas napas freáticas se sustentan grandes extensiones de bosques de tamarugo y de algarrobo, siendo una característica que las cataloga como especies arbóreas freatófitas¹. En tanto las napas freáticas representan aportes hídricos relativamente constantes, las aguas del curso fluvial quebradeño, por su parte, son de carácter más estacional, aumentando su caudal durante la época del invierno boliviano (Núñez 1979). Esto último reactivaría aún más el florecimiento de recursos forestales (tamarugo y algarrobo), favoreciendo las condiciones de humedad para la actividad agrícola y ganadera (Ibíd).

Sectores como la quebrada de Tarapacá y los oasis de Pica y Matilla, presentan las características anteriormente descritas, con un régimen hídrico óptimo que genera un excelente clima para la agricultura (Niemeyer 1989). Sin embargo, pese a las grandes

¹ Se denominan árboles freatófitos aquellos que se nutren de las aguas de napas freáticas.

extensiones de bosques de tamarugo y algarrobo, las pampas del interior presentan una baja diversidad de fauna local debido a las condiciones más desérticas, predominando algunas especies como el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus andinus*), el zorro gris (*Lycalopex griseus*) y ciertos tipos de roedores y lagartos (Marquet et al. 1998).

A modo de síntesis la Tabla 1 exhibe, comparativamente, las principales diferencias ecológicas entre ambas áreas de estudio.

Tabla 1. Cuadro comparativo de los ecosistemas desérticos en ambas áreas de estudio.

Período	Atacama	Tarapacá	Referencias
Ecosistema Desértico	Puna	Ripariano	Marquet et al. 1998
	Régimen pluvial de 200 mm. promedio anual con aportes hídricos del invierno boliviano y deshielos cordilleranos. Mayor diversidad de fauna en las vegas y bofedales. Importante pastoreo de llamas en áreas cordilleranas. Presencia de oasis aptos para la agricultura. Menor presencia de quebradas	Ausencia de precipitaciones con <1 mm. de promedio anual, pero con aportes hídricos de napas subterráneas. Menor diversidad de fauna y escasa presencia de llamas. Extensos bosques de tamarugal y algarrobo. Presencia de quebradas y oasis intermedios propicios para las actividades agrícolas.	Misserli et al. 1993 Gayo et al. 2012

El escenario climático moderno se establecería después del 3000 AP, momento en que se instauraría el régimen actual de precipitaciones, y consecuentemente, la formación de los ecosistemas presentes en el Desierto de Atacama (Grosjean et al. 1995, Grosjean et al. 2001, Núñez et al. 2002, Moreno et al. 2009, Marquet et al. 1998). No obstante, estas condiciones ambientales sufrieron importantes variaciones a lo largo del Holoceno, afectando también los patrones de asentamiento, movilidad y uso de recursos por parte de los grupos humanos que se establecieron en este punto del globo (Núñez et al. 1997). Comprender este escenario paleoambiental de las área de estudio es fundamental para

interpretar indicadores esqueléticos que puedan estar respondiendo a estresores ambientales.

II.II Reconstrucción Paleoambiental

Las condiciones paleoclimáticas a las que estuvieron sujetas las poblaciones prehispánicas establecidas en los oasis del Salar de Atacama y en el área de Tarapacá estuvieron dadas por variaciones en los niveles de humedad y temperatura a lo largo de todo el Holoceno (Grosjean et al. 2007, Maldonado y González 2012). Sin embargo, para el contexto paleoambiental del presente estudio, se describe el Holoceno Tardío y el establecimiento del clima moderno actual de los últimos 3.000 años, que representa el período de tiempo en el cual se desarrollaron las poblaciones bajo estudio.

En la puna de Atacama, el establecimiento del clima moderno (Holoceno Tardío) estaría dado por una serie de impulsos de humedad fluctuante con períodos de sequedad, enfatizándose la naturaleza oscilante de esta transición. A partir del régimen hidrológico del río Puripica, se muestran cambios poco después del 3.100 ± 70 AP, sugiriendo un desagüe mayor que trajo consigo un aumento en la densidad vegetal (Grosjean et al. 1995). El clima pasaría a ser más húmedo con un régimen de precipitaciones similares a las actuales (<200 mm por año). Las lluvias estivales habrían favorecido la concentración de recursos en las tierras altas permitiendo la cacería de herbívoros, avifauna y roedores, mientras que los desagües fluviales y aguas subterráneas concedieron espacios vitales para la caza y la recolección de vegetales en sectores piemontanos (Núñez y Grosjean 1994). El establecimiento del clima moderno hacia el Holoceno Tardío estuvo asociado con el inicio de la domesticación de camélidos silvestres en la Puna de Atacama (Núñez 2005), sentando las bases del desarrollo de una vigorosa cultura pastoralista póstumo a los 3.000 AP.

En relación al área de Tarapacá, recientes evidencias paleoecológicas han sido obtenidas en el Salar del Huasco, Pozo Almonte, la quebrada de Tarapacá (Peña y Maldonado 2010, Maldonado y González 2012), y la quebrada Maní (Gayo et al. 2012).

Por su parte, Maldonado y González (2012) tomaron muestras de polen fósil procedentes de diversas paleomadrigeras de roedores encontradas en el Salar del Huasco y Pozo Almonte a niveles altitudinales de 3750 m.s.n.m. y 3500 m.s.n.m. respectivamente, las que proporcionaron información suficiente para reconstruir un escenario paleoambiental

del Holoceno Temprano, Medio y Tardío. En correspondencia a lo ocurrido en la puna atacameña, hacia el 10000 AP (Holoceno Temprano) existirían condiciones más húmedas que las actuales, con una vegetación mixta entre el Tolar y el Pajonal, de acuerdo a los espectros polínicos de las áreas en estudio. Igualmente existiría una fase seca durante el Holoceno Medio (6000 al 3300 AP) asociado a un descenso en el régimen de pluviosidad, seguido de un importante aumento de humedad a partir del 2400 AP (Holoceno Tardío).

Posterior al 1000 AP, los taxas vegetales registradas indican una fase de transición más árida, para instaurarse un aumento del piso desértico en los últimos 500 años, situación relacionada a un descenso en la disponibilidad de recursos hídricos (Maldonado y González 2012).

Al compararse estos datos con la evidencia arqueológica disponible (ver Figura 2), es posible apreciar una concomitancia entre los primeros registros de una fase húmeda en el Holoceno Tardío y el establecimiento de las prácticas agrícolas durante Período Formativo (2.500 -1000 AP). Sin embargo, el inicio del Período Intermedio Tardío (1000-0 AP) estuvo marcado por una nueva fase más árida, congruente con un abandono de las aldeas en la Pampa, las que se relocalizarían en lugares de mayor altitud (Ibíd.)

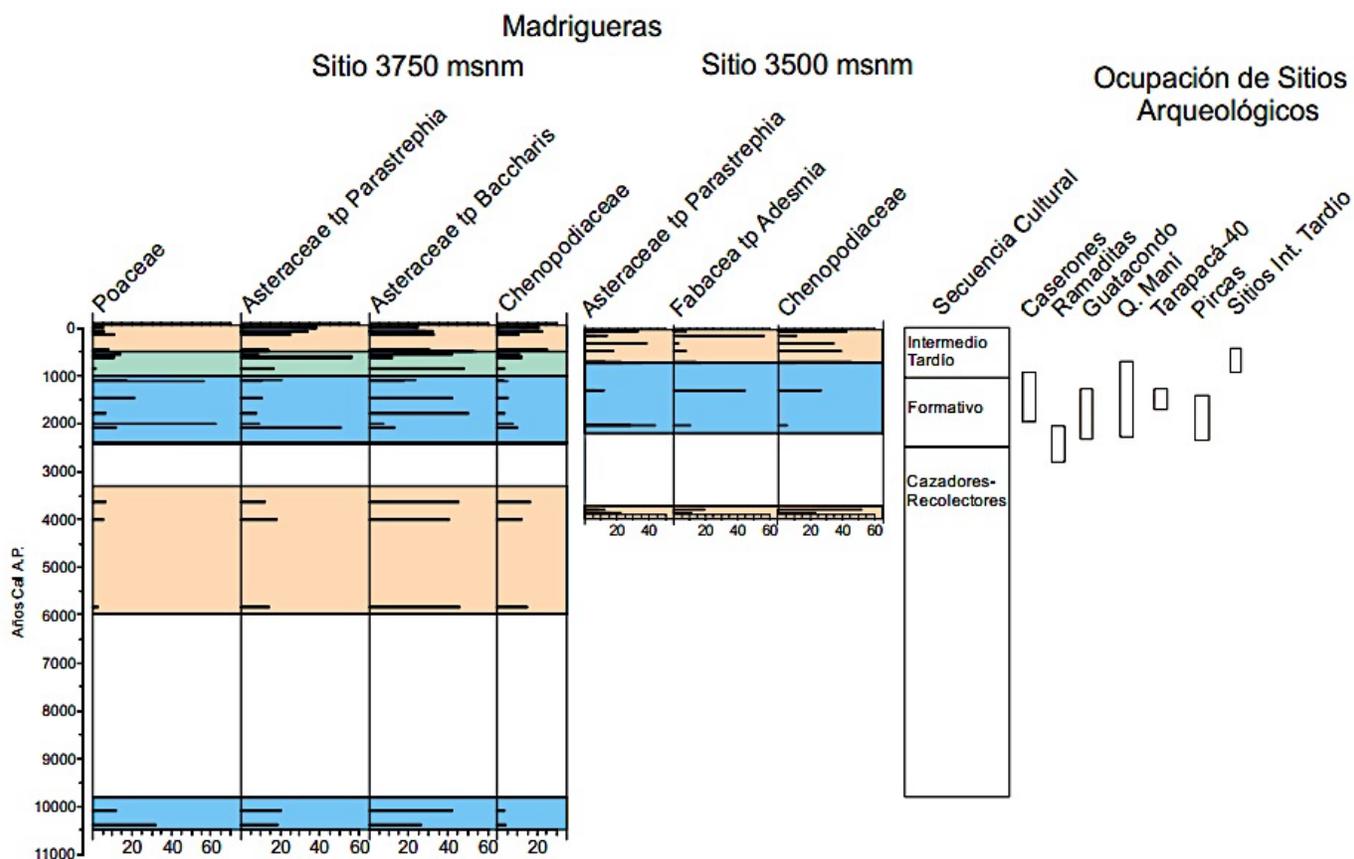


Figura 2. Diagramas polínicos de los sitios de paleomadrigueras y su comparación con el rango temporal de los períodos culturales. El color azul indica humedad, el color verde indica menor humedad, y el color anaranjado indica condiciones de aridez (adaptado de Maldonado y González 2012).

A modo de síntesis, podemos advertir que los registros paleoambientales en Atacama y en Tarapacá nos informan de un Holoceno con similares ápices e humedad y sequedad. El Holoceno Temprano estaría representado por condiciones de mayor pluviosidad y humedad, para luego establecerse un Holoceno Medio extremadamente árido con eventuales tormentas, y finalmente instaurarse un Holoceno Tardío definido por un incremento en la humedad con un patrón de precipitaciones de 200 mm que caracteriza las condiciones climáticas actuales.

Núñez et al. (1997) menciona que el aumento en la humedad alrededor del 3000 AP es un fenómeno que ocurrió de manera sincrónica tanto en el lago Titicaca (24° S) como en los Andes Argentinos (32-35° S), representando un aspecto paleoambiental macro regional. Este fenómeno guardaría especial correlación con las primeras innovaciones formativas agropastoralistas en los Andes Centro Sur y Meridionales (Núñez 1992), consistente con lo observado por Núñez (2005) en Atacama y por Maldonado y González (2012) en Tarapacá.

Sin embargo, recientes investigaciones enfocadas en conocer las condiciones climáticas a lo largo del Holoceno Tardío, mostraron un escenario con mayores fluctuaciones de humedad en las áreas de menor altitud. Gayo y colaboradores (2012) presentan evidencias de las variaciones hidrológicas de los últimos 2500 AP provenientes de la baja elevación del Desierto de Atacama (2000 m.s.n.m.), entregando nuevos datos sobre las condiciones paleoambientales de la Pampa del Tamarugal.

Estos investigadores utilizaron evidencias paleoecológicas y culturales procedentes de la Quebrada Maní, destacando los depósitos orgánicos de roedores en el caso de las primeras, y los microfósiles de plantas asociadas a sitios arqueológicos en el caso de las segundas. Los resultados aluden a tres lapsos de tiempos en los cuales habría una “anomalía hidroclimática positiva”, ocurridos entre el 2.500–2.040, el 1.615–1.350 y el 1.050–680 (cal AP) en la Pampa del Tamarugal. Estas anomalías serían cambios hidroclimáticos asociados a mayores condiciones de humedad, coincidentes con otros registros en la ladera andina oeste, apuntando a la existencia de importantes eventos

pluviales regionales. Específicamente, durante el lapso temporal entre el 1050 y el 680 cal AP, habría un incremento en la actividad biológica y agrícola en la Quebrada Maní debido a una mayor cobertura vegetal evidenciada en las paleomadrigueras de roedores y una intensiva labor agrícola testimoniada por los grandes campos de cultivos prehispánicos. Análisis preliminares de fragmentos cerámicos asociados a estos campos de cultivos establecerían un vínculo temporal y cultural con el complejo Pica-Tarapacá (Período Intermedio Tardío), asociado a poblaciones agricultoras existentes entre el 1050 y el 500 AP (Uribe et al. 2007). Lo anterior supondría la existencia de patrones hidrológicos exorreicos que mantuviesen estas grandes áreas de cultivo, consistente con el extenso registro de bosque de *Prosopis* sp. en la Pampa del Tamarugal (Gayo et al. 2012).

De igual manera, aunque a una escala temporal anterior, los vestigios arqueológicos encontrados en el sitio Ramaditas (Período Formativo) también supondría una importante disponibilidad de agua para la actividad humana, dada la ocupación continua de este sitio entre el 2500 y el 2040 cal AP.

El aumento de la disponibilidad de agua superficial, detectado en la Quebrada Maní entre los años 2500-2040, 1615-1350 y 1050-680 cal AP, sería interpretado como el resultado de eventos pluviales prolongados en la Sierra Moreno y en el centro de los Andes, a la par de fenómenos climáticos registrados en el viejo mundo situados en similares intervalos de tiempo: el inicio del Período Cálido Romano (RWP), la transición de este Período al Período Frío de la Edad Oscura (DACP) y la Anomalía Climática Medieval (MCA)². Estas variaciones hidroclimáticas en la baja elevación del Desierto serían congruentes con el aumento numérico de sitios en diferentes lugares de Atacama, concomitante a una intensificación de las actividades de subsistencia así como un incremento en la densidad poblacional (Ibíd.).

Sin embargo, los estudios de Maldonado y González (2012), y Gayo et al. (2012), presentan datos congruentes y discrepantes en relación a las condiciones de sequedad y humedad que caracterizarían al Holoceno Tardío. Si bien ambos equipos de trabajo realizan sus estudios en áreas localizadas a diferentes niveles altitudinales (3500/3750 m.s.n.m. y 2000 m.s.n.m. respectivamente), y con distintas evidencias paleoecológicas,

² Siglas en inglés y sus rangos temporales; RWP = Roman Warm Period (2.200–1.500 cal yr BP), DACP = Dark Ages Cold Period (DACP; 1.500–1.000 cal yr BP), MCA = Medieval Climate Anomaly (CA; 1050–600 cal yr BP).

sus investigaciones muestran un escenario climático contrastante para el Holoceno Tardío.

Observando los diagramas polínicos en asociación a los períodos culturales de la Figura 2, Maldonado y González (2012) argumentan mayores condiciones de humedad entre el 2.500 y el 1.000 AP, concordante con los dos primeros intervalos temporales (2.500-2.040, 1.615-1.350 AP) de variaciones hidroclimáticas presentado por Gayo et al. (2012). Sin embargo, hacia el primer milenio antes del presente, los indicadores paleoclimáticos que muestran Maldonado y González (2012) aluden a una fase de transición más árida, para luego establecerse condiciones absolutamente desérticas en los últimos 500 años. Diferente de lo anterior, Gayo y colaboradores (2012) registraron un aumento en las condiciones de humedad dentro de un agrupamiento de fechas que abarcan el 1.050 hasta el 680 AP debido a eventos pluviales prolongados en la Sierra Moreno.

Si bien Gayo et al. (2012) mencionan que es necesario más estudios en relación a los aportes hídricos de los glaciares de la Sierra Moreno, habría un importante punto de discrepancia con Maldonado y González (2012) en una escala de tiempo de 500 años, así como con Grosjean y equipo (2001) en una escala de tiempo de 3000 años. En este último caso, Grosjean et al. (2001) apoyan la idea de condiciones de mayor aridez en las bajas altitudes del Desierto de Atacama con flujos de agua provenientes sólo de los grandes desagües de la cordillera de los Andes y/o por sus afluentes subterráneos (Grosjean et al. 2001), sin considerar la existencia de patrones exorreicos de otras áreas geográficas (como la Sierra Moreno) que estuviesen nutriendo las bajas altitudes proporcionando mayores condiciones de humedad.

Posiblemente los estudios realizados por estos equipos de trabajos (Gayo et al. 2012, Maldonado y González 2012, Grosjean et al. 2001), muestren diferentes niveles de temperatura y humedad en el Holoceno Tardío tanto por las distintas cotas altitudinales de donde fueron extraídas las muestras, como también por los diferentes indicadores utilizados para reconstruir los escenarios paleoambientales. Betancourt et al. (2002) ya advertía importantes discrepancias en las reconstrucciones paleoclimáticas realizadas en diferentes puntos de los Andes. Aunque la escala temporal utilizada por Betancourt y colaboradores (2012) es de mayor envergadura, las causas de estas diferencias serían las mismas, explicadas por la distinta sensibilidad que los indicadores paleoecológicos que puedan evidenciar en relación a las condiciones paleoambientales (Betancourt et al. 2002).

Haciendo un balance de las condiciones ecológicas y paleoambientales distinguidas en Atacama y Tarapacá, es posible advertir ecosistemas diferenciados y variaciones de humedad distintas en los últimos 3000 años. La Tabla 2 exhibe, comparativamente, las principales diferencias y similitudes en ambas áreas de estudio.

Tabla 2. Cuadro comparativo de los cambios climáticos durante el Holoceno en Atacama y Tarapacá.

Período	Atacama	Tarapacá	Referencias
Holoceno Tardío	3.000-0 AP	2.500-0 AP	Grosjean et al. 2001
	Establecimiento del clima moderno a partir del 3000 AP con un régimen pluvial de 200 mm anuales.	Variaciones hidroclimáticas con fases húmedas y áridas en los últimos 2.500 años AP	Maldonado y González 2012 Gayo et al. 2012

Una vez contextualizado el escenario (paleo)ambiental, pasaremos a revisar los procesos culturales que caracterizaron la prehistoria de Atacama y de Tarapacá desde el inicio de la agricultura hasta el Período de los Desarrollos Regionales, para caracterizar los procesos de cambio y transformaciones que fueron definiéndose en cada área de estudio, que estarían potencialmente influenciando diferencias en las condiciones de dieta y estrés ambiental de las muestras bioantropológicas analizadas.

III. Antecedentes arqueológicos y bioantropológicos de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá

Pese a las diferencias en los estudios sobre las variaciones de humedad de los últimos 3.000 años en Atacama (Grosjean 2001) y de los últimos 2.500 años en Tarapacá (Maldonado y González 2012, Gayo et al. 2012), existe un consenso en que el inicio del Holoceno Tardío estaría dado por un aumento del régimen pluvial. Lo anterior habría generado un aporte hídrico fundamental para favorecer la experimentación con cultígenos, representando la génesis de una importante transformación socioeconómica en las poblaciones prehispánicas del Desierto de Atacama (Núñez y Grosjean 2003, Núñez et al. 1997, Nuñez et al. 2010). Así es como este escenario marcó el inicio del Período Formativo, caracterizado por la incorporación de la agricultura y la ganadería dentro de un sistema de subsistencia de producción (Núñez 2007). Esta dinámica operó distintivamente en Atacama y Tarapacá de acuerdo a las diferentes condiciones ecológicas bióticas y abióticas, como también por las distintas interacciones socioculturales con grupos adyacentes (Sur de Bolivia, Noroeste de Argentina, y de la costa Pacífica). Esto también explicaría las fuerzas de cambio y transformación que vienen a caracterizar los sucesivos períodos cronológicos en dichas áreas (Período Formativo, Medio e Intermedio Tardío), particularizando los fenómenos de complejidad social que fueron definiendo a los grupos atacameños y tarapaqueños.

En este capítulo revisaremos los antecedentes arqueológicos que caracterizan las transiciones agroalfareras del Período Medio al Período Intermedio Tardío en Atacama, así como del Período Formativo al Período Intermedio Tardío en Tarapacá, generando un cuadro comparativo en ambas áreas de estudio. Luego, se expondrán los antecedentes bioantropológicos existentes para dichas transiciones cronológicas.

III.I Transiciones Agroalfareras en Atacama

El Período Medio en San Pedro de Atacama ha sido definido por su integración a la órbita expansiva de Tiwanaku (500-900 d.C.) (Berenguer y Dauelsberg 1989). La vigorosa influencia cultural de Tiwanaku sobre la cultura local atacameña, estuvo bien representada por una serie de materiales arqueológicos cargados de iconografía

chamánica, demostrando una hegemonía político-religiosa de los señores del lago sagrado (o Titicaca). Estas evidencias fueron interpretadas como una gran prosperidad económica y cultural a partir de la majestuosidad y suntuosidad de la materialidad arqueológica (Orellana 1984, Thomas et. al. 1985, Berenguer y Dauelsberg 1989, Rivera 1991, Berenguer 2000, Costa et. al. 2004, Núñez 2007). Entre los elementos diagnósticos que han permitido la identificación de la influencia Tiwanaku en el área sanpedrina, se destaca el complejo alucinógeno, constituido por tabletas y tubos inhalatorios de gran variabilidad (Llagostera et al. 1988). La textilería, representada por gorros, sombreros, camisas y tejidos mortuorios, también ilustra una potente iconografía del centro altiplánico (Oakland 1992, Torres y Conklin 1995, Torres 2004). Otros materiales, que igualmente han sido utilizados como evidencia diagnóstica, están conformados por los estilos cerámicos negro pulido y casi pulido (Berenguer et al. 1986, Tarragó 1989, Berenguer y Dauelsberg 1989), y artefactos de metal como placas pectorales, kiaras y pulseras (Thomas et. al. 1985, Berenguer y Dauelsberg 1989, Uribe y Agüero 2004, Núñez 2007).

El énfasis en seres míticos y sobrenaturales representados en la iconografía tiwanakota denota un incuestionable trasfondo chamánico y ritual, implementando un nuevo sistema de creencias y religiosidad (Berenguer y Dauelsberg 1989). Este manejo ideológico no sólo se fundaría en propósitos identitarios, sino que también en propósitos políticos y económicos, instaurando un orden social basado en una arbitraria y creciente diferenciación social. De acuerdo a Berenguer y Dauelsberg (1989: 137), *“el notable incremento del material simbólico sería señal inequívoca de que los resortes ideológicos que comenzarían a ser progresivamente requeridos para legitimar aspectos como la desigual distribución de la riqueza, las diferencias de clase y el orden divino de la autoridad”*. En consecuencia, la estratificación social al interior de las poblaciones de los oasis se haría más evidente, observándose una clara heterogeneidad en relación a las ofrendas y bienes de prestigio (o *estatus*) dentro de los contextos funerarios. Así lo constata Bravo y Llagostera (1986), quienes identifican cuatro patrones de entierro dentro del cementerio Solcor 3 (A, B, C y D), destacando el patrón B con numerosos elementos alucinógenos (tabletas y tubos) cargados de motivos Tiwanaku, representando, muy probablemente, la existencia de una Élite que tendría estrechos vínculos con el centro altiplánico. Dentro de las conclusiones que presentan los autores, destacan que *“la población humana del patrón B debió funcionar como un puente de acceso para la introducción de ideas, cultos y motivos Tiwanaku en la población local atacameña”* (Bravo y Llagostera 1986:331). En función a este patrón B, y a la temática temporal Tiwanaku, se

definen los otros patrones de este sitio en donde el patrón D representaría las filiaciones tempranas con el centro altiplánico (con fechados de 560 d.C.), en cuanto el patrón A y C evidenciarían una fase más tardía de la influencia Tiwanaku. Formas cerámicas más tardías del Negro Pulido Clásico estarían asociadas al patrón A, en cuanto el estilo cerámico Dupont estaría vinculado al patrón C (Llagostera y Bravo 1986). Cabe mencionar que los fechados obtenidos para el patrón C datan del 850 d.C., dando mayor soporte a esta fase más tardía de la influencia Tiwanaku en el cementerio Solcor 3.

La manera en cómo Tiwanaku articuló su influencia dentro de los oasis atacameños ha generado álgidos debates entre los arqueólogos desarrollándose dos líneas interpretativas: una colonialista (Benavente y Massone 1985, Oakland 1992, Kolata 1993) y otra localista (Berenguer y Dauelsberg 1989, Llagostera 1996, Uribe y Agüero 2004, Torres 2002, Knudson 2007). Por un lado, Benavente y Massone (1985) postulan una influencia directa a través del establecimiento de colonias *tiwanakotas* en San Pedro de Atacama, producto del proceso expansivo del centro altiplánico que tendría un carácter más bien religioso (Menzel 1964, en Berenguer y Dauelsberg 1989). Esta hipótesis estaría sostenida por Oakland (1992) y Kolata (1993) quienes mantienen que la influencia Tiwanaku sería establecida por la presencia física de individuos provenientes del altiplano Boliviano, avalado principalmente por el tipo de evidencia textil presente en cementerios del área atacameña: *“given the richness, complexity, and beauty of these distinctive textiles, the dead entombed in the Coyo cemetery were most likely themselves Tiwanaku Elitee dispatched to the Atacama region as representatives of the State.”*³ (Kolata 1993b: 277). Sin embargo, el rol pasivo de los grupos atacameños, como receptores de la cultura Tiwanaku según el modelo colonialista, fue cuestionado por otra línea interpretativa que otorga mayor importancia a las jefaturas locales (Berenguer y Dauelsberg 1989, Uribe y Agüero 2004). En esta otra perspectiva, las Élite atacameñas serían las reguladoras de esta influencia altiplánica utilizando bienes de prestigio (metales y piedras preciosas) como la “moneda de cambio” para el trueque de diversos artefactos permeados de iconografía Tiwanaku con las jefaturas del *circum* Titicaca (Berenguer y Dauelsberg 1989, Llagostera 1996). Esto explicaría la penetración ideológica de Tiwanaku sobre la población sanpedrina, dando más énfasis a la dinámica local de integración.

³ Dada la riqueza, complejidad y belleza de estos tejidos distintivos, los individuos enterrados en el cementerio de Coyo fueron seguramente miembros de la Élite Tiwanaku, enviados a la región de Atacama como representantes del Estado.

En relación a esto, Berenguer y Dauelsberg (1989) teorizan la existencia de cuatro sectores sociales dentro del perfil local, 1) un sector local conservador (sin influencia Tiwanaku aparente), 2) un sector local con influencia Tiwanaku representado por las Élités en ascenso y aculturación, 3) un sector foráneo vinculado a Tiwanaku, y por último, 4) un sector foráneo representante de la autoridad altiplánica. Este planteamiento se fundaría en la distribución, asociación y calidad de los materiales presentes en los sitios Solcor 3, Coyo 3 y Coyo Oriental, destacando tumbas con individuos asociados a objetos de origen local, junto a individuos asociados a tejidos tiwanakotas y artefactos del complejo alucinógeno (Bravo y Llagostera 1986, Costa y Llagostera 1994, Uribe y Agüero 2004).

Knudson (2007) pone a prueba ambos modelos (colonial y local) a partir de señales isotópicas existentes en los restos óseos humanos de los cementerios Coyo 3, Coyo Oriental y Solcor 3. La autora realizó comparaciones de las señales químicas de estroncio en dientes y huesos del postcráneo⁴, de acuerdo a la siguiente premisa: los valores de estroncio de las piezas dentales de un individuo representaría una señal química de las primeras etapas de su vida, indicando su origen; mientras que los valores de estroncio de los huesos del postcráneo del mismo individuo representaría una señal química de sus últimos 8 a 10 años de vida, indicando su movilidad en caso que los valores difieran de la señal química del diente. Esta premisa permitiría verificar la procedencia de los individuos enterrados en los cementerios asociados al Período Medio en San Pedro de Atacama, y testear la instalación de colonias. Los resultados de este estudio indican que ninguno de los individuos enterrados en Coyo 3, Coyo Oriental y Solcor 3 vivió durante sus primeros años de vida en la cuenca del Titicaca, a pesar de su clara asociación con elementos del complejo alucinógeno y textiles cargados de iconografía altiplánica (Knudson 2007). Si bien estos datos sustentarían con mayor fuerza la idea de un modelo local, Torres y Knudson (2007) muestran una situación peculiar en un individuo de Solcor 3, donde las señales isotópicas de estroncio ($87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0.712522$) serían compatibles con los rangos registrados para la cuenca del Titicaca ($87\text{Sr}/86\text{Sr} = 0.7083 - 0.7112$), mientras que el ajuar funerario de dicho individuo estaría vinculado a una tradición cultural de carácter local.

En perspectiva, la evidencia entregada por la química del hueso y la evidencia arqueológica, estarían “neutralizando” el debate en torno a los modelos de colonias y jefaturas locales, ya que existirían individuos atacameños en clara asociación con

⁴ Entendido como las piezas óseas que están bajo el cráneo.

materialidad tiwanakota, así como individuos foráneos en asociación con elementos culturales adscritos a la sociedad Atacameña (Torres y Knudson 2007). En virtud de esto, surgió la idea de una coexistencia multiétnica al interior de San Pedro de Atacama (Llagostera 2004, Núñez 2007) y el concepto de identidad representaría un eje central para interpretar las diferencias observadas en la materialidad cultural dentro de los oasis atacameños.

Tras el colapso del imperio Tiwanaku en el circuntitica (700-900 d.C.) el dominio altiplánico en los oasis atacameños presentaría un claro decline, con una menor frecuencia de cerámicas tradicionalmente adscritas a la cultura San Pedro en los contextos funerarios (Núñez 2007), así como también por la simpleza de los estilos y decoraciones presentes en tabletas para el consumo de alucinógenos (Benavente et al, 1985). Como consecuencia de esta desintegración de Tiwanaku, varios pueblos altiplánicos darían paso a reinados locales (como Kollas, Lupagas, Pakajes, Charkas, Karangas, Lipez, Chinchasuna) (Núñez 2007), surgiendo una mayor autonomía regional y definiendo un nuevo período conocido como “Período de Desarrollos Regionales” o Período Intermedio Tardío⁵ (950-1470 d.C.) (Schiappacasse et. al. 1989).

Durante este Período se establece una forma de organización social conocida como los “señoríos de prestigio y rango”, caracterizada por interacciones sociales de reciprocidad y redistribución en una lógica de sustentabilidad económica y complementariedad de los recursos (Murra 1972, Shiappacasse et. al. 1989, Uribe et al. 2004). Estos señoríos serían poseedores de una organización corporativa dual, estableciendo un control económico vertical de circulación de recursos ente los pisos ecológicos del altiplano, las serranías y las tierras bajas de quebradas, incluyendo la costa Pacífica (Murra 1972, Shiappacasse et al. 1989). Las extensas construcciones de andenerías y acueductos representarían la gran producción agrícola durante este período, reflejando al mismo tiempo, una importante capacidad de congregar “mano de obra” por parte de los señoríos, así como una importante producción de recursos con excedentes que permitirían y ampliarían la cobertura de intercambio (Shiappacasse et. al. 1989).

Durante el PIT en Atacama se daría paso a una mayor ocupación de las zonas de quebradas altas además de los oasis atacameños, y una nueva dinámica de interacción con las poblaciones altiplánicas (Schiappacasse et al. 1989; Uribe et al. 2004). Existiría una mayor diversidad ocupacional a partir del asentamiento en diferentes enclaves

⁵ En adelante PIT.

ecológicos, así como una vasta heterogeneidad y variabilidad cultural entre los sitios ubicados en San Pedro de Atacama y en el Alto Loa (Uribe et al., 2004, Knudson y Torres Rouff, 2009).

A lo largo de este período, se logra identificar una hegemonía en el estilo alfarero, teniendo una gran popularidad la cerámica de escudilla abierta denominada *Dupont*, además de un tipo llamado Rojo Violáceo (Schiappacasse et al., 1989). No obstante, también se encuentran tipos foráneos de alfarería, evidenciando contactos tanto con el altiplano meridional como también con el Noroeste Argentino a través de estilos cerámicos conocidos como Hedionda y Uruquilla, así como Yavi y Taltape respectivamente (Uribe 2002). Igualmente se registran contactos con los Valles Occidentales con tipos cerámicos Pica-Charcollo y Pica-Chiza Modelado procedentes del territorio tarapaqueño y otros estilos cerámicos adscritos a la región de Arica (Ibíd).

Sin embargo, no sólo la cerámica nos hablaría de contactos con diferentes grupos trasandinos. La existencia de *chullpas*, o torreones funerarios, en el sector del río Salado y en el curso superior del Loa, también darían cuenta de una significativa influencia de origen altiplánico, ya que este tipo de arquitectura funeraria es bastante común durante el PIT en la antigua Bolivia (Núñez 2007).

Este período también es caracterizado por el auge de un patrón arquitectónico denominado *pukaras*, las que eran verdaderas aldeas semiurbanizadas que contaban con recintos unidos a través de vías de circulación interna, depósitos para el almacenaje, corrales, campos de cultivo y canales de regadío (Shiappacasse et al. 1989, Núñez 2007). Se ha planteado que desde estos *pukaras* se ordenaba el dominio político y económico del señorío atacameño, siendo esta razón la que explicaría su ubicación en puntos estratégicos sobre cerros y colinas, teniendo como ejemplo, el *pukara* de Quito (Núñez 2007). Igualmente se ha postulado que estas construcciones representarían fortificaciones que resguardarían el dominio territorial de las grandes jefaturas, frente a episodios de conflicto y belicosidad entre grupos colindantes que tuviesen conflictos de intereses (Shiappacasse et al. 1989, Núñez 2007).

En relación a las dinámicas poblacionales, se ha planteado que durante el PIT se habrían establecido colonias aymaras en la población local provenientes del altiplano Boliviano producto del colapso y desintegración del Imperio Tiwanaku (Shiappacasse et al. 1989). Las evidencias de estas colonias altiplánicas estarían dadas por materiales arqueológicos y vestigios arquitectónicos como los tipos cerámicos Hedionda y Uruquilla, bien como las construcciones funerarias denominadas *chullpas*, las que son consideradas como un

indicador altiplánico para este período. Sin embargo, en las últimas décadas se ha reevaluado esta condición de colonias aymaras, planteándose más bien un movimiento poblacional local hacia sitios cercanos al oasis del Salar de Atacama (Solor y Catarpe), hacia las quebradas altas (Zapar) y hacia el alto Loa (Caspana) (Uribe 2002, Uribe et al. 2004). Lo “atacameño” se expandiría, regulando y articulando de manera más sólida las interacciones con poblaciones adyacentes a San Pedro de Atacama en relación a lo “altiplánico”, lo que estaría bien representado en la cuenca del Loa dada la distribución y densidad de determinados estilos cerámicos (Uribe 2002).

En un esfuerzo de integrar las evidencias arqueológicas procedentes del Loa y del Salar de Atacama, Uribe (2002) destaca que *“el predominio dentro del Loa siempre habría pertenecido a poblaciones de Atacama, aunque no desconectado del Altiplano Meridional, Tarapacá y/o los Valles Occidentales”* (Uribe 2002: 27). Esta perspectiva localista, y a su vez regionalista, visualiza a las poblaciones del PIT como diversas y heterogéneas, distribuidas en áreas ecológicamente distintivas interactuando e intercambiando recursos (y materialidades), desde una lógica que no obedece necesariamente al colonialismo de grupos foráneos.

Particularmente en el sitio Caspana, localizado en el Alto Loa, se han identificado estilos cerámicos representados por el tipo Dupont y Loa-San Pedro, los que estarían dando cuenta de un fuerte vínculo entre Atacama y las tierras altas del Loa (Uribe 2002). Sin embargo, Torres-Rouff (2007) identifica un estilo de deformación craneana intencional (en adelante DCI) de tipo anular (preferentemente oblicuo y en menor medida erecto) en muestras esqueléticas provenientes de Caspana, representando un patrón de DCI ampliamente adscrito a poblaciones altiplánicas (Knudson y Torres 2009). Esto sería especialmente curioso si se contrasta la información arqueológica con la bioantropológica, pues si “lo atacameño” estuviese presente en el Alto Loa, se hubiese esperado observar una mayor frecuencia del tipo de deformación tabular, que ha sido bien documentado en las poblaciones de San Pedro de Atacama (Torres-Rouff 2007).

Utilizando la misma lógica para testear movilidad y presencia de colonias durante el Período Medio a través de señales isotópicas presentes en dientes y huesos realizado por Knudson (2007), Knudson y Torres-Rouff (2009) evalúan la hipótesis de colonias altiplánicas establecidas en Caspana, integrando además las evidencias del ajuar mortuario, la materialidad arqueológica y el estilo de deformación craneana intencional. Los resultados de isótopos de estroncio y oxígeno muestran un origen local de los individuos provenientes de Caspana con señales químicas de diente y hueso invariantes,

lo que significaría una ocupación continua durante la infancia hasta los últimos años de vida de los individuos analizados en dicha localidad (Knudson y Torres-Rouff 2009). Esto sería consistente con lo observado por Uribe (2002), quien identifica tipos cerámicos en Caspana idénticos a lo observado en el sitio Hostería en San Pedro de Atacama. Sin embargo, el patrón de enterramiento sería diametralmente diferente a lo observado en los cementerios del Salar, ya que en Caspana se caracterizarían por ser fosas comunes demarcadas por un conjunto de grandes piedras, mientras que en San Pedro de Atacama los entierros se reconocen por ser individuales y ocasionalmente señalados por un poste de madera. A esta diferencia se suma el tipo de DCI mencionado anteriormente, donde Caspana presenta un tipo de deformación anular, en cuanto en San Pedro presenta un tipo de deformación tabular (Knudson y Torres-Rouff 2009).

Este escenario nos muestra una heterogeneidad cultural no solo entre los sitios (Uribe et al. 2004), sino que también dentro de los sitios durante el PIT (Knudson y Torres-Rouff 2009), representando símbolos de pertenencia y divergencia cultural en esta compleja configuración identitaria de “lo atacameño” entre grupos del Salar de Atacama y del Loa.

III.II Transiciones Agroalfareras en Tarapacá

En relación a los procesos de ocupación, interacción y transformación que se observa en el registro arqueológico del área de Tarapacá, es posible detectar dinámicas muy diferentes a las caracterizadas en el área de Atacama, relacionadas con escenarios ecológicos distintos e interacciones más fluidas con grupos costeros y de los valles occidentales, además de contactos con grupos altiplánicos que, si bien fueron significativos e importantes, no establecieron influencias tan notables en la población local como lo observado en los oasis atacameños (Agüero y Uribe 2007).

En relación a las primeras evidencias de domesticación de plantas y animales registradas en el área de Tarapacá se destaca el sitio Tiliviche 1-B, localizado en la quebrada homónima, con vestigios de maíz y cuyes datados hacia el 4.760 a.C. (Núñez 1979, 1986). La presencia de estos materiales orgánicos sugiere un temprano manejo de horticultura de maíz y actividades de crianza de cuyes, dando cuenta de un nivel de sedentarismo incipiente en áreas de quebradas (Núñez 1986). Lo anterior significaría un importante punto de contraste con Atacama, pues considerando el déficit de camélidos existente en los valles bajos, la producción doméstica de cuyes habría proporcionado una importante fuente de recursos cárneos. Este roedor presenta ventajas sustanciales en

relación a su crianza, ya que posee una alta tasa de reproducción (6 a 7 pariciones durante la vida fértil) y un corto tiempo de crecimiento hasta llegar a su fase adulta (3 a 4 meses) (Núñez 1986, 1989). El sitio Tiliviche destaca también por las tempranas fechas de presencia de maíz (entre 4.955 al 2.720/1.830 a.C.), constituyendo una de las evidencias más antiguas del Norte Grande de Chile (Núñez 1986). Sin embargo, este sitio no representaría un *locus* de domesticación maicero y sí un lugar de readaptación de esta planta, la que ya habría sido incorporada con características propias de una especie domesticada (Núñez 1986). Se ha propuesto que estas innovaciones productivas fueron introducidas por grupos asociados a la cultura Wankarani del altiplano Boliviano, quienes serían portadores de este nuevo conocimiento hortícola y trasladarían los primeros cultígenos hacia los fértiles suelos quebradeños de Tarapacá (Núñez 1979).

Las actividades de cultivo y crianza de cuyes habrían incentivado un gradual proceso de semi-sedentarización en las quebradas bajas, donde las poblaciones arcaicas tardías se establecerían en campamentos dentro de un transecto costa-tierras altas, diversificando el consumo de recursos multi-ecológicos provenientes del mar Pacífico, los valles interiores y el altiplano (Núñez 1986, 1979).

Ya hacía el primer milenio de nuestra era, se registrarían las primeras aldeas plenamente sedentarias en Caserones y Pircas, marcando el inicio del Período Formativo (900 a.C.-900 d.C.) en Tarapacá (Uribe y Vidal 2012). Con respecto a esto, el distrito arqueológico de Caserones, localizado en la ladera sur de la quebrada de Tarapacá, muestra las evidencias más tempranas referentes al desarrollo de una vida aldeana propiamente tal, con la existencia de una vasta área de construcciones arquitectónicas de carácter habitacional semiurbano, aludiendo a una ocupación estable con actividades de subsistencia organizadas y especializadas (Núñez 1982). Las estructuras registradas en Caserones presentan un patrón muy característico conocido como “habitaciones-depósitos”, con énfasis en la preparación de alimentos y almacenaje, lo que sería elocuente con el surgimiento de un sedentarismo inicial y nucleamiento poblacional (Núñez 1966, 1982).

En Caserones también se evidencia muy tempranamente un significativo intercambio social, cultural y económico entre grupos de la costa y de la alta puna (Núñez 1966, 1979, 1982), operando como un lugar de convergencia de recursos diversificados y complementarios (marinos, agrarios, forestales y andino-orientales) (Núñez 1982). Los cultígenos presentes en Caserones están dados por el maíz, la calabaza, el maní, el pallar, la papa, la quínoa y el zapallo, junto con frutos silvestres como el algarrobo, el que

constituye un importante recurso de colecta debido a su alta representatividad en el sitio (Núñez 1966, 1979). Otros elementos asociados a la dieta están representados por huesos de camélidos, roedores y vizcachas (Núñez 1982), aunque existe una baja frecuencia de restos de camélidos consistente con su escasa presencia en las tierras bajas (Núñez 1989, Niemeyer 1989). El consumo de recursos marítimos, como mariscos, pescados, mamíferos y aves marinas, también forma parte de los vestigios asociados a subsistencia, demostrando fuertemente la importante eco-complementariedad de alimentos que existía en Caserones (Núñez 1966, True 1980).

Esta convergencia de recursos diversificados implicaría tácitamente un escenario de circulación poblacional vertical entre costa y puna, lo que traería nuevamente el debate de lo foráneo y lo local en la reconstrucción de la prehistoria en Tarapacá. Por una parte, Núñez (1979) postula que *“grupos cazadores-recolectores-cultivadores irrumpirían desde tierras altas para entremezclarse con las tradiciones marítimas y quebradeñas arcaicas, manejando diversos enclaves productivos entre las quebradas y la costa”* (Núñez 1979:170). Se trataría de flujos poblacionales expansivos de los desarrollos Wankarani, Chiripa y Pukara del Altiplano Circumtiticaca que traerían consigo las influencias responsables de las transformaciones socio-económicas durante este período. Serían estos grupos altiplánicos quienes portarían las innovaciones agrícolas hacia las áreas quebradeñas, como consecuencia de presiones demográficas que los llevarían a establecerse en nuevos sectores productivos. También introducirían cultivos como la quínoa y el maní considerados elementos diagnósticos del altiplano, y producirían un tipo cerámico negro-plomo-rojo pulido y café alisado propio del patrón Wankarani-San Pedro (Núñez 1979). Al mismo tiempo, estos grupos altiplánicos habrían introducido las primeras herramientas agrícolas, como las palas y los chuzos, fundamentales para iniciar y potenciar las primeras actividades hortícolas (Ibíd.).

Estas oleadas migratorias altiplánicas habrían dejado varios campamentos distribuidos en la costa (como Pisagua) y las quebradas (como Caserones), pero se establecerían más permanentemente en Caserones. Los vestigios de una primera oleada quedarían manifestados en un cementerio contiguo a Caserones, denominado Tarapacá 40, con un sector A más temprano cuyas fechas oscilarían entre el 290 al 360 d.C. En este sector, conocido como Tr-40-A, se registrarían tumbas con vestigios del mar pacífico y de los andes que revelarían una movilidad vigente. Una segunda oleada sería testimoniada en el sector B del mismo cementerio, designado como Tr-40-B, con fechas más tardías comprendidas entre el 360 al 700 d.C. Aquí se documenta la presencia de textiles

altiplánicos Tiwanaku y una gran diversidad de recursos (como el maíz, calabazas, zapallos, quínoa, pallares, papas, ají, que en su mayoría fueron mencionados anteriormente) asociados a una gran proliferación de cerámica temprana monocroma alisada y rojo-negro pulido. En suma, Núñez (1979) sostiene que Caserones se caracterizaría por ser *“una “isla” de tierras altas extrapuesta fuera de los límites ecológicos altiplánicos y serranos inmediatos”* (Núñez 1979:171).

No obstante, Uribe (2009) y Uribe y Vidal (2012) nos ofrecen un panorama diferente desde la evidencia alfarera de la costa e interior de Tarapacá, con tipos cerámicos cuyos estilos y tecnologías no mostrarían mayores vínculos con los desarrollos altiplánicos. Uribe y su equipo reconocen una alfarería inicial asociada al Período Formativo Temprano (900 a.C. – 200 d.C.) la que se encuentra representada en los sitios de Guatacondo, Ramaditas y Pircas, y una alfarería final vinculada al Formativo Tardío (200 – 900 d.C.) con registros en el sitio Caserones principalmente y en el sitio Pircas secundariamente. La mayor parte de esta alfarería tendría una marcada vinculación con el territorio tarapaqueño, y a la vez se relacionaría con algunas expresiones del Loa (Uribe 2006, Uribe y Ayala 2004 en Uribe y Vidal 2012). Los componentes cerámicos presentes en Caserones 1, de tipos alisados y pulidos, sin asas ni decoración, tendrían una estrecha relación con las tradiciones tecnológicas costeras, lo que llevaría a suponer un flujo poblacional desde la costa hacia las quebradas interiores como procesos exploratorios locales hacia nuevas áreas económicas (Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012).

Las ocupaciones costeras habrían experimentado una creciente explotación del borde costero y un mayor nucleamiento en las áreas de desembocadura, donde *“las poblaciones mantendrían una constante y alta movilidad desde inicios hasta finales del Formativo, seguramente bajo el mismo patrón arcaico, con asentamientos pasajeros y una baja densidad depositacional, pero abarcando un territorio cada vez mayor por parte de aquellas que acceden y/o producen alfarería”* (Uribe 2009:24). Existiría una unidad económica y cultural tanto en la costa como en la quebrada de Tarapacá a juzgar por el uso doméstico y ceremonial de las vasijas (Uribe 2009), sustentando la idea de una creciente complejización social local en la cual *“poblaciones de los valles y oasis aledaños a la Pampa del Tamarugal se articularían con aquellas de la costa, logrando una integración durante el Formativo Tardío a través de la cerámica Quillagua Tarapacá”* (Uribe 2009: 22).

Todo lo anterior contrastaría sustancialmente con la visión “civilizatoria” de los núcleos altiplánicos de Núñez (1979, 1982) durante el Período Formativo en Tarapacá, Período en

el cual no habría ocurrido un recambio poblacional de grupos altoandinos a partir de oleadas migratorias, sino más bien una “expansión ocupacional” de gran cobertura costa-interior posiblemente por causa de la alta movilidad de estas poblaciones locales productoras de cerámica (Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012).

Si bien las líneas interpretativas del registro arqueológico formativo en Tarapacá han sido visualizadas bajo dos esferas explicativas, una foránea-altiplánica (Núñez 1979, 1982) y otra local-costa-interior (Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012), existiría otro aspecto esencial en relación a la reconstrucción de la prehistoria tarapaqueña: la temporalidad.

Uribe y Vidal (2012) plantean un Período Formativo con un lapso de tiempo que abarca desde el 900 a.C. hasta el 900 d.C., representando un extenso Período crono-cultural de 1800 años en los que transcurrirían grandes transformaciones sociales y culturales. Este prolongado Período Formativo en Tarapacá se fundamentaría, esencialmente, por las escasas evidencias de la influencia Tiwanaku que sustenten de manera contundente la definición de un Período Medio en esta área (Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012, Agüero y Uribe 2007).

Lo anterior ya habría sido detectado por Berenguer y Dauelsberg (1989), quienes mencionan que *“las evidencias recabadas en la región tarapaqueña son hasta ahora muy escasas en comparación con Arica y San Pedro de Atacama. En efecto, aun reuniendo los datos de Pica-8, Tarapacá-1, Tarapacá-40-B, en los oasis piemontanos; de Yungay Bajo-3 en plena pampa salitrera; y Pisagua, Cañamo-3, Patillos-1, Los Verdes-1 y 2, y Bajo Molle en la costa, estamos ante el hecho objetivo de que las evidencias Tiwanaku en la región son comparativamente mínimas”* (Berenguer y Dauelsberg 1989:167).

Sin embargo, Núñez (1979, 1982) sostiene que la presencia de textiles altiplánicos Tiwanaku Clásico en el sector B del cementerio Tarapaca-40 (360-600 d.C.), serían introducidos por grupos procedentes de las cabeceras altoandinas, e indicarían la existencia de una población-colonia altiplánica en la quebrada tarapaqueña, dando cuenta de la influencia del circuntiticaca en esta área (Núñez 1979). De igual forma, Núñez y Dillehay (1978) aluden que la presencia de cerámica tipo Charcollo, tejidos Tiwanaku y materiales del complejo Pica-Tarapacá en el cementerio Pica-8 significaría el arribo de un grupo altiplánico que convivió con una densa población de componentes locales. En relación a esto, Núñez (1976) señala que esta coexistencia entre grupos vinculados a Tiwanaku y otros a la cultura local fortalecería la hipótesis de colonias Tiwanakotas en la población de los oasis Pica-Mantilla (Núñez y Dillehay 1978, Núñez 1976 en Berenguer y Dauelsberg 1989).

No obstante, Agüero y Uribe (2007) cuestionan esta “influencia” entendida como el arribo de grupos altiplánicos que determinan los procesos culturales al interior del área de Tarapacá y el desarrollo de su complejidad social local. Estos autores indican que las evidencias de Tiwanaku en Tarapacá son hasta ahora muy escasas, y los pocos elementos tiwanakotas hallados en esta área no representan una cantidad significativa que permita establecer un Período Medio en Tarapacá. Plantean que las poblaciones tarapaqueñas no habrían tenido un contacto directo con las poblaciones Tiwanaku, y las formas de interacción estarían siendo de manera intermediaria a través de grupos adyacentes, como Azapa, quienes habrían mantenido un contacto más intenso y fluido con grupos altiplánicos (Agüero y Uribe 2007). Los autores mencionan que *“lo que hemos venido planteando a partir de nuestras investigaciones en la región, especialmente sobre la complejidad de Tarapacá, es que debemos entender su génesis y dinámicas desde el interior de sus propios procesos, y no como un efecto directo y único provocado por los núcleos civilizatorios altoandinos”* (Agüero y Uribe, 2007:20). En definitiva, la “ausencia de pruebas” concluyentes relacionadas con el dominio tiwanakota en Tarapacá, mencionado anteriormente por Berenguer y Dauelsberg (1989), sería interpretado por Agüero y Uribe (2007) como “pruebas de ausencia” de la influencia Tiwanaku en esta área.

Es así como el surgimiento del Período Intermedio Tardío (1000-1450 d.C.) no estaría relacionado con el colapso de la influencia Tiwanaku como habría sucedido en San Pedro de Atacama, sino que más bien por procesos y dinámicas de complejización social *sui generis* que llevaría a desarrollar aspectos socioculturales propios de este Período en Tarapacá (Uribe 2006). Tenemos entonces que hacía el primer milenio de nuestra era se inicia un nuevo proceso de transformaciones a nivel social, cultural y económico, mostrando nuevos patrones de actividad humana reflejados en la cultura material, definiendo un nuevo complejo cultural denominado Pica-Tarapacá (Ibíd).

Durante este Período, las sociedades Pica-Tarapacá ocupan una gran variedad de ambientes y ecosistemas, evidenciado por la gran diversidad de sitios en la costa (Pisagua-B y Pisagua-N), en las quebradas (Caserones-1, Camiña-1, Tarapacá Viejo y Jamajuga) y en los pisos altos de Tarapacá (Tr-48) (Núñez 1979, Uribe 2006). Se contemplan todas las posibilidades de ocupación gracias al exitoso desarrollo de un complejo sistema de regadío, destacando las andenerías en los sectores más altos (Shiappacasse et al. 1989).

Dentro de los sitios que evidencian los primeros momentos del PIT en Tarapacá, destaca la aldea de Caserones, donde la fase ocupacional más tardía del sitio Caserones-1

registra una importante producción de maíz, porotos, calabazas y zapallos, así como también una intensa recolección de recursos silvestres, especialmente de algarrobo (Uribe, 2006, González 2006, Núñez 1982). Por su parte, los restos de arqueofauna revelan la presencia de camélidos, cánidos, cuyes, vizcachas, quirquinchos y aves, aunque todos ellos en una baja frecuencia (González 2006, Núñez 1982). De gran importancia resulta ser la presencia de arqueofauna marina tales como mamíferos, cefalópodos, mariscos, aves y peces debido a su alta frecuencia (González 2006), lo cual estaría revelando un significativo contacto e intercambio con grupos costeros (Uribe, 2006).

Por otro lado, el sitio Camiña-1 muestra la importancia del cultivo de maíz durante los últimos momentos del PIT, cuya producción estaría evidenciada en la compleja arquitectura de andenerías y sistemas hidráulicos. Otros vegetales encontrados en este sitio son la quínoa, semillas de algarrobo y restos de calabaza, los que estarían circulando dentro de las actividades de intercambio y complementariedad con el altiplano (García y Vidal 2006).

La forma de interpretar la evidencia arqueológica durante el PIT también se ha visualizado desde dos perspectivas. Por una parte, un enfoque economicista fundado sobre el control vertical de la producción económica de diferentes pisos ecológicos, bajo el dominio de un señorío de prestigio y rango (Núñez 1979); y por otro lado, una visión sociopolítica cimentada en la desigualdad y segmentación social producto de una especialización productiva y circunscripción de los territorios, que resultaría en una gran heterogeneidad, diferenciación y segregación social al interior de cada área económica (costa, quebradas, y altiplano) con grupos políticamente autónomos (Uribe 2006).

Por su parte, Núñez (1979, 1982) sostiene que las sociedades que habitaron Pica y Tarapacá durante el PIT, y en general en todas las sociedades de los Andes Centro-Sur, serían “*señoríos de prestigio y rango*” poseedores de una organización corporativa dual, estableciendo un patrón económico de verticalidad para el intercambio, reciprocidad y redistribución de recursos en un máximo de pisos ecológicos costeros, de quebradas y del altiplano. No obstante, nuevos enfoques teóricos avalados por Uribe (2006) conceptualizan una vida social segmentada y jerarquizada, desarrollando complejos mecanismos para mantener una idea de igualdad y contener el surgimiento de la estratificación (Uribe 2006).

Luego de examinar en forma sucinta y comparativa las transiciones agroalfareras ocurridas en Atacama y Tarapacá, es posible constatar que ambas áreas presentan

escenarios de transformaciones muy distintos, relacionados con características ecológicas diferenciadas y con dinámicas de cambio sociocultural más bien *sui géneris*. Así es como la tradición pastoralista en Atacama habría sido favorecida por las extensas áreas forrajeras de la puna que permitieron mantener una gran cantidad de camélidos silvestres, los que paulatinamente habrían sido domesticados integrándose en diversos aspectos culturales, sociales y económicos de los grupos atacameños. Lo anterior habría constituido un elemento esencial de la movilidad por caravanas, que interconectó grupos de diversas áreas circumpuneñas, como el Noroeste Argentino, el Sur de Bolivia, así como también grupos de la Costa Pacífica.

Por su parte, las áreas quebradeñas de Tarapacá representaron evidentes corredores comunicacionales entre costa, valles interiores, quebradas y altiplano, manifiesto en la diversa cultura material encontrada en estas mismas áreas, donde restos de cultígenos en sitios costeros, o bien, restos de fauna marina en sitios de valles interiores y quebradas, mostrarían un elocuente intercambio de recursos entre grupos asentados en diferentes ecosistemas desérticos. La presencia de la tradición costera en Tarapacá es parte integral de las dinámicas sociales al interior de esta área, lo cual la diferencia en gran medida de Atacama, lugar en que la interacción altiplánica fue evidente y fluida definiendo incluso el Período Medio u Horizonte Tiwanaku en la prehistoria de este lugar. Esta situación también es distintiva en Tarapacá donde las evidencias altiplánicas no fueron lo suficientemente contundentes como para establecer un contacto de manera significativa, sino que más bien la interacción con grupos altoandinos fue menos intensa en comparación con Atacama.

En definitiva existen características tanto ambientales como socioculturales diferenciadas en Atacama y Tarapacá que generaron dinámicas de cambio y transformación únicas en ambos lugares, y que son mucho más reconocibles en esta perspectiva comparativa que nos permite identificar los contrastes y las singularidades de estas dos áreas de estudio. La Tabla 3 muestra las principales características de Atacama y Tarapacá a lo largo de la secuencia cronológica desde el Período Formativo hasta el PIT.

Tabla 3. Cuadro comparativo de las transiciones crono-culturales en Atacama y Tarapacá.

Período	Atacama	Tarapacá	Referencias
Formativo	1.200 a.C. - 500 d.C. No se incluye este Período en el presente estudio.	900 a.C. – 900 d.C. Existe una estrecha relación con grupos costeros entremezclándose tradiciones marítimas y quebradeñas La producción de cultígenos se torna una fundamental actividad económica y de subsistencia. Se plantea un Periodo Formativo con una fase temprana y otra tardía extendiéndose hasta el 900 A.D.	Llagostera et al. 1984, Llagostera 2004, Agüero 2005, Núñez 2005, 2007. Núñez 1979, 1982, Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012.
Medio	500 – 900 d.C. La creciente dinámica de movilidad e interacción con grupos del circuntitica favoreció una vigorosa influencia Tiwanaku en San Pedro de Atacama. La frecuente presencia de objetos del complejo alucinógeno y la variedad iconográfica en textiles, madera y hueso revelaría que la influencia Tiwanaku tendría un carácter religioso. Existiría una gran prosperidad económica y cultural evidenciada en la gran diversidad y suntuosidad de la cultura material.	No existe un Período Medio en Tarapacá, de modo que el Período Formativo se extiende hasta el inicio del PIT.	Bravo y Llagostera 1985, Berenguer y Dauelsberg 1989, Costa y Llagostera 1994, Núñez y Dillegay 1995, Uribe y Agüero 2004, Núñez 2007. Agüero y Uribe 2007, Uribe 2009, Uribe y Vidal 2012
Intermedio Tardío	950 - 1470 d.C. Tras el colapso de Tiwanaku existiría un surgimiento de desarrollos locales, en donde grupos atacameños comenzarían a establecerse en áreas quebradeñas de mayor altitud. Habría una gran diversidad de áreas ocupadas distribuidas entre el Salar de Atacama y el Alto Loa. Se establece una importante heterogeneidad al interior de las sociedades del PIT las que estarían siendo controladas por señoríos locales.	900 – 1450 d.C. La ausencia de la influencia Tiwanaku haría patente el surgimiento de una complejidad social local, que tendría una continuidad desde el Formativo Final hacia los primeros momentos del PIT. Las poblaciones también se establecerían en áreas de mayor altitud, ocupando más densamente las quebradas altas y el altiplano tarapaqueño. El control vertical de la producción económica a lo largo de los diferentes pisos ecológicos estaría al mando de señoríos locales.	Shiappacasse et al. 1989, Uribe 2002, Uribe et al. 2004, Núñez 2007 Núñez 1979, 1982, Uribe 2006, Uribe et al. 2007.

III.III Antecedentes Bioantropológicos en Atacama

Dentro de los estudios en bioantropología que evalúan el impacto de las transiciones crono-culturales sobre la biología humana en Atacama destacan los trabajos que analizan la influencia Tiwanaku sobre grupos prehispánicos atacameños (Costa 1988, Costa et al. 1998, Neves y Costa 1999, Costa et al. 2004, Lessa y Mendonça 2004, Knudson 2007, Torres-Rouff 2002, 2007, Costa et al. 2009, Varela 1997, Varela y Cocilovo 2000, 2011, Da-Glória et al. 2011, Knudson y Torres-Rouff 2009, Torres-Rouff y Knudson 2011, Hubbe et al. 2012, Nado 2012, Santana-Sagredo et al., 2015; Pestle et al., 2016).

Respecto al *pool* genético de la población, investigaciones sobre afinidad biológica lideradas por Varela (1997), Varela y Cocilovo (2000, 2011) sugieren un incremento en la diversidad biológica local a partir del análisis de variables craneométricas, señalando un aporte genético Tiwanaku en la población atacameña, de manera que su influencia fue biológica además de cultural.

Esta diversidad biológica se vería reflejada en una coexistencia multiétnica presente en San Pedro de Atacama, que pondría en evidencia aspectos de pertenencia y adscripción cultural unificados en el concepto de identidad. Así es como Torres-Rouff (2002, 2007) incorpora la dimensión corporal de la identidad analizando las variaciones de la deformación craneana intencional observada en grupos de los oasis atacameños asociados al Período Medio. La práctica de DCI representa un buen indicador de adscripción cultural, en la medida que constituye un marcador visual, permanente y conspicuo de identidad grupal (Blom 2005a, 2005b en Torres-Rouff 2002). En consideración a esto, Torres-Rouff (2002, 2007) identifica una clara intención de diferenciación entre grupos “atacameños” y “tiwanakotas”, en donde los primeros practicarían una DCI de tipo tabular abogando a una expresión más localista, mientras que los segundos ejercerían una DCI de tipo anular manifestando un vínculo con el centro altiplánico (Torres 2002, 2007).

En relación a aspectos de estrés nutricional, Neves y Costa (1999) ponen a prueba la influencia Tiwanaku sobre la población local a través de indicadores de estatura. Sus resultados muestran diferencias significativas en la estatura media de hombres y mujeres durante el Período Medio, donde los hombres alcanzarían los mayores valores de estatura. En términos comparativos con los subsiguientes períodos, los resultados muestran que los hombres son quienes presentan las mayores variaciones en estatura,

apoyando la idea que el crecimiento y desarrollo es más sensible en hombres que en mujeres en relación a oscilaciones nutricionales (Neves y Costa 1999). Los autores sostienen que las mujeres presentarían una mejor tolerancia fisiológica de crecimiento que los hombres, de manera que ellas estarían sujetas a menos estrés nutricional reflejado en la estatura.

En suma, Neves y Costa (1999) identifican un aumento de la estatura media en los grupos atacameños, principalmente en la muestra masculina, durante el período de interacción con el estado del Titicaca. Lo anterior sería interpretado como una mejoría en el estatus nutricional, probablemente por una mayor ingesta de proteínas de origen animal (Neves y Costa 1999).

La hipótesis de un mayor consumo de proteínas de origen animal también es avalado por Costa y colaboradores (2004). Sus resultados revelan una baja en la prevalencia de caries y un menor grado de desgaste dental durante el Período Medio, lo que sería explicado gracias a un mayor consumo de proteínas en desmedro de la ingesta de carbohidratos. Los autores sostiene que *“la carne, además de ser menos cariogénica y abrasiva, es también una fuente alimenticia rica en proteínas y energía y, además de ello, es el único elemento que puede explicar, en conjunto, las modificaciones de los tres marcadores osteológicos: estatura media, caries y grado de desgaste oclusal”* (Costa et al. 2004: 111).

Con todo, la influencia Tiwanaku habría representado una “mejora en la calidad biológica de vida” de los habitantes de San Pedro, destacando que los beneficiados de esta mejoría estaría dada principalmente en la población masculina, puesto que las mujeres se mantienen impermeables a los cambios (en términos significativos) una vez comparadas entre las sucesivas etapas crono-culturales (Formativo, Medio e Intermedio Tardío). El trabajo de Costa et al. (2004) también reporta la frecuencia de hiperostosis e hipoplasias, siendo indicadores poco concluyentes en relación a la influencia Tiwanaku, ya que no se observan cambios significativos entre las muestras de los diferentes Períodos culturales, manteniéndose con resguardo la hipótesis de una mejora en las condiciones de salud por una mayor ingesta de proteínas.

Respecto a estudios de violencia durante el Período de la influencia Tiwanaku, Costa y equipo (1998) analizan los indicadores de traumas en el cráneo y postcráneo en varias colecciones osteológicas atacameñas asociadas a diferentes fases (Pre-Tiwanaku, Tiwanaku, y Post-Tiwanaku I y II de acuerdo a las categorías utilizadas por los autores). Ellos concluyen que no existen diferencias significativas entre hombres y mujeres durante

todas las fases estudiadas, y que ambos sexos estarían igualmente sujetos a estrés corporal producido por las actividades cotidianas así como eventos de violencia interpersonal (Costa et al. 1998).

No obstante, Lessa y Mendonça de Souza (2004) difieren de estos resultados avalando la existencia de traumas por violencia más que por actividades cotidianas. Ellos reportan la existencia de fracturas de *Parry*⁶ en 2 de 13 mujeres de la muestra pre-Tiwanaku, siendo el tipo caso de fractura por defensa considerablemente más frecuente en muestras femeninas que masculinas (Smith 1996 en Lessa y Mendonça 2004). Asimismo, los autores informan la existencia de fractura por depresión en el cráneo de un individuo femenino, y la presencia de una punta de proyectil incrustada en hueso de un individuo masculino en la misma muestra (Lessa y Mendonça 2004). Si bien la frecuencia de traumas por violencia es baja, estos datos entregan antecedentes para evaluar de manera más crítica el período de prosperidad económica como ha sido caracterizada la influencia Tiwanaku en la cultura de sanpedrina (Berenguer y Dauselberg 1989). De hecho, los autores sostienen que, considerando que el contacto con grupos foráneos pudo generar nuevos lazos sociopolíticos y quebrar otros, podría esperarse el surgimiento de potenciales conflictos al interior de la población, siendo una interpretación avalada por la presencia de traumas óseos, especialmente en población adulto-joven masculina.

La mayor frecuencia de traumas en los huesos faciales, parietales y frontal estaría dando cuenta de un tipo de violencia por combates mano a mano, o bien como consecuencia de prácticas rituales (Lessa y Mendonça 2004). Si bien el registro arqueológico evidencia un período de prosperidad económica y cultural con ausencia de guerra en el seno de la sociedad, el registro osteológico y paleopatológico, por su parte, da cuenta de una tensión social latente donde Tiwanaku sería un actor activo e influyente.

La célebre frase de “prosperidad económica y apogeo cultural” también fue sometida a prueba por Torres-Rouff (2008, 2011), quien demuestra que las diferencias sociales serían reflejadas en la distribución de materiales suntuosos y artefactos foráneos, bien como en los patrones de violencia entre los individuos registrados de los diferentes cementerios del Horizonte Medio en San Pedro. La autora sostiene que las personas no estarían igualmente beneficiadas durante este período de influencia, y los patrones de violencia registrados en esta época tendrían estrecha relación con esta desigualdad

⁶ Se conoce por fractura de *Parry* a la fractura conjunta de radio y ulna, resultado del movimiento de defensa (*parry*) al situar los brazos sobre la cara en caso de ataque.

social, marcando una tensión sobre la sociedad atacameña a pesar de la clara riqueza y prosperidad presente en la materialidad funeraria (Torres-Rouff 2011).

En base a estos antecedentes Hubbe y colaboradores (2012) también evaluaron el impacto de la influencia Tiwanaku en relación a las prácticas alimentarias de la población local. Los autores analizaron indicadores de dieta en individuos provenientes de dos cementerios asociados a la influencia altiplánica (Solcor 3 y Coyo 3), y de un cementerio asociado al subsiguiente período (Quitor 6). El análisis de estos indicadores estaría basado en la presunción de que las diferencias sociales serían reflejadas en la calidad y cantidad de las ofrendas mortuorias como también en aspectos de calidad de la dieta de los individuos.

En relación esto, los autores analizaron dos submuestras de Solcor 3 de acuerdo a las categorías analíticas de *Elite* y *No Elite*, donde la primera correspondería al patrón B descrito por Bravo y Llagostera (1986) con claras asociaciones tiwanakotas en la parafernalia funeraria, mientras que la segunda se correspondería con el patrón A de Bravo y Llagostera (1986) con una débil asociación altiplánica a partir de las ofrendas. Esto rompe con el esquema de previas publicaciones (Neves y Costa 1998, Costa et al. 1998, Costa et al. 2004, Lesa y Mendoça 2004, Da-Glória et al. 2011) las que consideran la submuestra de Solcor 3 *No Elite* como pre-Tiwanaku, cuyos datos fueron interpretados dentro del marco temporal del Formativo Final, conforme la ausencia de elementos diagnósticos Tiwanaku. Sin embargo, dos nuevas dataciones presentadas en la publicación de Hubbe et al. (2012) con fechas de 673–867 y 781–981 A.D. sitúan a Solcor 3 *No Elite* plenamente durante el período de la influencia altiplánica en el oasis de San Pedro de Atacama.

Los resultados de Hubbe y colaboradores (2012) muestran que la frecuencia de caries y grado de desgaste oclusal exhiben importantes diferencias en los grupos representados por Solcor 3, Coyo 3 y Quitor 6. Los individuos asociados a materialidad Tiwanaku (Solcor 3 *Elite* y Coyo 3) son los que muestran las menores frecuencias de caries, lo que sería interpretado como diferencias comportamentales en las prácticas alimentarias. Al evaluar intragrupalmente los datos, se observa que las muestras masculinas de Solcor 3 *Elite* y Coyo 3 representan la menor prevalencia de caries (23% y 24% de dientes afectados), en relación a las muestras femeninas de ambos sitios las cuales exhiben frecuencias significativamente mayores de esta patología oral (45% y 43% de dientes afectados). Para los autores, esto reflejaría un menor acceso a carbohidratos en reemplazo a un mayor

acceso a proteínas por parte de los hombres, lo que explicaría su baja frecuencia de caries.

Si bien no se plantean grandes cambios en las prácticas dietarias en relación al consumo de alimentos como el maíz y recursos silvestres como el algarrobo y chañar durante el Período Medio, los autores sugieren un acceso diferencial a determinados privilegios como el consumo de carne (Hubbe et al. 2012) proporcionando, de manera más robusta, datos bioantropológicos que sostienen la hipótesis ya planteada por Neves y Costa (1999) Costa y colaboradores (2004).

Continuando con nuevos datos asociados a sitios de San Pedro de Atacama vinculados a la influencia Tiwanaku, Nado y equipo (2012) evalúan el sistema local de diferencias sociales a través de múltiples líneas de evidencias, como la deformación craneana, contextos funerarios e índices isotópicos relacionados con dieta y movilidad. Sus muestras se concentran en el ayllu de Solcor principalmente en los cementerios de Solcor Plaza y Solcor 3. Los resultados de este estudio muestran diferencias culturales entre los residentes locales a través de la variación en el uso de bienes foráneos y en los patrones de deformación craneana, sugiriendo una adopción diferencial de la cultura Tiwanaku por parte de los grupos locales (Nado et al. 2012). Destaca el mayor énfasis en la práctica de deformación anular del cráneo exhibido en los individuos de Solcor Plaza, interpretado como evidencia de vínculos con el estado de Tiwanaku ya que representa el patrón de deformación más común en los grupos del Titicaca. Esto contrastaría con la situación observada en Solcor 3 donde los vínculos con el centro altiplánico estarían representados por una mayor presencia de elementos tiwanakotas en su ajuar funerario.

Al revisar los resultados de las evidencias isotópicas de carbono los autores plantean un consumo diferencial de maíz y/o fermentado de maíz, lo que podría estar indicando distinciones sociales entre los individuos o grupos humanos en San Pedro de Atacama (Ibíd.). Respecto a los isótopos de estroncio y oxígeno, se infiere que tanto individuos locales como inmigrantes del altiplano Boliviano fueron enterrados en ambos cementerios de Solcor, sin embargo, los individuos foráneos parecen haber adoptado una identidad local a partir de la cultura material asociada como también lo señalan Torres y Knudson (2007). Los autores concluyen que, si bien los ajuares de carácter Tiwanaku no están estrictamente vinculados a la presencia de inmigrantes del altiplano, la identidad de los grupos locales estaría manifestada por la adopción diferencial de ciertas facetas de la cultura Tiwanaku dentro del contexto funerario, como también diferentes patrones de modificaciones del cráneo en ambos cementerios de Solcor (Nado et al. 2012).

Desde una visión epidemiológica de las poblaciones prehispánicas atacameñas, investigaciones realizadas por Costa et al. (2009) y Da-Glória (2011) proporcionan datos sobre estrés biológico y enfermedades infecciosas, algunas de ellas típicas de áreas tropicales, lo que estaría representando un contacto vigente con grupos de tierras bajas. En relación a esto, Costa y equipo (2009) registran lesiones óseas en el cráneo de individuos femeninos, correspondiendo a lesiones características de una enfermedad conocida como *Leishmaniasis*. El vector de esta patología infecciosa no existiría en la cuenca atacameña, lo que estaría demostrando el arribo de personas de otras regiones hacía los oasis atacameños después de haberse infectado con el patógeno.

Por su parte, Da-Glória y equipo (2011) analizan el perfil epidemiológico de las poblaciones prehistóricas de San Pedro de Atacama, a través de indicadores de periostitis y osteomielitis. Sus resultados muestran que, durante el período de la influencia altiplánica, no se observa ninguna mejora en términos de las enfermedades infecciosas que afectan a los huesos. Esto escapa de los resultados esperados por estos investigadores, ya que considerando la mejora en las condiciones nutricionales durante el apogeo altiplánico en población local sostenido por Neves y Costa (1999), Costa et al. (2004) y Hubbe et al. (2012), se hubiese esperado una prevalencia menor de infecciones óseas durante el auge de Tiwanaku. Ante este escenario, los autores proponen dos explicaciones: por un lado el mejoramiento de las condiciones nutricionales podría haber sido contrarrestado por las condiciones sanitarias empeoradas debido al crecimiento y la agregación de la población. Y por otro lado, la prevalencia de enfermedades infecciosas podría deberse al contacto más frecuente con patógenos extraños (Da-Glória et al. 2011). Póstumo a la influencia Tiwanaku, análisis de restos esqueléticos provenientes del cementerio Quitor 6 asociados al PIT, mostraría evidencias de una dieta no equilibrada por parte de esta población, debido al alto consumo de alimentos ricos en carbohidratos y bajos en proteínas, lo que habría generado una alta frecuencia de caries, así como otras patologías por deficiencia nutricional (Costa 1988, Costa et al. 2004, Hubbe et al. 2012). A partir del ajuar presente en las tumbas, el cual no es muy ostentoso en comparación a los cementerios del Período Medio, se infiere que no habría diferenciación de género ni de estatus, lo que además se correlaciona con una frecuente práctica de DCI fronto-occipital (58,8%) indistinta en hombres y mujeres (Costa 1988).

En relación a aspectos dietarios entregados por la evidencia isotópica en las poblaciones del PIT, Santana et al. (2015) y Pestle et al. (2016) analizan la colección esquelética de Quitor 6, y Quitor 1, 5, 6, 8 y 9 respectivamente. Durante el PIT, Santana y equipo (2015)

observan una importante homogeneidad en la dieta de los individuos procedentes de Quito 6 a partir de los valores isotópicos de carbono (C_{13}), y nitrógeno (N_{15}) presentes en el colágeno y en la bioapatita en hueso y dientes⁷. A partir de los resultados de C_{13} se infiere la ingesta de una dieta terrestre compuesta por plantas de vías fotosintéticas C_3 , como el algarrobo, y C_4 , como el maíz. Aunque el consumo de maíz tendría un mayor protagonismo a partir de los elevados valores de C_{13} en el colágeno y en la apatita (Santana et al. 2015). Llama la atención los altos valores de N_{15} considerando que los individuos de Quito 6 tendrían una dieta de tradición terrestre, ya que los altos valores de esta señal isotópica está muy asociada a dietas de tradición marítima. Los autores aluden a las condiciones de aridez y el uso de fertilizantes para explicar el enriquecimiento de N_{15} en los resultados (Ibíd). Por último, cabe destacar que los autores no observaron diferencias significativas entre ambos sexos.

Por su parte, Pestle y colaboradores (2016) evaluaron la transición entre el Período Medio al PIT a través de las señales isotópicas de C_{13} y N_{15} en muestras esqueléticas del cementerio de Quito. Este cementerio cuenta con tumbas asociadas al Período Medio, como entierros asociados al PIT y se compararon ambas muestras para evaluar la transición de un período a otro. Los resultados de este estudio exhiben diferencias significativas entre hombres y mujeres durante el Período Medio a partir de las señales isotópicas de C_{13} en el colágeno y en la apatita. Los hombres y mujeres difieren en su consumo de carne terrestre, donde los hombres muestran un mayor consumo de carne (alrededor del 1%). También se observan diferencias en el consumo de plantas, en el cual las mujeres muestran un 15% más de consumo de plantas C_3 y un 15% menos de ingesta de plantas C_4 una vez comparados con los hombres. Esto significa que las mujeres consumían menos carne y menos plantas C_4 que la muestra contemporánea de hombres durante el Período Medio (Pestle et al. 2016). Sin embargo, las señales isotópicas de N_{15} no muestran diferencias significativas entre ambos sexos (Ibíd).

En contraste, los resultados para el PIT no presentan diferencias significativas entre la muestra masculina y femenina en relación al consumo de proteínas (en especial carne de animales terrestres). No obstante, los valores isotópicos del consumo de plantas C_3 y C_4 muestra diferencias significativas entre hombres y mujeres en relación a la cantidad, en donde la muestra masculina presenta 2% más de consumo de plantas C_4 y un 2% menos

⁷ Los autores de este trabajo también evalúan las señales isotópicas de Pica 8 que será descrito en la sección de “Antecedentes Bioantropológicos en Tarapacá”.

de consumo de plantas C_3 en relación a la muestra femenina (Pestle et al., 2016). Una vez comparadas la muestra femenina del Período Medio con las del PIT, así como la muestra masculina del Período Medio y el PIT, se observaron hallazgos interesantes. Por una parte, las mujeres del Período Medio comparadas con el PIT muestran diferencias significativas en el consumo de plantas; por ejemplo, la mujeres del Período Medio consumían 15% más plantas de origen C_3 (como el algarrobo) y menos plantas C_4 (como el maíz) que las mujeres del PIT (Ibíd). Y por otra parte, los hombres del PIT muestran altas señales isotópicas de N_{15} en comparación a los del Período Medio, siendo diferencias estadísticamente significativas.

Respecto al cambio de la dieta en la transición del Período Medio al PIT parece haber consistido en la substitución de plantas C_3 por plantas C_4 (probablemente maíz) y el consumo de menos leguminosas y más recursos de animales terrestres que los consumidos anteriormente (Pestle et al. 2016).

Los autores sostienen que las diferencias en la composición de la dieta entre sexos y entre Períodos demuestran que el consumo de maíz pudo significar un importante rol en las diferencias sociales.

Recientemente Uribe et al. (2016), analizaron los indicadores isotópicos de C_{13} y N_{15} para evaluar las condiciones de paleodieta en los sitios Solcor 3 y Coyo 3 asociados al Período Tiwanaku. Los resultados muestran que los individuos de ambos cementerios tuvieron una dieta preferentemente terrestre, incluyendo la ingesta de plantas de C_4 (maíz) y C_3 (porotos, zapallo) (Uribe et al., 2016). También se observa que los valores de N_{15} resultaron bastante elevados en Coyo 3 en comparación a Solcor 3, lo que podría estar sugiriendo una mayor ingesta de proteínas terrestres por parte de los individuos enterrados en Coyo 3. Estos elevados niveles de N_{15} podría tener relación con el consumo de carne de alpaca, ya que ésta presenta valores de N_{15} más altos que otros herbívoros (como la llama y el guanaco). También es importante considerar otros factores a la hora de interpretar los altos valores de N_{15} , como la aridez del desierto y el uso de guano de llama para labores de cultivo, los que podrían estar enriqueciendo a las plantas en altos valores de nitrógeno (Ibíd). Destaca la tendencia de que en ambos sitios las mujeres presentan valores de N_{15} más enriquecidos que los hombres, lo que sugiere que las mujeres estarían consumiendo una mayor cantidad de proteínas tanto en Solcor 3 como en Coyo 3.

En relación al carbono, los autores también observaron diferencias significativas entre Solcor 3 y Coyo 3, donde los individuos de Coyo 3 evidencian una mayor ingesta de maíz

en comparación a Solcor 3. Al observar los datos de carbono a un nivel intragrupal, se observa una gran variabilidad dentro de cada sitio, de modo que los autores sugieren que: a) algunos individuos basaron su dieta en un mayor consumo de plantas C₃, b) otros tuvieron una dieta mixta entre plantas C₃ y C₄, c) y otros que basaron su dieta en el consumo de plantas C₄. En suma, Uribe y colaboradores (2016) sugieren una gran variabilidad en la dieta dentro de cada sitio y entre los sitios estudiados.

III.IV Antecedentes Bioantropológicos en Tarapacá

En cuanto a las evidencias bioantropológicas en Tarapacá, la Influencia Tiwanaku no habría sido precursor de hipótesis biológicas relacionadas con su impacto sobre la población local como ocurrió en Atacama, sino que más bien se han centrado en caracterizaciones de indicadores paleopatológicos, dietarios y de estrés ambiental (Allison et al. 1979, Fontana et al. 1983, De Araújo et al. 1985, Holden y Núñez 1993, Retamal y Pacheco 2006, Retamal et al. 2006, Herrera 2010, Santana et al. 2015).

Tenemos la investigación de Allison y colaboradores (1979) quienes utilizan técnicas de microscopia para análisis de tejidos blandos sobre muestras prehispánicas asociadas al Período Formativo de Tarapacá. Dentro de los análisis que realizan se encuentra la minuciosa inspección de la cavidad pulmonar de una momia proveniente de Tarapacá 40, donde detectaron la presencia de fluidos de sangre los que han sido utilizados fuertemente como indicadores de Tuberculosis. No obstante, un examen más acucioso por microscopia electrónica reveló que dichos fluidos más bien concernían a un tipo de hongo llamado *Paracoccidioidomycosis brasiliensis*, correspondiente a un patógeno bastante documentado en sociedades agrícolas de América Latina, y en especial, de la floresta tropical de Brasil (Araújo et al. 1979). Este hongo se encuentra en suelos húmedos y se trasmite vía respiratoria siendo muy frecuente en personas que practican agricultura debido a su constante contacto con la tierra húmeda. Si bien la presencia de este hongo no es muy común en áreas desérticas, estos antecedentes sustentan, desde la biología humana, un posible contacto con poblaciones de áreas tropicales quienes pudieron transmitir este patógeno. Asimismo, la presencia de este hongo en tierras húmedas nos informa sobre la mantención de prácticas de cultivo por parte de los individuos de Tarapacá 40, en un contexto medioambiental de extremo desierto (Ibíd.).

Fontana y equipo (1983) también constataron lesiones en la cavidad pulmonar en momias de Arica y Caserones, las que serían resultado de una enfermedad respiratoria bastante

común en poblaciones prehispánicas como la neumonía. Los autores avalan que esta enfermedad respiratoria fue una de las principales causas de muerte en el Norte de Chile precolombino, destacando la muestra de Caserones con un 68% de los individuos afectados por esta enfermedad respiratoria (Fontana et al. 1983).

Siguiendo con los estudios de material orgánico humano, De Araujo et al. (1985) constató la presencia de huevos de parásitos intestinales en coprolitos humanos provenientes de los sitios de Caserones y del valle de Tarapacá. El tipo de parásito identificado fue el *Enterobius vermicularis* comúnmente conocido como “pidulle”, el que puede generar problemas gastrointestinales e incluso algunos trastornos nerviosos como el bruxismo. Por otro lado, Holden y Núñez (1993) analizaron el contenido intestinal de cinco momias tarapaqueñas provenientes de los cementerios Tarapacá 40, Pircas 2 y Caserones Sur. Los resultados avalan un importante consumo de algarrobo debido al frecuente hallazgo de fragmentos de vainas de este fruto en la mayoría de las muestras intestinales. Destaca también el hallazgo de semillas de maíz, aunque llama la atención la baja presencia de este cultígeno. No obstante, a pesar de que las evidencias de consumo de maíz sean más débiles, no cabe duda que su consumo fue efectivo, no sólo por las evidencias entregadas por Holden y Núñez (1993) sino que también Kautz (1980) quien reporta la presencia de polen de maíz en coprolitos humanos, provenientes de sitios tarapaqueños.

Otros alimentos registrados en el contenido intestinal están representados por la quinoa (*Chenopodium quinoa*), la totora (*Schoenoplectus scirpus*), el cachiyuyo (*Atriplex atacamensis*), el pescado y restos de animales terrestres (huesos y fibras musculares), que confirman el consumo de vegetales (domesticados y silvestres) así como proteínas de origen animal y recursos marinos como parte de la dieta (Holden y Núñez 1993).

A estos datos que contribuyen para inferir dieta en Tarapacá 40, se suman los análisis realizados por Herrera (2010), quien reporta patologías orales en la colección esquelética de este sitio, y que estarían indicando un alto consumo de carbohidratos como el algarrobo y el maíz. Esto estaría avalado por la presencia de caries y una considerable pérdida de dientes *antemortem*, estimándose un promedio de nueve dientes perdidos por individuo durante la vida. Asimismo, el consumo de algarrobo, la ingesta de alimentos marinos, y en menor medida, las actividades de molienda, podrían haber provocado un desgaste oclusal moderado, como resultado del consumo de alimentos duros y abrasivos como el algarrobo, así como consecuencia de la intrusión de pequeñas partículas de arena (mársicos) y piedra (molienda) depositadas en los alimentos (Ibíd.).

En relación a las actividades cotidianas, los individuos de TA40 habrían realizado trabajos repetitivos de levantamiento y transporte de cargas pesadas, teniendo un impacto sobre la estructura ósea visible en marcadores músculo esqueléticos del húmero, y artropatías en las vértebras torácicas y lumbares (Herrera 2010). También la autora reporta la presencia de fracturas *perimortem*, traumas craneales y faciales, que darían cuenta de conflictos interpersonales producto del cambio social y económico propio del Período Formativo. Aspectos relacionados con dieta, marcadores músculo esqueléticos y trauma no tendrían diferencias acentuadas entre hombres y mujeres siendo aspectos que afectaron de forma igualitaria a ambos sexos (Ibíd).

Santana y colaboradores (2012) evaluaron los valores isotópicos de un individuo femenino adulto procedente del sitio TA40. Los resultados muestran interesantes variaciones en la dieta consumida durante la infancia y los últimos años de vida de este individuo. Los análisis realizados en el segundo premolar de este esqueleto, revelaron que su dieta se basó principalmente en recursos marinos durante la infancia. Los altos valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ para esta pieza dental se acercaron bastante a las señales isotópicas de sitios costeros, tales como Cáñamo 3 y Caleta Huelén 2. No obstante, tras analizar los resultados isotópicos obtenidos para la fibula de este mismo individuo se detectó una importante baja en los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$, tanto de colágeno como de apatita. Esto nos indica que durante su adultez existieron cambios en la alimentación en este individuo femenino de TA40, probablemente diversificando su dieta con los recursos de la quebrada de Tarapacá (Santana et al. 2012).

Con respecto al estado de salud oral de las poblaciones de Período Intermedio Tardío, Retamal y equipo (2006) analizan las patologías dentales de la colección bioantropológica Pica-8, registrando una elevada frecuencia de caries (57,2% leves y 33,3% severas) junto con una alta acumulación de tártaro dental (80,9%), y un considerable porcentaje de piezas dentales perdidas *antemortem* (66,6%). Los autores explican que la presencia de caries se debería al aumento en el consumo de carbohidratos, encontrados principalmente en alimentos ricos en azúcares como lo son el maíz y el algarrobo, mientras que la elevada acumulación de tártaro podría estar relacionada con la masticación de hojas de coca.

Por otro lado, y a partir de análisis en la misma colección esquelética de Pica-8, Retamal y colaboradores (2006) mostraron altos niveles de estrés ambiental que afectaron a gran parte de la población. Destacan las patologías infecciosas como la tuberculosis, al igual que las patologías articulares de diferente tipo y grado, principalmente en la columna

vertebral y articulaciones apendiculares mayores (Retamal et. al. 2006). Esto último estaría dando cuenta de un intenso ejercicio físico, así como de posturas repetitivas y estresantes. A su vez, dichas actividades estarían divididas por género a partir de las diferencias observadas en algunos indicadores músculo-esqueléticos y artropáticos. Por último, se observan altos indicadores de estrés nutricional como la hipoplasia del esmalte y el síndrome criboso (Ibíd).

En relación a las diferencias de estatus dentro de la población, la evidencia arqueológica en Pica-8 demuestra que alcanzó un nivel de diferenciación social importante, como lo demuestran los patrones de ajuares encontrados en las tumbas. Esta diferenciación no sólo se refleja en la heterogeneidad de las ofrendas, sino también en características biológicas de la población, observándose diferencias morfológicas craneales entre de los individuos, en asociación con la calidad y abundancia de ajuares (Uribe, 2006).

Respecto a estudios sobre paleodieta durante el PIT, Santana y equipo (2015) evalúan las señales isotópicas de carbono (C_{13}) y nitrógeno (N_{15}) en los individuos de Pica 8 utilizando la misma metodología de análisis que los individuos de Quitor 6 antes descrito. Los resultados muestran una gran variabilidad en las señales isotópicas del carbono presente en el colágeno y la apatita, así como del nitrógeno, lo que permitiría interpretar tres grupos dietarios. Por una parte, los altos valores de C_{13} en el colágeno y N_{15} sería interpretado como evidencia de una dieta marítima. Por otra parte, los altos niveles de C_{13} en la apatita (del hueso y del esmalte dental) así como bajos niveles de N_{15} sugieren, en su conjunto, un importante consumo de maíz. Y por último, la composición isotópica basada en el C_3 sugiere una dieta terrestre (Santana et al. 2015). Estos resultados serían consistentes con la importancia de recursos marítimos y agrícolas (en especial el maíz) en la tradición cultural Pica-Tarapacá durante el Período Intermedio Tardío.

Como podemos ver, la bioantropología nos entrega correlatos biológicos a lo largo de los diferentes Períodos crono-culturales en Atacama y Tarapacá, donde la población prehistórica estaría sujeta a importantes estresores ambientales como los parásitos, enfermedades infecciosas y patologías orales, junto a estresores sociales de violencia como los traumas y fracturas óseas. Así es como también, el correlato arqueológico nos informa sobre los procesos de cambio y transformación sociocultural de las poblaciones pasadas, los que se fueron desarrollando de manera particular en Atacama y Tarapacá vinculados estrechamente a la oferta económica de cada nicho ecológico, como también a la interacción e integración con grupos humanos establecidos en áreas adyacentes (Noroeste Argentino -NOA-, Sur de Bolivia, costa pacífica en Atacama, y costa pacífica-

quebradas-altiplano en Tarapacá). No obstante, aspectos relacionados con la adaptación biocultural de las poblaciones prehispánicas atacameñas y tarapaqueñas es aún fragmentaria y no han sido lo suficientemente integrada debido a la falta de estudios comparativos interregionales y diacrónicos.

La presente memoria de título tiene por objetivo evaluar comparativamente el impacto biocultural que significaron las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá. Este objetivo se evaluó en correlato a la ocupación de diferentes enclaves ecológicos del Desierto de Atacama (puneño y ripariano respectivamente), como también los distintivos procesos de cambio sociocultural que atravesaron las poblaciones ambas áreas de estudio. Para ello se utilizaron indicadores de dieta y estrés ambiental en muestras osteológicas procedentes de dichas áreas, con el fin de comprender mejor los procesos de adaptación biocultural que sufrieron los grupos prehispánicos que habitaron ecosistemas desérticos diferenciados, asociado a transformaciones socioculturales entre el Período Medio y el Intermedio Tardío en Atacama y, entre el Período Formativo y el Período Intermedio en Tarapacá.

IV. Pregunta de Investigación

Considerando las particulares dinámicas de transición agroalfarera a lo largo del Período Formativo al PIT en Atacama y Tarapacá, y en consideración a los diferentes nichos ecológicos de desierto en que se establecieron atacameños y tarapaqueños, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál fue el impacto biocultural de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá sobre la biología esquelética en poblaciones prehispánicas atacameñas y tarapaqueñas, analizado a través de indicadores dentales de dieta e indicadores de estrés ambiental?

IV.II Justificación del Estudio

Varias décadas de investigación realizadas en colecciones bioantropológicas prehispánicas del Norte de Chile han proporcionado valiosa información en relación a las condiciones de salud y enfermedad (paleopatología), dieta y patrones de subsistencia, modificaciones culturales del cuerpo, trauma y violencia interpersonal, estructura genética de la población, entre otros aspectos. Sin embargo, no se han explorado las respuestas biológicas de las poblaciones pasadas durante las transiciones agroalfareras en dos áreas ecológica y culturalmente distintivas como lo son Atacama y Tarapacá. El estudio comparativo de indicadores de dieta y estrés ambiental nos permitirá evaluar las respuestas biológicas de estas poblaciones atacameñas y tarapaqueñas a un nivel cultural, en dos áreas de estudio que presentan dinámicas de transformación sociocultural distintivas durante las transiciones agroalfareras, y a un nivel ecológico, en poblaciones asentadas en diferentes nichos ecológicos de desierto.

V. Hipótesis

V.I Hipótesis Nula: H0

Debido a la naturaleza de las evidencias y los indicadores utilizados es posible que las condiciones de vida que pudieron afectar a las poblaciones pasadas no necesariamente se vean reflejadas en la biología esquelética (Aufderheide y Rodríguez-Martín 1998, Ortner 2003, Waldron 2009). De ser así, se esperaría la ausencia de diferencias estadísticamente significativas al comparar las transiciones agroalfareras en Atacama y Atacama en los indicadores de dieta y estrés ambiental tanto a nivel cultural como a nivel ecológico.

Por lo tanto, la hipótesis nula sería que no se observarían diferencias significativas en los indicadores de dieta y estrés ambiental entre las muestras esqueléticas asociadas a las transiciones agroalfareras del Período Medio al PIT en Atacama y del Periodo Formativo al PIT en Tarapacá.

V.II Hipótesis Biológica: H1 y H2

De acuerdo a la pregunta de investigación es posible plantear dos hipótesis biológicas.

H1: Dieta. Se observarían diferencias significativas en los indicadores de dieta entre las muestras esqueléticas asociadas a las transiciones agroalfareras del Período Medio al PIT en Atacama y del Periodo Formativo al PIT en Tarapacá.

Transiciones agroalfareras: De acuerdo a la mayor intensificación de la agricultura hacia los períodos más tardíos, es posible esperar una variación en las condiciones de salud oral de las poblaciones prehispánicas de Atacama y Tarapacá de acuerdo al sistema de subsistencia predominante. Durante el PIT se registran amplias áreas de cultivo en ambas áreas de estudio, lo que podría estar asociado a una mayor ingesta de carbohidratos representados por cultígenos como la papa, el maíz y la calabaza. Un mayor consumo de estos cultígenos podría repercutir en una mayor frecuencia de caries y pérdida dental *antemortem* en individuos atacameños y tarapaqueños . De esta manera, se esperaría observar diferencias significativas en los indicadores de dieta a lo largo de las transiciones

agroalfareras en ambas áreas de estudio, en especial, un aumento en la frecuencia de caries hacia períodos más tardíos.

Nichos ecológicos: Las marcadas diferencias presentes en los ecosistemas de quebradas y valles que caracterizan el área de Tarapacá en relación a los oasis pre-puneños alrededor del Salar de Atacama se relacionan con economías productivas distintivas. Teniendo en cuenta el énfasis en la complementación de recursos costeros y vallunos en el área de Tarapacá se esperaría observar un mayor grado de desgaste dental en los individuos tarapaqueños. Asimismo, considerando el desarrollo de una importante tradición agro-pastoril en Atacama se esperaría observar una mayor frecuencia de caries en los individuos atacameños. Por lo tanto, se esperaría observar diferencias significativas en los indicadores de dieta en las muestras de ambas áreas de estudio.

H2: Estrés Ambiental. Se observarían diferencias significativas en los indicadores de estrés ambiental entre las muestras esqueléticas asociadas a las transiciones agroalfareras del Período Medio al PIT en Atacama y del Periodo Formativo al PIT en Tarapacá.

Transiciones agroalfareras: De acuerdo a Goodman y equipo (1988) las poblaciones pasadas (y presentes) se ven afectadas por estresores ambientales y culturales. Los sistemas culturales funcionan como verdaderos amortiguadores de los estresores ambientales, los que han favorecido considerablemente la adaptación humana en diferentes ambientes en todo el mundo (Moran 2007). Sin embargo, los propios sistemas culturales pueden provocar niveles de estrés psicosocial que pueden influenciar en la manifestación de ciertas enfermedades (Goodman et al. 1988). Goodman y colaboradores (1988) mencionan que *“the few endocrinological studies of stress in free-living populations have provided some very direct confirmations of the links between physiological stress and broad socioeconomic changes, most notably migration and development. They tell something of the effect of conditions of change on the biology of individuals”* (Goodman et al., 1988:177).

Las jerarquías sociales pueden ser un buen ejemplo de estrés psicosocial, ya que significa la segmentación dentro de una sociedad donde generalmente se encuentran grupos privilegiados y grupos desfavorecidos. Los grupos privilegiados pueden acceder a alimentos de mejor calidad nutricional que aquellos desfavorecidos, lo que significaría menos estrés nutricional y consecuentemente una menor probabilidad de manifestación

de algunas enfermedades (como la anemia). Situación inversa sería para aquellos grupos desfavorecidos. De esta forma, se esperaría una mayor manifestación de estrés ambiental, dado por factores culturales y sociales, hacía períodos más tardíos que tempranos, ya que habría una mayor jerarquización y segmentación social que podría ser causa de estrés psicosocial.

Nichos Ecológicos: El ambiente se presenta como una fuente de recursos necesarios para la sobrevivencia y también como una fuente de estresores que afectan adversamente la adaptación.

De acuerdo con las condiciones de mayor sequedad detectadas por Maldonado y González (2012) así como por Gayo y colaboradores (2012) hacia el primer milenio de nuestra era en el área de Tarapacá, se esperaría observar una mayor frecuencia de indicadores de estrés ambiental hacía el PIT en poblaciones tarapaqueñas. Lo mismo ocurre con las condiciones paleoambientales imperantes en Atacama, ya que también estarían relacionadas con una mayor sequedad hacía el PIT, en correlato con el escenario paleoclimático de los Andes Centro-Sur. Torres-Rouff y Costa (2005) mencionan que *“the paleoecological evidence shows that a large drought gripped the southern Andes at the onset of the Late Intermediate Period”*⁸ (Ortloff y Kolata 1993, Binford et al. 1997 en Torres-Rouff y Costa 2005: 66), lo que podría estar impactando significativamente a las poblaciones prehispánicas atacameñas del PIT. Por lo tanto, se esperaría mayor prevalencia de indicadores de estrés ambiental por causas de estresores climáticos hacía períodos más tardíos que tempranos tanto en los grupos tarapaqueños como atacameños.

Por otro lado, y en términos de absorción de nutrientes, el consumo de maíz interferiría negativamente en la absorción de hierro a nivel intestinal, lo que favorecería la manifestación de anemia ferro-priva por déficit nutricional (Ortner 2003). Hacia períodos más tardíos, como el PIT, la producción de maíz era significativamente importante en la dieta de estas poblaciones, de modo que se esperaría observar una mayor frecuencia de individuos con anemia y consecuentemente manifestados a nivel óseo como cribra orbitalia e hiperostosis porótica hacía períodos más tardíos que tempranos en ambas áreas de estudio.

⁸ Evidencias paleoecológicas muestran que ocurrió una gran sequía al Sur de los Andes hacía el inicio del Período Intermedio Tardío.

VI. Objetivos

VI.I Objetivo General

Evaluar comparativamente el impacto biocultural de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá a través de indicadores de dieta y estrés ambiental en colecciones bioantropológicas prehispánicas atacameñas y tarapaqueñas.

VI.II Objetivos Específicos

1. Caracterizar el perfil paleodemográfico de todas las muestras estudiadas, a través de estimación de sexo y edad.
2. Estimar la frecuencia de indicadores dentales de dieta tales como caries dentales, desgaste oclusal y pérdida dental antemortem entre grupos tarapaqueños y atacameños.
3. Estimar la frecuencia de indicadores dentales y osteológicos de estrés ambiental como hipoplasias del esmalte dental, hiperostosis porótica y *cribra orbitalia* entre tarapaqueños y atacameños.
4. Analizar comparativamente los dos grupos de indicadores (dieta y estrés) a **nivel intergrupar** de acuerdo a:
 - a. Transiciones agroalfareras (cronológico): comparar las frecuencias de los indicadores de dieta y estrés entre las transiciones agroalfareras bajo estudio. El Período Medio al Período Intermedio Tardío en Atacama, y el Período Formativo al Período Intermedio Tardío en Tarapacá.
 - b. Transiciones agroalfareras (sexo): comparar las frecuencias de los indicadores de dieta y estrés entre los hombres del PM al PIT, y las mujeres del PM al PIT en Atacama, y los hombres del Período Formativo al PIT y las mujeres del PF al PIT en Tarapacá.

- c. Áreas Ecológicas (valles y pre-puna): comparar las frecuencias de los indicadores de dieta y estrés de las muestras analizadas entre atacameños y tarapaqueños, de acuerdo a la ocupación de diferentes nichos ecológicos de desierto de valle y oasis (Tarapacá), así como oasis en la pre-puna (Atacama).
5. Analizar comparativamente los dos grupos de indicadores (dieta y estrés) a un **nivel intragrupal** de acuerdo a:
 - a. Sexo. Comparar las frecuencias de los indicadores de dieta y estrés entre hombres y mujeres de cada sitio.
 - b. Edad. Estimar las frecuencias de los indicadores de dieta entre grupos etarios en cada colección osteológica de ambas áreas de estudio.
6. Evaluar la asociación de los indicadores de estrés ambiental realizando las siguientes correlaciones: Hipoplasias x Cribra Orbitalia, Hipoplasias x Hiperostosis Porótica, y Cribra Orbitalia x Hiperostosis Porótica en todas las colecciones bioantropológicas estudiadas.

VII. Material y Métodos

VII.I Colecciones osteológicas del área de Atacama

En Atacama el material osteológico analizado proviene de los cementerios Solcor 3, Coyo 3, representando muestras del Periodo Medio, y los cementerios Quito 6 y Toconao Oriente representando muestras del PIT. En el caso de los sitios Solcor 3, Coyo 3 y Quito 6 los análisis fueron efectuados a partir del registro realizado por Neves y Costa en la década de los 80, los que fueron sistematizados en tablas excel para la presente investigación, cuyas fichas de registro se encuentran disponibles en el museo R.P. Gustavo Le Paige en San Pedro de Atacama. En el caso de Toconao Oriente, los análisis fueron realizados por la autora.

La Figura 3 ilustra la distribución espacial de los sitios estudiados para los oasis atacameños, descritos a continuación.



Figura 3: Mapa con la ubicación geográfica de los sitios estudiados en los oasis atacameños. Extraído de Costa et al. (2004).

1. SOLCOR 3

El sitio Solcor 3 está ubicado en el ayllu homónimo en la localidad de San Pedro de Atacama y corresponde a un cementerio prehispánico asociado a la influencia Tiwanaku durante el Período Medio. Fue excavado por Bravo y Llagostera en 1983 excavándose un total de 153 cuerpos provenientes de 93 tumbas las que, en algunos casos, se

encontraban señaladas por palos de algarrobo y chañar (Bravo y Llagostera 1986). Dentro de las tumbas habían contextos no disturbados cuyas ofrendas se dispusieron en semicírculo frente al cuerpo, destacando la presencia de objetos del complejo alucinógeno, arcos, flechas, hachas y camélidos (Ibíd). También se encontraron contextos disturbados, los que presentaban fosas con más de un cuerpo, restos óseos diseminados y mal conservados, posiblemente correspondiendo a un área de fosas comunes (Ibíd.).

Como se menciona en el capítulo de los antecedentes, Bravo y Llagostera (1986) establecieron los patrones A, B, C y D a partir de los materiales asociados a los contextos fúnebres y la distribución de los entierros en el cementerio Solcor 3. El patrón B presenta un mayor vínculo con el centro altiplánico, por estar asociado a la presencia de objetos con iconografía Tiwanaku. En contraste, el patrón A muestra una menor presencia de objetos tiwanakota, interpretados como señal de una menor influencia del estado político-religioso altiplánico sobre este grupo de individuos (Bravo y Llagostera 1986). Por su parte, el patrón C presenta un considerable entierro de párvulos respecto de los otros patrones (4 de 6), aunque con escasa ofrenda asociada, destacando un tiesto de superficie externa alisada y superficie interna pulida asociado al estilo cerámico Dupont (Ibíd.). Finalmente, el patrón D está representado por formas cónicas de la cerámica negra pulida que, en esta tradición, serían tempranas y estarían asociadas a las fases 4 y 5 establecidas por Tarragó (1976) (Bravo y Llagostera 1986).

Por mucho tiempo el Patrón A fue asociado cronológicamente al Período Formativo Final (Solcor 3 Pre Tiwanaku), en cuanto el Patrón B fue vinculado al apogeo de la influencia del circuntítico en el Período Medio (Solcor 3 Tiwanaku). Estas asociaciones habrían sido el principal criterio para evaluar el impacto Tiwanaku sobre la población local como un antes (Solcor 3 Pre Tiwanaku asociado al patrón A) y un después (Solcor 3 Tiwanaku asociado al patrón B) en muchas de las investigaciones bioantropológicas realizadas en Atacama (Neves y Costa 1999, Costa et al. 2004, Lessa y Mendonça 2004, Da-Glória 2011). Sin embargo, nuevas dataciones absolutas realizadas en muestras esqueléticas de la colección Solcor 3 Pre Tiwanaku revelaron que estos individuos pertenecían plenamente al Período Medio (Hubbe et al. 2012), rompiendo con las categorías previamente establecidas por Llagostera y equipo (1988) vinculadas a una fase Pre Tiwanaku (Patrón A) y otra fase Tiwanaku (Patrón B) (ver Tabla 3).

En función de las nuevas fechas, Hubbe y colaboradores (2012) sugieren otras categorías analíticas para el cementerio Solcor 3: Solcor 3 Elite substituyendo a Solcor 3 Tiwanaku, y Solcor 3 No Elite en reemplazo de Solcor 3 Pre Tiwanaku. El grupo Elite de este

cementerio estaría asociado al patrón B con una clara presencia de objetos Tiwanaku, en cuanto el No Elite estaría asociado a los patrones A, C y D, los cuales no mostrarían una presencia importante de objetos vinculados al centro altiplánico (Hubbe et al. 2012). En suma, Solcor 3 Elite estaría relacionado con grupos de mayor estatus social, en cuanto Solcor 3 No Elite se vincularía con grupos de menor estrato social, lo que estaría principalmente definido por el tipo de ajuar asociado (Ibíd.)

Esta investigación utilizará los criterios ocupados por Hubbe et al. (2012), identificando 41 individuos en condiciones de análisis para Solcor 3 Elite y 38 individuos para Solcor 3 No Elite. Las dataciones absolutas existentes para este sitio se presentan en la Tabla 4, las que han sido realizadas a partir del material orgánico (C₁₄) y cerámico (TL). En la Tabla 4 también se incluyen las nuevas fechas por AMS realizadas por Hubbe et al. (2012).

Tabla 4: Número de individuos analizados y dataciones disponibles para Solcor 3.

Sitio/tumba	N	Datación Absoluta	Datación Calibrada	Referencias
Solcor 3 Elite	41	480 ± 80	673-867*	Llagostera et al. 1988
		570 ± 60	781-981*	Hubbe et al. 2012
		680 ± 90		
Solcor 3 No Elite	38	480 ± 60		Llagostera et al. 1988
<i>Tumba 5</i>			920 ± 120 d. C.	Bravo y Llagostera 1986
<i>Tumba 12</i>			510 ± 150 d.C.	
<i>Tumba 41</i>			850 ± 110 d.C.	
<i>Tumba 50</i>			720 d.C.	
<i>SC3: 05/1069</i>		1060 ± 120	920	Berenguer et al. 1988
<i>SC3: 11/1213</i>		1260 ± 120	720	
<i>SC3:12/1241</i>		1470 ± 150	440	
<i>SC3:41/1825</i>		1130 ± 110	850	
<i>SC3:50/1936</i>		1260 ± 95	720	

2. COYO 3

En la década de los 90' Costa y Llagostera excavaron el sitio Coyo 3 localizado en el ayllu homónimo de la comuna de San Pedro de Atacama. Por su materialidad y estilos cerámicos este sitio estaría asociado al Período Medio, en los momentos finales de la influencia Tiwanaku (Costa y Llagostera 1994).

En este cementerio prehispánico se registraron 51 tumbas las que eran en general individuales y en algunos casos múltiples. El sector excavado fue ocupado por individuos de ambos sexos y todas las edades, sin embargo, el ajuar de los hombres era en general más abundante que el de las mujeres (Ibíd).

Las evidencias artefactuales y bioantropológicas permiten una distinción de Coyo 3 en dos grupos: A y B. Los entierros del grupo A presentan ofrendas cerámicas de origen local y foráneo así como un importante ajuar de artefactos de plata. Los individuos de este grupo presentan deformación intencional del cráneo siendo predominante del tipo tabular erecta (85,7%), y secundariamente del tipo circular erecta (7,1%) y circular oblicua (7,1%) (Costa y Llagostera 1994). Por su parte los individuos del grupo B se caracterizan por presentar ajuares más abundantes que el grupo anterior, y por presentar una gran cantidad de artefactos psicotrópicos, así como objetos de oro y cobre. Igualmente se observa una amplia frecuencia de DCI tabular erecta (84,2%), como también cráneos no deformados (15,7%) (Ibíd).

Si bien no hay diferencias significativas en el patrón de distribución de la cerámica entre los grupos A y B, es posible identificar que la cantidad de objetos asociado a las mujeres es menor que el asociado a los hombres. También hay una tendencia de mayor presencia de objetos del complejo alucinógeno en hombres que en mujeres, así como también en las ofrendas de camélidos enteros (Costa y Llagostera 1994).

Aunque se describen ciertas particularidades entre los patrones A y B, los autores mencionan que las tumbas del cementerio Coyo 3 presentan cierta homogeneidad en sus características, siendo solo algunos rasgos diferenciables. Esto es una importante diferencia con el sitio Solcor 3, dónde se observaban claras distinciones entre los patrones definidos por Bravo y Llagostera (1986).

Para este estudio se consideró al cementerio Coyo 3 como un todo homogéneo, ya que no se tiene información sobre los individuos que pertenecen al grupo A y al grupo B. Las dataciones absolutas obtenidas para este sitio se encuentran asociadas al final de la influencia Tiwanaku como fue mencionado anteriormente. El número de individuos y las dataciones incluidas en este análisis se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5: Número de individuos analizados en Coyo 3 y dataciones disponibles para este sitio.

Sitio	N	Datación Absoluta	Datación Calibrada	Referencias
Coyo 3	33			
<i>Tumba 5</i>		990 ± 50 A.P.	960 d.C.	Costa y Llagostera 1994
<i>Tumba 15</i>		1040+/-70 A.P.	910 d.C.	
<i>Tumba 17</i>		1030+/-80 A.P.	920 d. C.	

3. QUITOR 6

El cementerio de Quito 6 está asociado al Período Intermedio Tardío y se encuentra ubicado sobre una terraza aluvial en los faldeos de la cordillera de la Sal en el ayllu homónimo. Fue excavado por Le Paige (1965) y por Costa (1988). Las excavaciones realizadas por Llagostera y Costa en la década de los 80 ponen al descubierto 42 tumbas de las cuales se registraron 33 individuos adultos y 14 subadultos, los que estarían asociados al Período Intermedio Tardío (Costa 1988). No se constató alguna diferenciación en el tratamiento de las tumbas de hombres y mujeres, situación que ocurre igualmente con los rangos etarios, presentándose un patrón homogéneo (Ibíd.).

En la mayoría de los enterratorios estaban presentes restos de camélidos, sumándose restos de roedores y cánidos en las Tumbas 32 y 33. En relación al material cultural asociado, es posible detectar que la ofrenda funeraria se reduce fuertemente en relación al Período Medio. En el caso de los entierros de los adultos, se observa la presencia de una cerámica utilitaria muy diferente a la cerámica abundante y bien trabajada del Período Tiwanaku. La cestería también se encuentra presente, y es caracterizada por su ausencia decorativa y por reemplazar en muchos casos a la cerámica. La actividad textil queda testimoniada por la presencia de husos y torteras en 10 tumbas. Por su parte, los

instrumentos que corresponden al complejo alucinógeno son mucho más sencillos (Costa 1988).

Las ofrendas de alimentos consisten en algarrobo (*Prosopis chilensis*), maíz (*Zea mayz*), y chañar (*Geoffrea decorticans*). El algarrobo es el producto más frecuente, ya que está presente en más del 50% de las tumbas, mientras que el maíz está por debajo del 50% y el chañar solo en un 5% (Costa 1988).

Los contactos con la costa están evidenciados por la presencia de conchas marinas, entre ellas una lapa (fisurélido), dos almejas (*Protothaca thaca*) y tres olivas peruvianas, estas últimas probablemente usadas como cuentas de collar (Costa 1988).

Algunos de los tipos cerámicos de la cultura San Pedro han sido descritos y nominados, como es el caso de la cerámica San Pedro Rojo Pulido, San Pedro Negro Pulido, San Pedro Negro Grabado y San Pedro Rojo Grabado (Tarragó 1976). La cerámica tardía que lleva el engobe espeso borraívino fue llamada “concho de vino” por Le Paige, San Pedro Roja Violácea por Orellana, y San Pedro Rojo Pintado por Núñez (1965) (Costa 1988:164). A pesar de ese escaso número de vasijas existe una gran variedad de tipos cerámicos, los que han sido descritos como el Concho de Vino y el Dupont (Costa 1988).

En base a los trabajos de Le Paige (1965) y Costa (1988), es posible identificar que el uso del cementerio presenta una tendencia cronológica creciente en el sentido sur-norte. Los entierros son más tardíos cuanto más al norte se encuentren, mostrando que este sitio presenta una larga ocupación.

Si bien este cementerio presenta una secuencia ocupacional asociada al Período Medio (Le Paige 1977) y al PIT (Costa 1988), las muestras analizadas en este estudio se encuentran adscritas al Período Intermedio Tardío (Costa 1988). La Tabla 6 exhibe las dataciones absolutas existentes para Quito 6 y el número de individuos que incluye este estudio.

Tabla 6. Número de individuos analizados en Quito 6 y dataciones disponibles para este sitio.

Sitio	N	Datación Absoluta	Datación Calibrada	Referencias
Quito 6	34			
Tumba 35		1240+-70 d. C.		Costa 1988
Tumba 35		1140+-130 d.C.		
Tumba 36		920+-70 d.C.		
Tumba 50		1060+-180 d.C.		

Tumba 54	840+-70 d. C.		
QT6-3633	1490+-40	551-662	Torres-Rouff y
QT6-2588	1290+-40	681-886	Hubbe 2012
QT6-2928	1180+-40	780-791	
		806-992	
QT6-2529	1050+-40	982-1054	
		1060-1150	
Q-6 2532	1640+-125	340	Berenguer et al.
Q-6 2881	1400+-140	580	1988
Q-6 54-688	1040+-130	940	
Q-6 35/409	840+-70	1140	

4. TOCONAO ORIENTE

El cementerio Toconao Oriente se encuentra a 30 kilómetros al sureste de San Pedro de Atacama y fue excavado por el padre Gustavo Le Paige entre las décadas de los 60' y 70, y posteriormente por Llagostera y Costa en la década de los 90'. En ambos casos se encontró una gran cantidad de tumbas con diversos ajuares (Llagostera 1996, Núñez 2007). A juzgar por las ofrendas funerarias presentes, se infiere que la gente de Toconao ya constituía comunidades con aldeas agrarias y pecuarias conglomeradas (Núñez 2007). Si bien los objetos presentes en este sitio se caracterizan por poseer expresiones culturales asociadas al Período Formativo, restos esqueléticos excavados por Llagostera y Costa en 1994 se encuentran asociados al Período Intermedio Tardío a partir de las nuevas dataciones absolutas realizadas por Torres-Rouff y Hubbe (2013) en material óseo de dos individuos de esta colección (ver Tabla 7).

Desafortunadamente no existen publicaciones disponibles que refieran al contexto cultural asociado a los entierros excavados por Llagostera y Costa en 1994, de modo que nuestra directriz contextual serán las fechas publicadas por Torres-Rouff y Hubbe (2013) de la muestra esquelética analizada en este estudio (ver Tabla 7).

Tabla 7. Número de individuos analizados en Toconao Oriente junto a las dataciones disponibles para este sitio.

Sitio	N	Datación Absoluta	Datación Calibrada	Referencias
Toconao Oriente	21			
TO-02		867+-44	1053-1063 1069-1073	Torres-Rouff y Hubbe 2013
TO-18		653+-43	1293-1408	

VII.II Colecciones osteológicas del área de Tarapacá

Dentro de las colecciones analizadas para el área de Tarapacá se encuentra el material esquelético de Tarapacá 40 (TA-40) y Pica 8 (P8), los que están asociados al Período Formativo e Intermedio Tardío respectivamente (Núñez 1982, Uribe 2009).

Ambos sitios provienen de enclaves ecológicos diferenciados, siendo área quebradeña en el caso de TA-40 y área de oasis en el caso de P8, cuya distribución geográfica se ilustra en la Figura 4. Ambos sitios fueron analizados por la autora y serán descritos a continuación con su contexto cultural asociado.

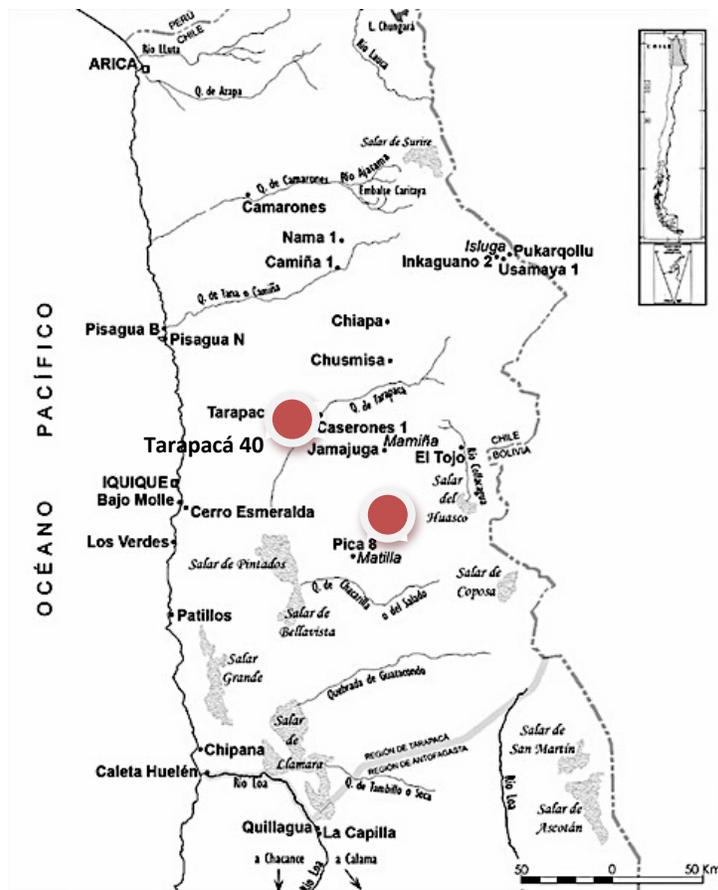


Figura 4. Distribución geográfica de los sitios estudiados en el área de Tarapacá. Mapa extraído de Uribe et al. (2007).

1. TARAPACÁ 40

El cementerio de Tarapacá 40 está localizado en el sector norte de la quebrada homónima y se encuentra dispuesto sobre una terraza fluvial en la parte baja del talud formado entre la quebrada y la pampa (Catalán 2010).

Las tumbas se encontraban demarcadas por postes y se caracterizan por ser fosas simples donde los cuerpos se encontraron en posición flectada, cubiertos con cuero de aves marinas y dispuestos sobre canastos. También se registro la presencia de algunos fardos funerarios envueltos con vestimentas de lana (Catalán 2010).

Dentro del material cultural presente en los entierros se encuentra: cerámica en miniatura, cerámica monocroma de uso doméstico, objetos en fibra vegetal (cestos y capachos), implementos para el consumo de psicotrópicos (tubos), agujas, sandalias de cuero, cobertores púbicos, cuentas de collar, cucharas, objetos para caza terrestre, lana,

esteras, mineral de cobre, vainas de algarrobo y tejidos como camisas, mantas afelpadas y turbantes (Núñez 1979, Catalán 2010). Los materiales costeros como ofrenda también son abundantes y variados, observándose objetos para la pesca, charquecillo de pescado, pulpos disecados y conchas de ostión, choro y otras especies (Ibíd).

Núñez (1979) identifica dos sectores de este cementerio, uno más temprano denominado Tr-40-A con fechas que van del 290 al 360 d.C., y un sector más tardío designado como Tr-40-B cuyas dataciones van del 360 al 700 d.C. Sin embargo, durante el análisis de esta colección no se contó con una identificación de los individuos donde estuviese consignado la procedencia del sector A o B del cementerio, razón por la cual se consideró a esta colección como un todo asociada al Período Formativo, sin distinguirse una fase temprana o una fase tardía (ver Tabla 8).

Tabla 8. Número de individuos analizados en Tarapacá 40 junto a las dataciones disponibles para este sitio.

Sitio	N	Datación Absoluta	Datación Calibrada	Referencias
Tarapacá 40	33	290-700 d.C.	--	Núñez 1979

2. PICA 8

El cementerio Pica 8 se encuentra localizado a los pies de la precordillera de los Andes a unos 30 km al este de la localidad de Matilla y al oeste del oasis de San Andrés de Pica (Retamal et al. 2012). Fue excavado por Lautaro Núñez en 1963, 1964 y 1965 (Zlater 1984), obteniéndose un total de 254 cuerpos enfardados con diversas ofrendas asociadas (Núñez 1984: 248 en Retamal et al. 2012). La materialidad cultural presente en los entierros de este cementerio caracterizan al Pica 8 como un sitio funerario vinculado al Período Intermedio Tardío.

Una parte de la colección bioantropológica de Pica 8 se encuentra resguardada en el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la Universidad de Antofagasta (Catalán 2010), y otra parte de ella se encuentra en los depósitos patrimoniales del Departamento de Antropología de la Universidad de Chile (Retamal et al. 2012). El presente estudio utilizó una muestra esquelética que se encuentra resguardada en esta última institución.

Respecto al material cultural presente en este sitio destaca la presencia de cerámica monocroma con baño rojo, cuya morfología predominante son los cuerpos globulares sin

asa, base cónica, cuello corto y estrecho con presencia de modelados zoomorfos y antropro-zoomorfos de estilo Chiza (Shiappacasse et al. 1989). Con relación a la textilería, se ha definido un estilo propio de Tarapacá que se emparenta estrechamente con la tradición textil de Valles Occidentales, distinguiéndose claramente de la tradición “atacameña” en tipos de prendas y técnicas de fabricación (Agüero et al., 1997; Agüero, 1998, 2000, 2002 en Catalán 2010). Las evidencias textiles la constituyen camisas de forma semitrapezoidal con orillas de urdimbres curvas y decoración dispuesta en listas laterales polícromas. También se registran bolsas *chuspas* y bolsas fajas decoradas mediante urdimbres complementarias y flotantes, así como bolsas agrícolas con decoración listada (Catalán 2010).

Por su parte, Zlatar (1984) da a conocer otros tipos de objetos muebles como cajitas cilíndricas y rectangulares con compartimentos, tubos, espátulas, cucharas, calabazas esféricas decoradas, formas de media calabaza con pedúnculo, peines, cestería con y sin decoración, cencerros de madera, “trompos”, husos, arcos, flechas, carcaj, sandalias, punzones e instrumentos musicales, los que conforman parte de los artefactos característicos de las quebradas interiores.

Otros materiales que han sido descritos en este cementerio se encuentran cestos con forma de tazones y platos (algunos con decoración), petos y “carcaj” de cuero, grandes capachos además de implementos agrícolas como palas y cuchillones de madera, hojas líticas de palas y azadones (Schiappacasse et al. 1989 en Catalán 2010).

Como se menciona anteriormente, el sitio Pica 8 se encuentra cultural y temporalmente asociado al Periodo de los Desarrollos Regionales (o Intermedio Tardío) y las dataciones disponibles se presentan en la Tabla 9 así como el tamaño de la muestra para este sitio.

Tabla 9. Número de individuos analizados en Pica 8 junto a las dataciones disponibles para este sitio.

Sitio	N	Datación Absoluta	Datación Calibrada	Referencias
Pica 8	35	1.000 d.C.		Zlater 1984

VII.III Métodos

1. Selección de la muestra

Para evaluar la pregunta de investigación planteada en la presente tesis se utilizaron indicadores dentales de dieta así como indicadores de estrés ambiental (metodología que será descrita más adelante). Para evaluar los indicadores dentales de dieta fue necesario seleccionar una muestra que presentase todas las piezas dentales permanentes erupcionadas. De esta forma los individuos seleccionados para este estudio fueron adultos mayores de 18 años. Igualmente, la cantidad de piezas dentales presentes en la arcada del maxilar y de la mandíbula no debía ser inferior al 50% para poder obtener resultados que fueran evaluados estadísticamente. Por su parte, para evaluar los indicadores de estrés ambiental era esencial que el cráneo presentase íntegramente el techo de las orbitas así como ambos huesos parietales y el hueso occipital.

2. Estimación de Sexo

Para la estimación de sexo de las colecciones osteológicas se utilizó la metodología propuesta por Buikstra y Ubelaker (1994), basándose en los indicadores del coxal, en particular, el arco ventral, la concavidad sub-púbica, el borde de la rama isquiopúbica y la escotadura ciática mayor. También se utilizaron indicadores del cráneo, como el proceso occipital externo, el proceso mastoideo, el margen supra-orbitario y la glabella (Buikstra y Ubelaker 1994). En el caso de contar sólo con cráneos que presenten deformación craneana intencional muy acentuada, y que se observen ciertas dificultades para establecer con rigurosidad la estimación de sexo, se optó por catalogarlos como indeterminados para evitar sobre o sub estimaciones.

3. Estimación de Edad

Respecto a la estimación de edad, en primera instancia se utilizó la erupción dental siguiendo las tablas de Buikstra y Ubelaker (1994), y de Rodríguez-Cuenca (1994). En

segunda instancia, se utilizaron las fases de la sínfisis púbica propuesta por Suchey y Brooks (Rodríguez-Cuenca 1994).

Tanto la estimación de sexo como la estimación de edad en las colecciones de Toconao Oriente, Tarapacá 40 y Pica 8 fueron realizadas por la autora, en cuanto las colecciones Solcor 3, Coyo 3 y Quitor 6 fueron realizados por María Antonietta Costa utilizando los mismos criterios propuestos por Buikstra y Ubelaker (1994).

4. Indicadores Dentales de Dieta

4.1. Caries Dentales

Las caries dentales resultan de una progresiva desmineralización del esmalte dental, así como de la dentina y del cemento en su estado más avanzado, producto de la actividad metabólica de las bacterias que se encuentran en la cavidad oral (Larsen 1997; Hillson 1996, 2005). Esta actividad metabólica se ve estimulada durante la fermentación de los carbohidratos, ya que la placa bacteriana genera ácidos orgánicos que son los principales causantes de las caries (Hillson 2005). Esto último explica por qué ésta patología dental se encuentra altamente correlacionada con el consumo de carbohidratos, siendo la razón de porque muchos investigadores utilizan las caries dentales como indicador de dieta en poblaciones prehistóricas (Hillson 1996, Larsen 1997, Temple y Larsen 2007, Watson 2008).

Para las muestras bajo estudio se registró la prevalencia de caries dentales según el criterio de Smith (1979) en Buikstra y Ubelaker (1994), consignando la cantidad y ubicación de caries presentes en cada pieza dental, y si su agresividad implicó o no la exposición de la cámara pulpar.

En términos de análisis estadísticos se consideró la presencia y ausencia de esta afección en cada pieza dental analizada.

4.2. Desgaste Oclusal

El desgaste dental es el resultado de la fricción generada por el contacto entre las superficies oclusales de la arcada superior e inferior (atrición), y por contacto entre las

superficies oclusales y el alimento al momento de la masticación (abrasión) (Klaus y Tam 2010). Se ha observado que la ingesta de alimentos fibrosos u abrasivos, así como la inclusión de pequeñas partículas exógenas al alimento consumido, tiene como resultado un importante grado de desgaste dental (Hillson 1996; Larsen 1997; Eshed et al. 2006). Investigaciones realizadas en poblaciones prehistóricas que comienzan a implementar un estilo de vida agricultor han registrado una merma considerable en el grado de desgaste dental debido a la composición de la dieta y la forma de preparación de los alimentos, puesto que influye su textura y consistencia (Smith 1984 en Buikstra y Ubelaker 1994). Así mismo, aquellas poblaciones prehistóricas de tradición marítima exhiben altos grados de desgaste oclusal como resultado del consumo de alimentos marinos, ya que éstos presentan una gran inclusión de partículas de arena procedentes del mar (Watson et al. 2011). De esta forma, el desgaste dental ha sido utilizado como un indicador para inferir dieta en poblaciones antiguas (Hillson 1996).

En este estudio, se documentó el desgaste dental en la escala de 8 grados basado en la cantidad de dentina expuesta sugeridos por Smith (1984), siguiendo los estándares del inventario de patologías dentales según Buikstra y Ubelaker (1994).

4.3. Pérdida Dental Antemortem

La pérdida de dientes *antemortem* tiene como resultado la reabsorción del hueso alveolar ya sea en el maxilar o en la mandíbula (Klaus y Tam 2010). Dentro de las causas relacionadas con la pérdida dental *antemortem* se encuentra el desarrollo de caries muy severas con exposición de cámara pulpar, un alto grado de desgaste dental asociado a un debilitamiento de la articulación fibrosa (gonfosis) que une el diente con el alveolo del maxilar o de la mandíbula, y en menor medida, la presencia de enfermedad periodontal (Larsen 1997, Lukacs 2007). También se han planteado otras razones como deficiencias nutricionales y ablación inducida culturalmente (Ortner 2003, Lukacs 2007).

Si bien la pérdida dental no es un indicador de dieta *per se*, si nos informa sobre la ausencia de dientes en vida lo que esta relacionado con las condiciones de salud oral, ya que dicha pérdida dental es considerada como el resultado de caries severas, desgaste severo, o enfermedad periodontal entre las causantes más comunes (Larsen 1997, Lukacs 2007). En este sentido, las condiciones de salud oral sí es utilizada para inferir dieta.

En esta investigación, la pérdida dental *antemortem* fue registrada siempre que el hueso alveolar se presentase reabsorbido o al menos en un estado de “obliteración” avanzado (Buikstra y Ubelaker 1994). En términos de análisis estadísticos su frecuencia se registró como presencia o ausencia de hueso alveolar reabsorbido por cada pieza dental.

5. Indicadores Osteológicos de Estrés Ambiental

Los indicadores de estrés ambiental (en adelante IEA) nos dan cuenta de disrupciones fisiológicas que ocurren en los individuos debido a algún cambio desfavorable en el ambiente (Larsen 1997, Waldron 2009). Pueden considerarse dos grupos, uno correspondiente a marcadores de estrés episódico y un segundo grupo relacionado con indicadores de estrés crónico. La hipoplasia del esmalte dental correspondería al primer grupo, mientras que la hiperostosis porótica y cribra orbitalia pertenecen al segundo grupo (Waldron 2009). De esta forma, la presencia de IEA en muestras esqueléticas nos informan sobre eventos de estrés agudo y/o crónico en la primera etapa del desarrollo (hipoplasias) o en diferentes episodios de la vida (cribra orbitalia e hiperostosis porótica) (Waldron 2009).

Los valores de las frecuencias de hipoplasias, cribra e hiperostosis fueron calculadas de acuerdo a la presencia o ausencia del indicador por individuo sobre la cantidad total de individuos en condiciones de análisis.

5.1. Hipoplasias del Esmalte Dental

Las hipoplasias del esmalte dental ocurren por una disrupción en la secreción de matriz celular de los ameloblastos, teniendo como consecuencia una deficiencia en el grosor del esmalte dental (Ortner 2003). Esto último deja como resultado la presencia de surcos o líneas horizontales en la superficie bucal de los dientes, especialmente en incisivos y caninos (Lewis y Roberts 1997).

Estos surcos en el esmalte dental se forman durante el desarrollo de los dientes permanentes antes de la erupción dental durante la primera etapa de la infancia (Buikstra y Ubelaker 1994; Ortner 2003). De esta manera, la presencia de hipoplasias en la dentición de las muestras en estudio nos darán cuenta de eventos de estrés episódico durante la primera etapa de desarrollo humano (Waldron 2009).

Los datos fueron relevados siguiendo los criterios de Goodman y colaboradores (1984), registrándose hipoplasias sólo en los dientes anteriores de la arcada superior (incisivos centrales, laterales y caninos), y sólo en los caninos de la arcada inferior. Se contabilizó la cantidad de líneas observadas macroscópicamente por pieza dental estudiada (Goodman et al. 1984).

5.2. Cribra Orbitalia

La cribra orbitalia se observa como un adelgazamiento del hueso cortical en el techo de la órbita, lográndose identificar una marcada porosidad en la porción anterolateral (Larsen 1997). Muchas investigaciones han asociado la presencia de cribra orbitalia como una respuesta biológica frente a una deficiencia de hierro, ya sea por causas genéticas (talasemia, sickleemia) o por causas ambientales (déficit nutricional, parásitos intestinales) (Walker 1986; Larsen 1997; Steckel y Rose 2002; Walker et al., 2009).

La cribra orbitalia fue registrada de acuerdo a dos estados: activa y en recuperación; el primer estado es cuando la porosidad en el techo de la órbita se observa muy nítidamente, y el segundo estado es cuando esta porosidad presenta señales de recuperación del hueso cortical (Walker et al. 2009). De esta forma, el criterio de registro fue presencia/ausencia de cribra orbitalia en el techo de la orbita izquierda y derecha, considerándose la distinción entre: presente activa o presente en recuperación.

5.3. Hiperostosis Porótica

Igual que en el caso de la cribra orbitalia, la presencia de hiperostosis porótica ha sido relacionada a una deprivación de hierro, en donde el organismo reacciona generando un adelgazamiento del diploe y un cambio en la orientación de las trabéculas de la bóveda craneana (Larsen 1997). Esto se identifica macroscópicamente como un área circunscrita de "*pitting*" y porosidad en la superficie externa del neurocráneo, principalmente en los huesos parietales y en el hueso occipital (Ibíd).

Teniendo en cuenta que muchos de los cráneos pertenecientes a las muestras analizadas presentan deformación intencional se decidió dejarlos fuera del análisis, ya que la deformación craneana puede causar una porosidad similar a la de la hiperóstosis porótica

(Ortner 2003, Allison et al. 1981; Aufderheide, 1990; Aufderheide y Rodríguez-Martín, 1998), sesgando el análisis de este indicador.

El criterio de registro de hiperostosis porótica fue igual el de cribra orbitalia, consignando su presencia en la condición de activa o en recuperación. También se consignó en qué hueso del cráneo se observó la afección: frontal, parietal (derecho e izquierdo) y occipital.

6. Análisis Estadístico

Con respecto a los indicadores dentales de dieta, los valores de la frecuencia de caries y de la pérdida dental *antemortem* fueron calculadas de acuerdo al número de piezas dentales afectadas sobre la cantidad de dientes disponibles para el análisis. En el caso del desgaste oclusal, los valores fueron calculados sumando los grados de desgaste sobre el total de piezas dentales examinadas (grado medio).

La significancia de las diferencias a nivel intergrupales e intragrupal fueron evaluadas a través de pruebas de χ^2 para las variables categóricas como caries dentales y pérdida dental *antemortem* (AMTL). Para ambos casos también se realizó el ajuste de Bonferroni que corresponde a una corrección estadística utilizada en el caso de comparaciones múltiples con el objetivo de disminuir la probabilidad de cometer un error tipo "I", esto es, rechazar falsamente la hipótesis nula (Madrigal 2012).

En el caso de variables ordinales, como lo es el desgaste dental, se utilizaron test estadísticos como ANOVA no paramétrica (o test de Friedman) para evaluar la significancia de las diferencias a nivel intergrupales, y *t test* para evaluar la significancia de las diferencias a nivel intragrupal.

En relación a los indicadores de estrés ambiental se utilizó el test exacto de Fisher para evaluar estadísticamente las frecuencias de hipoplasias, cribra orbitalia e hiperostosis porótica. Se escogió este test debido a que se evaluó este indicador por individuo, de manera que disminuía considerablemente la muestra, y es en estos casos en el cual se sugiere utilizar el test exacto de Fisher (Madrigal 2012).

Por último, se realizaron correlaciones de Pearson para evaluar la asociación de los indicadores de estrés ambiental. Se realizaron correlaciones de acuerdo a: Hipoplasias x Cribra Orbitalia, Hipoplasias x Hiperostosis Porótica, y Cribra Orbitalia x Hiperostosis Porótica.

VIII. Resultados

VIII.I Composición de las Muestras: Sexo y Edad

Los individuos analizados por la autora corresponde a un total de 88 esqueletos provenientes de las colecciones de Toconao Oriente (N=21), Tarapacá 40 (N=34) y Pica 8 (N=33). A este análisis se sumaron los registros realizados por Neves y Costa en la década de los 90', los que fueron organizados y sistematizados por la autora. En este último caso se analizaron los datos de la colección esquelética de Solcor 3, incluyendo No Elite y Elite (N=69), Coyo 3 (N=45), y Quitar 6 (N=33). En adelante los sitios serán mencionados de acuerdo a las siguientes abreviaciones: S3 NE, S3 E, C3, QT6, TO, T40 y P18.

Los resultados obtenidos para la estimación de sexo se presentan en la Tabla 10. En el caso de los sitios de S3 E, S3 NE, C3 y QT6, los resultados para sexo fueron los estimados por Neves y Costa los que son incluidos en este análisis.

Cabe destacar que algunos de los individuos analizados en TO, T40 y P8 no contaban con los coxales, o bien estaban parcialmente presentes debido a su conservación, de modo que en esos casos se procedió a estimar sexo sólo con los indicadores del cráneo. Cuando se contaba sólo con cráneos que presentaban deformación craneana intencional muy acentuada, existieron ciertas dificultades para establecer con rigurosidad la estimación de sexo, razón por la cual se optó por catalogarlos como indeterminados para evitar sobre o sub estimaciones.

Tabla 10. Frecuencia absoluta (*fa*) y frecuencia relativa (*fr* en porcentaje) de la estimación de sexo en las colecciones estudiadas.

SEXO	N	Masculino		Femenino		Indeterminado	
		<i>fa</i>	<i>fr %</i>	<i>fa</i>	<i>fr %</i>	<i>fa</i>	<i>fr %</i>
S3	69	30	43,48	39	56,52	0	0,00
C3	45	23	51,11	22	48,89	0	0,00
QT6	33	11	33,33	22	66,67	0	0,00
TO	21	9	42,86	10	47,62	2	9,52
T40	34	14	41,18	9	26,47	11	32,35
P8	33	15	45,45	14	42,42	4	12,12

Los resultados de los rangos etarios estimados se presentan en la Tabla 11. Es importante mencionar que se incluyeron en los análisis sólo los individuos que presentaban dentición permanente como una manera de controlar el efecto de la edad en el análisis de los indicadores dentales de dieta. De esta manera, el rango etario de 13-19 años sólo consideró individuos de al menos 18 años que ya presentaban el 3º molar erupcionado.

Tabla 11. Frecuencia absoluta (número de casos) y frecuencia relativa (en porcentaje) de la estimación de edad en las colecciones estudiadas.

EDAD	N	13-19		20-34		35-49		50+	
		<i>fa</i>	<i>fr %</i>						
T40	34	4	11,76	17	61,76	12	35,29	1	2,94
P8	33	7	21,21	17	51,52	9	27,27	0	0,00
S3	69	0	0,00	34	49,28	34	49,28	1	1,45
C3	45	1	2,22	9	22,22	31	68,89	4	8,89
QT6	33	0	0,00	26	78,79	4	12,12	3	9,09
TO	21	2	9,52	4	28,57	15	71,43	0	0,00

VIII.II Indicadores Dentales de Dieta

La frecuencia de caries, el grado medio de desgaste oclusal y la frecuencia de pérdida dental antemortem (AMTL) son exhibidos en la Tabla 12. Cada uno de estos indicadores serán descritos en los próximos ítems.

Tabla 12. Frecuencia de caries, grado medio de desgaste y frecuencia de pérdida dental antemortem en el total de la muestra y según sexo.

	CARIES			DESGASTE			AMTL		
	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino
ATACAMA									
S3 No Elite	45,50% 152/334	43,85% 100/228	49,05% 52/106	3,7	3,67	3,16	51,18% 436/841	41,66% 190/456	63,89% 246/385
S3 Elite	33,58% 181/539	22,69% 69/304	47,65% 112/235	3,01	3,02	2,94	39,63% 434/1095	27,04% 129/477	49,35% 305/618
C3	32,15% 199/619	25,93% 98/378	41,91% 101/241	4,08	4,32	3,79	45,81% 597/1303	36,37% 247/679	56,08% 350/624
QT6	52,38% 275/525	47,95% 105/219	55,56% 170/306	3,38	3,89	3,05	35,38% 334/944	29,26% 103/352	39,02% 231/592
TO	46,75% 144/308	51,85% 56/108	59,85% 82/137	4,07	4,83	4,11	47,65% 295/619	53,04% 148/279	52,32% 146/279
PICA-TARAPACÁ									
T40	16,66% 53/318	17,09% 27/158	19,78% 18/91	5,08	5,65	4,08	31,21% 256/820	33,63% 111/330	18,18% 44/242
P8	30,36% 92/303	27,54% 38/138	38,68% 41/106	2,81	2,49	3,24	28,42% 280/985	27,10% 119/439	37,03% 160/432

1. Caries Dentales

Los resultados de frecuencias obtenidos para caries muestran en el Figura 5. De acuerdo a los valores observados inmediatamente es posible notar una alta prevalencia en la mayoría de las muestras estudiadas, a excepción de T40. A modo general, al comparar los datos entre ambas áreas se advierte que Pica-Tarapacá reúne las muestras con las

menores frecuencias, mientras que Atacama concentra las muestras con las mayores prevalencias.

Pasando de esta observación más general a una más particular, se advierte que la muestra femenina es la que presenta las mayores frecuencias de caries en comparación a la muestra masculina, siendo una situación que ocurre en todos los sitios estudiados.

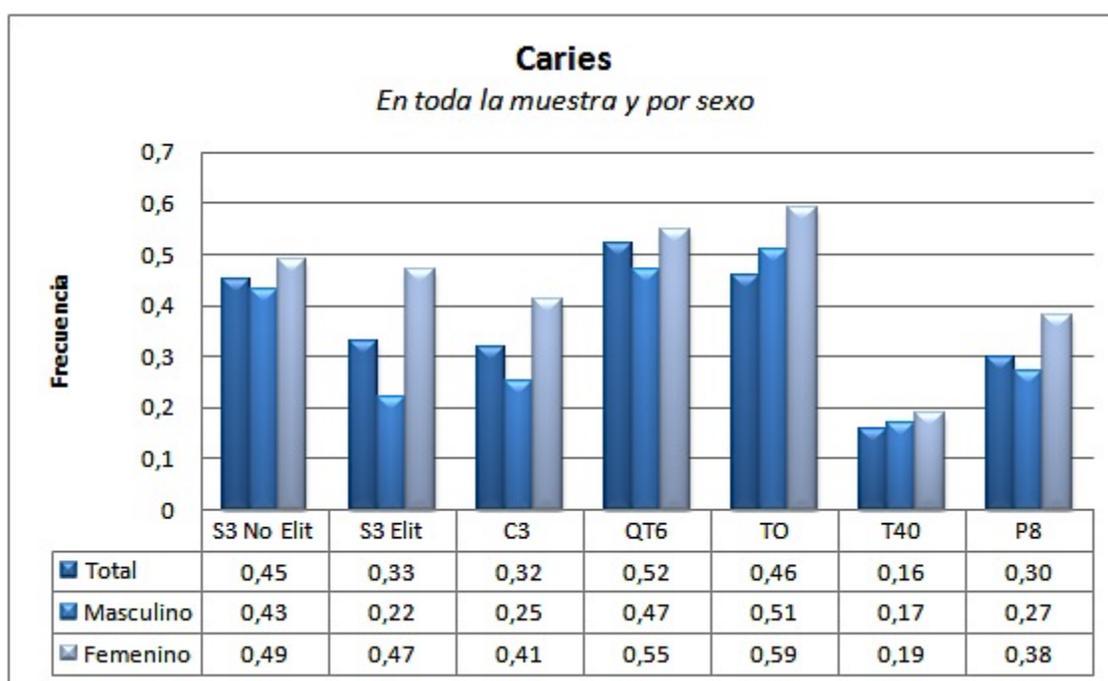


Figura 5. Frecuencia de caries en el total de la muestra y según sexo en cada sitio estudiado.

1.1 NIVEL INTERGRUPAL

La Tabla 13 resume los resultados de las pruebas estadísticas al comparar los datos intergrupalmente. A continuación se describirá los resultados de caries para las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá, en la población total y por sexo, para luego describir los resultados comparando ambas áreas ecológicas bajo estudio. Esta estructura en la exposición de los resultados a nivel intergrupar será utilizada en todos los indicadores bajo estudio.

Tabla 13. Prueba de χ^2 entre pares de series a nivel intergrupalo. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0,002$ ajustado por la corrección de Bonferroni; $\alpha 0.05/21 = 0.002$).

CARIES: NIVEL INTERGRUPAL						
χ^2	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	PI8
TOTAL						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.0006	P< 0.0001	P= 0.0583	P= 0.8129	P< 0.0001	P= 0.0001
S3 Elite	-	P= 0.6491	P< 0.0001	P= 0.0002	P< 0.0001	P= 0.3785
C3		-	P< 0.0001	P< 0.0001	P< 0.0001	P= 0.6365
QT6			-	P=0.1345	P< 0.0001	P< 0.0001
TO				-	P< 0.0001	P< 0.0001
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P< 0.0001
PI8						-
MASCULINO						
Atacama						
S3 No Elite	P< 0.0001	P< 0.0001	P= 0.4403	P= 0.2096	P< 0.0001	P= 0.0026
S3 Elite	-	P= 0.3762	P< 0.0001	P< 0.0001	P= 0.1975	P= 0.3267
C3		-	P< 0.0001	P< 0.0001	P= 0.0363	P= 0.7990
QT6			-	P= 0.5844	P< 0.0001	P= 0.0002
TO				-	P< 0.0001	P= 0.0002
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.0428
PI8						-
FEMENINO						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.9030	P= 0.2636	P= 0.2966	P= 0.1216	P< 0.0001	P= 0.1663
S3 Elite	-	P= 0.2422	P= 0.0827	P= 0.0305	P< 0.0001	P= 0.1540
C3		-	P= 0.0020	P= 0.0012	P= 0.0003	P= 0.6563
QT6			-	P= 0.4590	P< 0.0001	P= 0.0039
TO				-	P< 0.0001	P= 0.0017
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.0063
PI8						-

a. Transiciones Agroalfareras

a.1. Población Total

Al observar los resultados de la población total en Atacama podemos advertir los sitios que muestran las menores frecuencias de caries corresponden a S3E y C3 (asociados al Período Medio, en adelante PM) en cuanto los sitios S3 NE, QT6 y TO (asociados al Período Intermedio Tardío, en adelante PIT, a excepción de S3NE) representan las muestras con los más altos valores (ver Figura 5). Respecto al impacto de la transición del PM al PIT sobre la frecuencia de caries, es posible advertir una mayor frecuencia de esta patología oral hacia Períodos más tardíos destacando los sitios del PIT, representados por QT6 y TO, con una frecuencia que bordea el 50% de dientes con caries. Al evaluar estadísticamente ambos Períodos los resultados muestran que los sitios del PM exhiben diferencias significativas con los sitios del PIT en relación a la prevalencia de caries (ver Tabla 13).

Llama la atención el sitio S3 NE que presenta una alta frecuencia de caries, asemejándose a las frecuencias observadas para el PIT, lo que permitiría suponer una heterogeneidad en la prevalencia de esta patología durante el PM.

En la población total de Tarapacá, por su parte, es posible advertir una baja prevalencia de caries hacia el Período Formativo (en adelante PF) al observar las frecuencias del sitio T40, situación contrastante al observar la prevalencia de esta patología oral en la muestra del PI8, asociado al PIT, que presenta el doble de la frecuencia de caries que el Período anterior. Al evaluar estadísticamente los resultados desde esta perspectiva de la transición agroalfarera es posible observar diferencias significativas, situación esperable considerando la baja frecuencia de T40 relación a PI8.

a.2 Por sexo

Al comparar los hombres del PM al PIT y las mujeres del PM al PIT en Atacama ocurre una situación interesante. La muestra masculina de S3E y C3 representan los valores más bajos en la frecuencia de caries, mientras que S3NE, QT6 y TO corresponden a los valores más altos, siendo exactamente la misma situación observada cuando se comparó la población total. De modo que quienes muestran diferencias significativas son S3E y C3 con S3NE, QT6 y TO.

Sin embargo, al comparar la muestra femenina, los resultados son muy diferentes, sólo C3 muestra diferencias significativas con QT6 y TO, donde el primer sitio corresponde a la

más baja frecuencia, mientras que los dos últimos sitios representan las más altas frecuencias de caries (ver Figura 5 y Tabla 13). En general la frecuencia de caries se mantiene muy elevada en todas las muestras femeninas, no obstante, los sitios asociados al Período Medio (S3 NE, S3E, y C3) exhiben menores frecuencias cuando comparados con los sitios asociados al PIT (QT6 y TO). A pesar de esto, sólo C3 presenta diferencias significativas con los sitios del PIT, posiblemente porque las muestras femeninas asociadas al Período Medio presentan variaciones importantes mas no estadísticamente significativas. En este sentido, son los hombres los que muestran grandes contrastes al pasar de un Período a otro, y que a su vez, muestran diferencias estadísticamente significativas (ver Tabla 13).

Al comparar la muestra masculina de T40 (PF) con la de P8 (PIT) en Pica-Tarapacá los resultados no muestran diferencias significativas. Sin embargo, al comparar la frecuencia de la muestra femenina de T40 (19%) con la del mismo sexo de P8 (38%) si se observan diferencias significativas (ver Figura 5 y Tabla 13). Esto último nos podría estar indicando que fueron las mujeres las más impactadas en la salud oral en la medida que la agricultura fue tomando mayor protagonismo como sistema de subsistencia en el paso del Período Formativo (T40) al PIT (P8). Sin embargo, cabe destacar que otros factores de naturaleza más fisiológica (Lucaks y Largaespada 2006) también podrían estar incidiendo en estos resultados, aunque serán discutidos en el siguiente capítulo.

b. Áreas Ecológicas

Al comparar las dos áreas de estudio los resultados muestran diferencias significativas en todos los sitios analizados, en donde Atacama concentra las mayores frecuencias de caries, mientras que Tarapacá reúne las menores prevalencias de esta patología oral. Los sitios que no presentan diferencias significativas corresponden a P18 con S3 E y C3, los que presentan valores similares (ver Tabla 13 y Figura 5).

Estos resultados son consistentes con los distintos estilos de vida desarrollados por los atacameños y tarapaqueños, en donde los primeros tendrían un estilo de vida de índole más agrícola pastoril, mientras que los segundos se caracterizarían por ser agrícolas con diversificación de recursos costeros. Estos resultados serán abordados en la sección de discusión.

1.2. NIVEL INTRAGRUPAL

a. Sexo

Al comparar los datos a nivel intragrupal entre ambos sexos es posible observar que los hombres mantienen las menores frecuencias de caries mientras que las mujeres exhiben las más altas frecuencias en ambas áreas de estudio y en todos los sitios (ver Tabla 14). No obstante, las diferencias significativas sólo se observan en el área de Atacama, las que a su vez sólo se muestran en dos de los tres sitios asociados al Período Medio, correspondientes a S3E y C3 (ver Tabla 14). En relación a estos sitios, destaca la muestra masculina quienes exhiben las más bajas frecuencias de caries (22% en S3E y 25% en C3), no sólo dentro de los sitios asociados al Período Medio, sino que también dentro de todos los sitios del área atacameña.

Tabla 14. Prueba de χ^2 entre pares de series a nivel intragrupal (sexo). Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0.05$).

CARIES: NIVEL INTRAGRUPAL							
χ^2	S3 No Elite	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
	Atacama			Pica-Tarapacá			
<i>P valor</i>	P= 0.4415	P< 0.0001	P< 0.0001	P= 0.1025	P= 0.2610	P= 0.7184	P= 0.0880

b. Edad

Finalmente, las frecuencias de caries fueron graficadas de acuerdo al rango etario para visualizar el impacto de esta patología a lo largo de la vida de los individuos estudiados. Como se observa en el Figura 6 sólo P8, C3 y TO muestran la tendencia esperada, es decir, que la frecuencia de caries aumente conforme aumenta la edad. Esto debido al mayor tiempo en vida en que las piezas dentales son expuestas a bacterias como el *Streptococcus mutans*, correspondiente al principal microorganismo que causa las caries (Hillson 1996). Esto no ocurre en el resto de los sitios, e incluso en T40 y S3E la situación es la inversa, donde a mayor edad menor frecuencia de caries. Esta situación podría explicarse porque los individuos más jóvenes presentan mayor cantidad de piezas dentales presentes, de modo que existen más dientes expuestos al patógeno causante de caries. En cambio, los individuos más adultos muestran una considerable cantidad de

piezas dentales perdidas en vida de manera que los dientes expuestos al patógeno eran muchos menos, reduciendo el número de piezas dentales totales con las que se calcularon las frecuencias de caries.

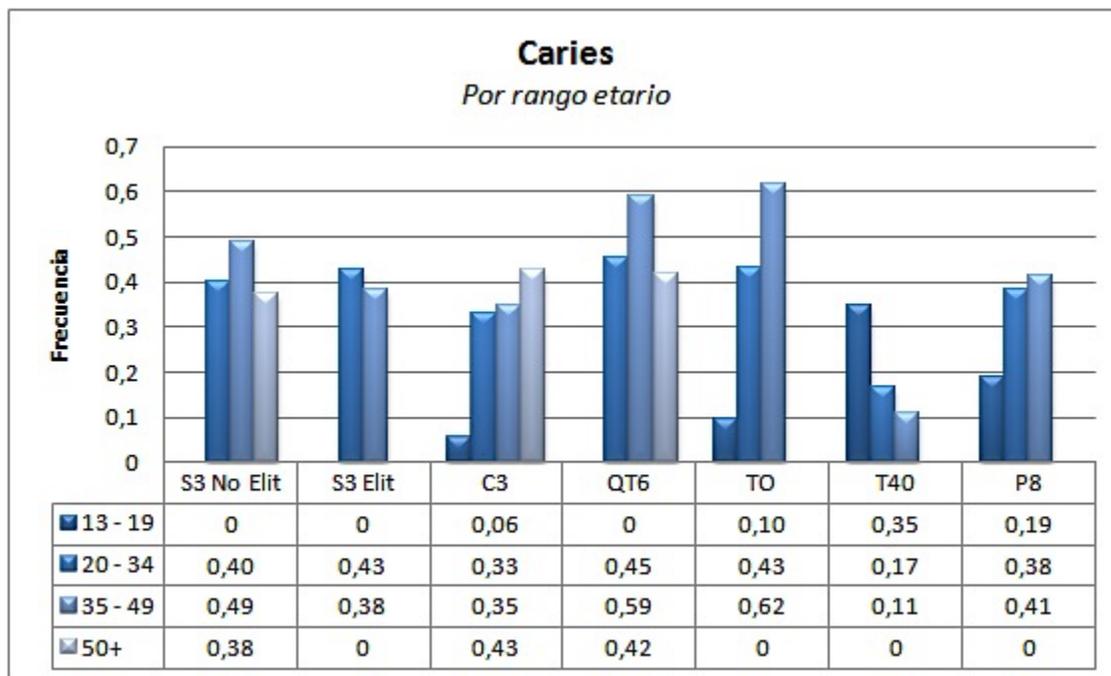


Figura 6. Frecuencia de caries según rango etario en los sitios de ambas áreas de estudio.

2. Desgaste Oclusal

Los resultados correspondientes a desgaste oclusal se presentan en el Figura 7. Al observar los datos se logra advertir que el área de Atacama muestra una cierta homogeneidad en la mayoría de los sitios, sin observarse una diferencia de valores tan acentuada. Sin embargo, el área de Pica-Tarapacá reúne los valores más extremos del grado medio de desgaste, donde T40 y P8 exhiben el mayor y el menor promedio de desgaste oclusal respectivamente, en relación a todos los sitios estudiados.

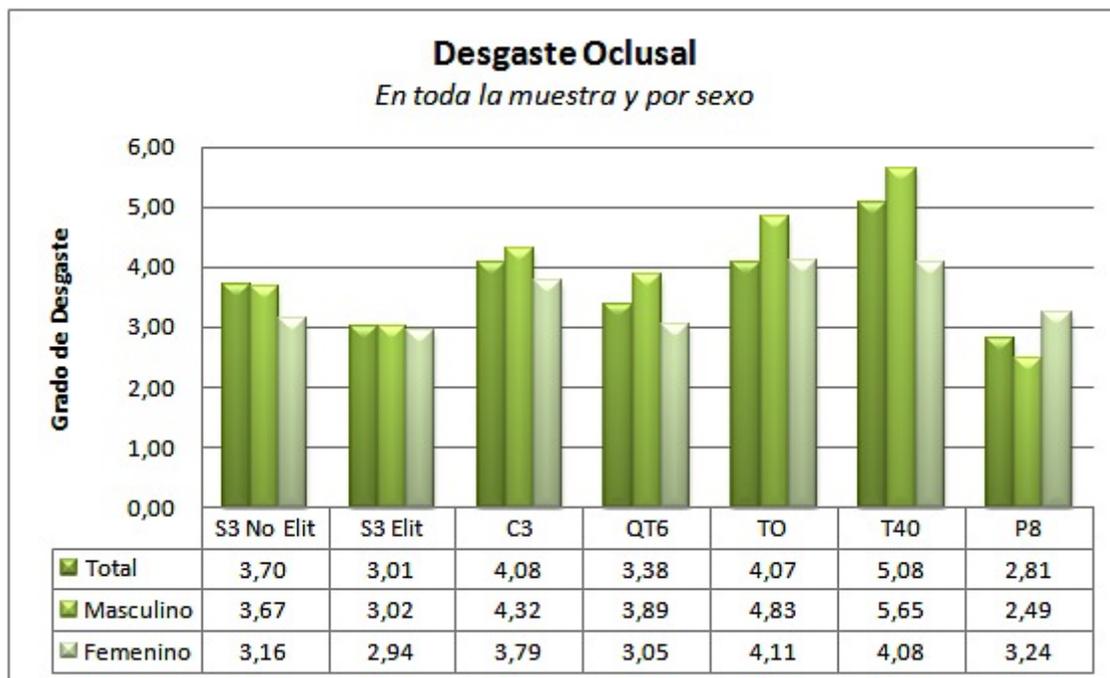


Figura 7. Grado medio de desgaste oclusal en el total de la muestra y según sexo en cada sitio estudiado.

2.1. NIVEL INTERGRUPAL

La Tabla 15 exhibe los resultados de las pruebas estadísticas al comparar los datos a nivel intergrupar. Al igual como fue descrito en el ítem anterior, pasaremos a revisar los resultados de desgaste oclusal para las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá, en la población total y por sexo, para luego describir los resultados comparando ambas áreas de ecosistemas desérticos (pre-puna, y valles quebradeños respectivamente).

Tabla 15. Prueba estadística de ANOVA no paramétrica para variables ordinales a nivel intergrupar. Test de Friedman entre pares de series y comparación múltiple de Dunn entre pares de sitios. Los valores destacados en letra negrita son estadísticamente significativos ($P < 0.05$)

<i>Test de</i>	DESGASTE: NIVEL INTERGRUPAL					
<i>Friedman</i>	S3Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
TOTAL						
Atacama						
S3 No Elite	P>0.05	P<0.05	P>0.05	P>0.05	P<0.001	P<0.05
S3 Elite	-	P<0.001	P>0.05	P<0.001	P<0.001	P>0.05
C3		-	P<0.05	P>0.05	P>0.05	P<0.001
QT6			-	P>0.05	P<0.001	P<0.05
TO				-	P>0.05	P<0.001
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P<0.001
PI8						-
MASCULINO						
Atacama	S3Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
S3 No Elite	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P<0.01	P<0.001	P>0.05
S3 Elite	-	P<0.001	P<0.05	P<0.001	P<0.001	P>0.05
C3		-	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P<0.001
QT6			-	P>0.05	P<0.001	P<0.001
TO				-	P>0.05	P<0.001
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P<0.001
PI8						-
FEMENINO						
Atacama	S3Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
S3 No Elite	P>0.05	P>0.05	P>0.05	P<0.01	P>0.05	P>0.05
S3 Elite	-	P<0.01	P>0.05	P<0.001	P<0.001	P>0.05
C3		-	P<0.05	P>0.05	P>0.05	P>0.05
QT6			-	P<0.001	P<0.05	P>0.05
TO				-	P>0.05	P<0.01
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P>0.05
P8						-

a. Transiciones Agroalfareras

a.1. Población Total

Los resultados observados en Atacama no presentan un patrón del todo claro, por lo que el comportamiento de estos datos es más difícil de explicar. Inmediatamente es posible advertir una heterogeneidad en el grado medio de desgaste oclusal al interior de las poblaciones del Periodo Medio y del PIT, en donde los valores más elevados están presentes en C3 y TO, mientras que los valores más bajos se exhiben en S3 (Elite y no Elite) y QT6 (ver Figura 7).

Al evaluar la significancia de estas diferencias en la transición de un Período a otro, se observa que el sitio C3 (PM) presenta diferencias con QT6 (PIT), y S3E (PM) con TO (PIT). Igualmente se observan diferencias significativas al interior de los sitios asociados al PM, como lo es el caso de C3 con Solcor 3 en sus muestras Elite y No Elite (ver Tabla 15).

En relación a la transición del Período Formativo al PIT en Tarapacá, los datos muestran bastante consistencia. La muestra de T40 presenta los más altos grados medios de desgaste dental, lo cual es elocuente con una dieta costera y una diversificación económica en los valles del interior (como la quebrada de Tarapacá). Por su parte, PI8 representanta un Período cultural donde la agricultura era una práctica fortalecida y más diversificada (el PIT), lo que es consistente con un menor grado de desgaste en la medida que los cultígenos, y el procesamiento de éstos, producían alimentos de consistencia más blanda. Así, al comparar estadísticamente ambas muestras, se observan diferencias significativas en esta transición del PF al PIT (ver Tabla 15), lo cual se ajusta de acuerdo a los antecedentes expuestos.

a.2. Por sexo

Por otro lado, al evaluar la transición de un Período a otro desde una perspectiva de sexo en el área de Atacama, se observa que la muestra masculina de S3 (Elite y No Elite) presenta diferencias significativas con TO, así como S3E muestra diferencias significativas con C3 y QT6 en Atacama. Este escenario no presenta ningún patrón de mudanzas claro, siendo complejo poder interpretar estos datos. Si bien hay diferencias significativas entre los sitios que representan la transición de un Período a otro, como lo es S3 Elite y No Elite (PM) con TO (PIT), al igual que S3E (PM) con QT6 (PIT), también

es posible apreciar diferencias significativas al interior de los sitios del PM tal como ocurría en la población total.

En el caso de las mujeres, también tenemos que S3 (Elite y No Elite) presentan diferencias significativas con TO, así como C3 presenta diferencias con QT6, que representan las muestras de transición del PM al PIT. Sin embargo, también tenemos diferencias significativas al interior de cada Período, como lo es C3 con S3E (PM) y QT6 con TO (PIT).

Tanto la muestra masculina como la muestra femenina está dando cuenta de una importante heterogeneidad dentro y entre las poblaciones bajo estudio en Atacama.

En Pica-Tarapacá la muestra masculina de T40 y P8 presentan diferencias significativas, observándose una drástica disminución del grado medio de desgaste pasando de 5,65 a 2,49 (ver Figura 7 y Tabla 15). Al comparar la muestra femenina de estos mismos sitios las diferencias no son significativas, donde la disminución de grado medio de desgaste fue mucho más discreto en relación a los hombres, pasando de 4,08 en T40 a 3,24 en P8. Esto da cuenta que son los hombres quienes están teniendo cambios la dieta en relación a desgaste, pasando a una alimentación menos fibrosa y abrasiva en relación a la mujeres hacía Período más tardíos (PIT).

b. Áreas Ecológicas

Al observar los resultados entre ambas áreas de estudio se logra observar una situación interesante. En general los sitios del oasis de atacama muestra altos valores de grado medio de desgaste tanto en el PM cuanto en el PIT, mientras que Tarapacá muestra un marcado contraste entre PF y PIT en donde ambas muestras analizadas presentan valores extremos. Por una parte, el sitio T40 muestra un elevado grado medio de desgaste, superando el promedio de todas las muestras estudiadas, mientras que P8 exhibe un bajo el menor grado promedio de desgaste al ser comparadas con las otros sitios en estudio. Al evaluar estadísticamente estas diferencias tenemos que Tarapacá, durante su Período Formativo, presenta diferencias significativas con la mayoría de los sitios de Atacama tanto en el PM en el PIT (a excepción de C3 y TO).

Esto nos informa de particularidades interesantes en ambas áreas. Por un lado, la heterogeneidad de desgaste al interior de Atacama podría estar asociado a una variación en la preferencia de los alimentos dentro de los Periodos y entre los Períodos de estas poblaciones. Y por otro lado, la marcada diferencia de desgaste entre T40 y PI8 en Tarapacá estaría vinculado a diferentes sistemas de subsistencia. Es decir, un alto grado

de desgaste observado en el sitio Formativo de T40 se muestra consistente con el registro arqueológico que da cuenta de una importante conexión con los recursos de la costa. Mientras que el bajo grado de desgaste que presenta el sitio PI8 se muestra consistente con las poblaciones agrícolas del PIT en el que la ingesta de alimentos sería de consistencia más blanda.

2.2. NIVEL INTRAGRUPAL

a. Sexo

Los resultados de las pruebas comparativas a nivel intragrupal se presentan en la Tabla 16. Es interesante reparar que S3 (en sus dos categorías analíticas) es el único sitio que no muestra diferencias significativas entre hombres y mujeres. Lo que es de considerar cuando incluimos los resultados para caries, pues los sitios vinculados al Período Medio son los únicos que presentan diferencias significativas en caries, pero a su vez son los únicos que no presentan diferencias significativas en desgaste (a excepción de C3).

Es importante destacar que el mayor promedio de desgaste está representado por la muestra masculina, a excepción de P8, siendo un escenario inverso a lo acontecido en la frecuencia de caries. Esto tal vez nos podría estar revelando que los hombres habrían tenido mayor acceso a una dieta más abrasiva como los recursos del pacífico, en el caso de Tarapacá, o bien otro tipo de recursos, como los frutos silvestres de algarrobo y chañar, en el caso de Atacama, lo que podría estar indicando un consumo diferenciando de alimentos según sexo.

Un mayor desgaste en la muestra masculina contribuiría a explicar, en menor medida, la baja frecuencia de caries observada en esta población, pues se ha postulado que el desgaste en las superficies del esmalte dental pudo haber atenuado el desarrollo de focos de caries (Hillson 1996), de manera que la abrasividad de los alimentos pudo significar un “buffer” en el impacto cariogénico de la salud oral. Esto último es particularmente consistente con lo ocurrido en T40, donde el elevado grado medio de desgaste y la baja frecuencia de caries se muestra coherente con el consumo de alimentos del pacífico que se le ha caracterizado a este sitio de acuerdo a la información arqueológica existente (Uribe, 2009; Santana et al. 2012), lo que será mayormente discutido en el siguiente capítulo.

Tabla 16. Prueba estadística *t test* no paramétrica para variables ordinales a nivel intragrupal. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0.05$)

DESGASTE: NIVEL INTRAGRUPAL							
<i>T test</i>	S3 No Elite	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
Atacama				Pica-Tarapacá			
<i>P valor</i>	P= 0.2408	P= 0.4465	P= 0.0011	P < 0.0001	P= 0.0319	P < 0.0001	P= 0.0164

b. Edad

Por último, el grado de desgaste no ilustra una tendencia a ser más acentuado a medida que va aumentando la edad, siendo solamente P8 y TO los que cumplen con este supuesto (ver Figura 8). Probablemente esto pueda ser explicado por una sub-representación de los rangos etarios menores y mayores, con un N= 14 en 13-19 años y un N= 9 en 50+ años, así como una sobre-representación de los rangos intermedios, con un N= 107 en 20-34 años y un N= 105 en 35-49 años (ver Tabla 10).

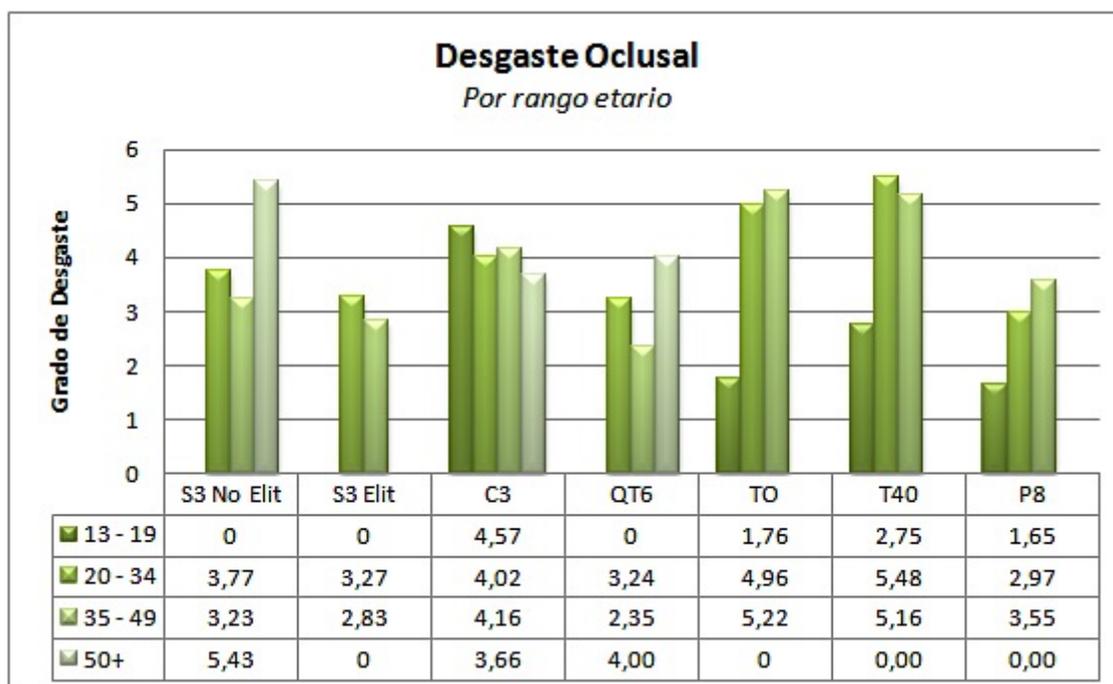


Figura 8. Grado medio de desgaste oclusal según rango etario en los sitios de ambas áreas de estudio.

3. Pérdida Dental Antemortem (AMTL)

Los resultados de frecuencias obtenidos para pérdida dental *antemortem* (en adelante AMTL) se presentan en la Figura 9. Al comparar los datos entre ambas áreas, la frecuencia de AMTL se comporta de manera similar a lo observado en caries, advirtiéndose que las menores frecuencias están presentes en Pica-Tarapacá, mientras que las mayores prevalencias se concentran en Atacama. Sin embargo, la muestra femenina no siempre muestra las mayores frecuencias, destacando el caso de T40 y en menor medida el caso de TO donde la muestra masculina fue la más afectada por AMTL.

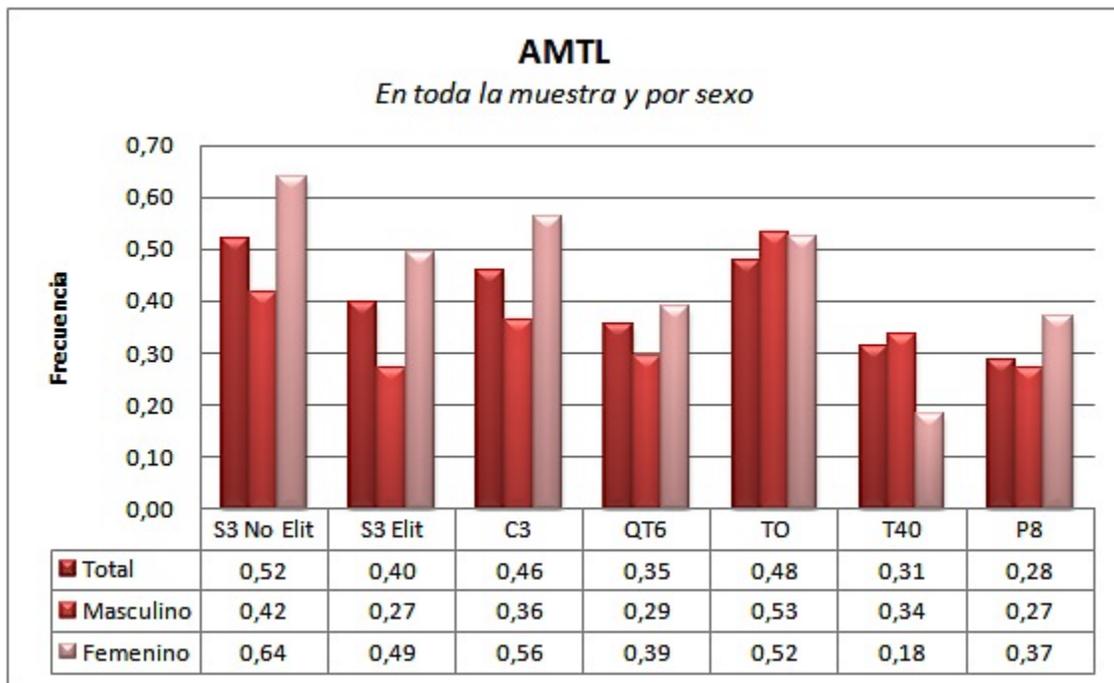


Figura 9. Frecuencia de dientes perdidos *antemortem* en el total de la muestra y según sexo en cada sitio estudiado

3.1. NIVEL INTERGRUPAL

Los resultados comparativos a nivel intergrupar se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17. Prueba de χ^2 entre pares de series. Los valores destacados en letra negrita son estadísticamente significativos ($P < 0,002$ ajustado por la corrección de Bonferroni; $\alpha 0.05/21 = 0.002$).

AMTL: NIVEL INTERGRUPAL						
χ^2	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
TOTAL						
Atacama						
S3 No Elite	P< 0.0001	P= 0.0073	P< 0.0001	P= 0.1266	P< 0.0001	P< 0.0001
S3 Elite	-	P= 0.0027	P= 0.0535	P= 0.0015	P= 0.0002	P< 0.0001
C3		-	P< 0.0001	P= 0.4796	P< 0.0001	P< 0.0001
QT6			-	P< 0.0001	P= 0.0723	P= 0.0012
TO				-	P< 0.0001	P< 0.0001
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.2145
PI8						-
MASCULINO						
Atacama						
S3 No Elite	P< 0.0001	P= 0.0831	P= 0.0004	P= 0.0034	P= 0.0270	P< 0.0001
S3 Elite	-	P= 0.0011	P= 0.5322	P< 0.0001	P= 0.0529	P= 0.9829
C3		-	P= 0.0265	P< 0.0001	P= 0.4333	P= 0.0016
QT6			-	P< 0.0001	P= 0.2510	P= 0.5548
TO				-	P< 0.0001	P< 0.0001
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.0604
PI8						-
FEMENINO						
Atacama						
S3 No Elite	P< 0.0001	P= 0.0171	P< 0.0001	P= 0.0036	P< 0.0001	P< 0.0001
S3 Elite	-	P= 0.0203	P= 0.0004	P= 0.4512	P< 0.0001	P= 0.0001
C3		-	P< 0.0001	P= 0.3286	P< 0.0001	P< 0.0001
QT6			-	P= 0.0003	P< 0.0001	P= 0.5619
TO				-	P< 0.0001	P< 0.0001
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P< 0.0001
PI8						-

a. Transiciones Agroalfareras

a.1. Población Total

Al observar los resultados en Atacama podemos advertir que los sitios S3E y QT6 muestran las menores frecuencias, en cuanto S3NE y TO exhiben los más altos valores. Al evaluar la transición del PM al PIT se advierte que S3NE tiene diferencias significativas con QT6, así como S3E presenta diferencias significativas con TO, y también se observan diferencias significativas entre C3 con QT6. En general, esto es consistente con la transición del PM al PIT en relación a la frecuencia de caries (a excepción de algunos casos), lo que podría estar indicando que la pérdida dental *antemortem* aumente de un Periodo al otro en función a esta patología oral.

Por su parte, los dos sitios analizados en el área de Pica-Tarapacá no presentan diferencias significativas.

a.2. Por sexo

En relación a las comparaciones intergrupales por sexo en Atacama, los datos de la muestra masculina se comportan de igual forma que la población total, donde S3NE y TO corresponden a las muestras con las mayores frecuencias, en cuanto S3E y QT6 representan las muestras con los más bajos valores de AMTL. Por lo tanto, la transición del PM al PIT está dada por diferencias significativas entre los sitios S3NE con QT6, S3E con TO, y en esta oportunidad, el sitio C3 presenta diferencias con QT6, a diferencia de lo que ocurre con la población total el cual presenta diferencias con TO (ver Tabla 17).

En el caso de la muestra femenina, los sitios con las mayores frecuencias están dados por S3NE y C3, mientras que los sitios con las menores prevalencias corresponden a los mismos que en el caso de los hombres y la población total (QT6 y S3E). Al comparar los sitios es esta perspectiva de la transición es posible identificar que todos los sitios asociados al PM, es decir, S3E, S3NE y C3 presentan diferencias exclusivamente con QT6 (PIT), a diferencia de lo que ocurría en los casos anteriores con TO (ver Tabla 17).

A esta particular situación se suma el hecho que QT6 y S3E, a pesar de ser las muestras con los más bajos valores de AMTL, presentan diferencias significativas debido a que los separa un considerable 10% entre ambos sitios, pasando de un 39% en QT6 a un 49% en S3E (ver Figura 9).

En Tarapacá, la única muestra que presenta diferencias significativas es la población femenina en la transición del PF al PIT, representado por los sitios TA40 con PI8. Cabe destacar que sólo al analizar las muestras por cada sexo a lo largo de las transiciones agroalfareras es que fue posible identificar estas diferencias significativas entre las mujeres del PF al PIT, lo que también podría estar relacionado con la pérdida dental en vida por una mayor frecuencia de caries que suele ser más prevalente en mujeres que en hombres.

b. Áreas ecológicas

Al analizar los datos comparando ambas áreas de estudio, los sitios de Pica-Tarapacá presentan diferencias significativas con todos los sitios de Atacama, a excepción de T40 con QT6, los que muestran frecuencias bastante próximas entre ambos (ver Figura 9 y Tabla 17). Si asociamos estos datos en relación a la afección por caries, podemos inferir que la frecuencia de pérdida dental en vida junto a la frecuencia de caries representan patologías orales que se comportan de forma similar al ser comparadas en estas dos áreas de estudio, esto es, mostrar diferencias estadísticamente significativas en casi todos los sitios entre atacameños y tarapaqueños a lo largo de las dos transiciones agroalfareras (Ver Figura 5 y 9, y ver Tabla 13 y 17). Esto nos está indicando que a lo largo de las transiciones agroalfareras en las dos áreas ecológicas impactaron diferencialmente a las poblaciones asentadas en enclaves de valle-costa (Tarapacá) y pre puna-puna (Atacama) en lo que respecta a la pérdida dental en vida, teniendo en cuenta un desarrollo económico distintivo en Atacama y Tarapacá .

3.2. NIVEL INTRAGRUPAL

a. Sexo

Los resultados de las pruebas estadísticas a nivel intragrupal se presentan en la Tabla 18. Al momento de observar los datos casi todos los sitios muestran diferencias significativas, siendo TO la única excepción (ver Tabla 18). La pérdida dental en vivo fue una afección más frecuente en mujeres, aunque solo los hombres de T40 rompen esta tendencia.

Tabla 18. Prueba de χ^2 entre sexos de cada serie. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0.05$).

AMTL: NIVEL INTRAGRUPAL							
χ^2	S3 No Elite	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
Atacama				Pica-Tarapacá			
<i>P valor</i>	P < 0.0001	P < 0.0001	P < 0.0001	P = 0.0031	P = 0.9324	P < 0.0001	P = 0.0022

b. Edad

Por último, al revisar los resultados de acuerdo a las categorías etarias utilizadas, la tendencia se ajusta a lo esperado. Es decir, a medida que aumenta la edad, la frecuencia de pérdida de dientes en vida también aumenta, siendo una situación que se observa en todos los sitios tanto de Atacama como de Pica-Tarapacá (ver Figura 10).

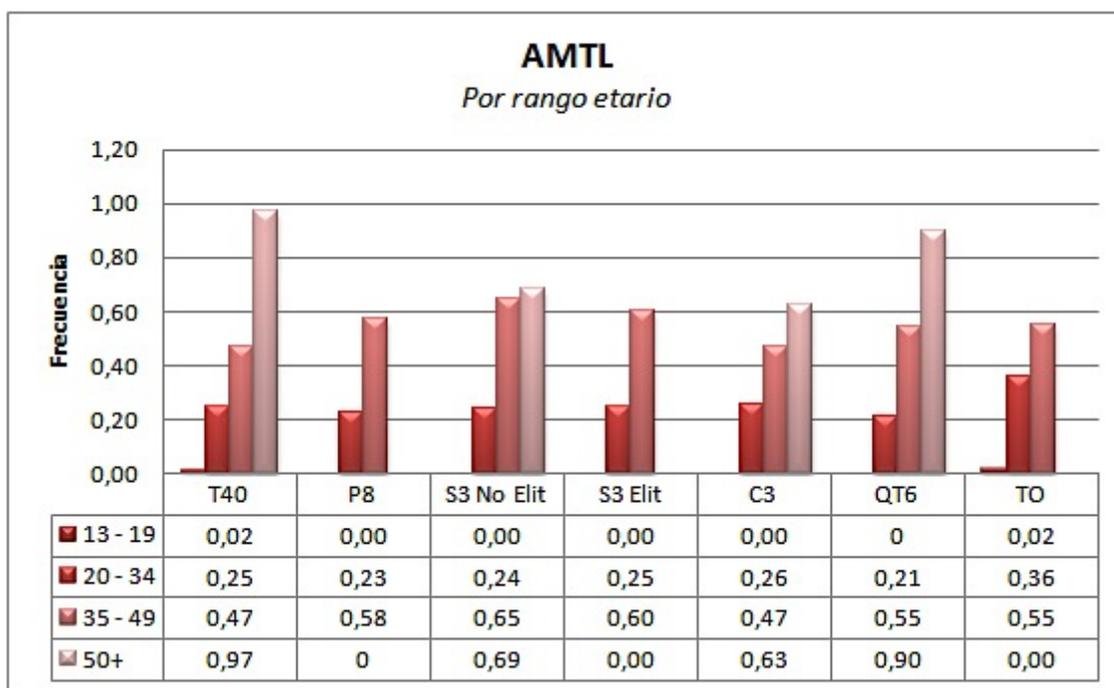


Figura 10. Frecuencia de AMTL según rango etario en los sitios de ambas áreas de estudio.

VIII.III Indicadores de Estrés Ambiental

La frecuencia de hipoplasias del esmalte, cribra orbitalia e hiperostosis porótica se exhiben en la Tabla 19. De igual forma que los indicadores dentales de dieta, los indicadores de estrés ambiental (en adelante IEA) fueron analizados comparativamente a nivel intergrupar e intragrupal.

Tabla 19. Frecuencia de hipoplasias lineares del esmalte dental, cribra orbitalia e hiperostosis porótica en el total de la muestra y según sexo.

	HIPOPLASIA			CRIBRA			HIPEROSTOSIS		
	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino
ATACAMA									
S3 No Elite	72,73%	75,00%	70,00%	8,33%	0,00%	16,67%	11,11%	7,69%	14,29%
	16/22	9/12	7/10	2/24	0/12	2/12	3/27	1/13	2/14
S3 Elite	85,71%	84,62%	86,67%	22,86%	20,00%	25,00%	38,24%	50,00%	30,00%
	24/28	11/13	13/15	8/35	3/15	5/20	13/34	7/14	6/20
C3	60,87%	64,29%	55,56%	9,52%	4,76%	14,29%	12,82%	10,00%	15,79%
	14/23	9/14	5/9	4/42	1/21	3/21	5/39	2/20	3/19
QT6	95,83%	100,00%	93,33%	6,67%	18,18%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	23/24	9/9	14/15	2/30	2/11	0/19	0/30	0/11	0/19
TO	78,95%	75,00%	77,78%	28,57%	25,00%	25,00%	31,58%	25,00%	22,22%
	15/19	6/8	7/9	4/14	1/4	2/8	6/19	2/8	2/9
PICA-TARAPACÁ									
T40	76,92%	100,00%	75,00%	17,24%	8,33%	22,22%	31,03%	33,33%	33,33%
	10/13	5/5	3/4	5/29	1/12	2/9	9/29	4/12	3/9
P8	84,62%	85,71%	100,00%	31,03%	23,08%	38,46%	39,29%	41,67%	30,77%
	11/13	6/7	4/4	9/29	3/13	5/13	11/28	5/12	4/13

A continuación se presentan los resultados por cada indicador de estrés ambiental.

1. Hipoplasias Lineares del Esmalte

Los resultados obtenidos para hipoplasias se muestran en la Figura 11. De acuerdo a los valores observados inmediatamente es posible notar la alta frecuencia de este indicador en la mayoría de las muestras estudiadas, siendo levemente menos prevalente en C3. Al comparar los datos entre ambas áreas se advierte una cierta homogeneidad en Atacama y una heterogeneidad en Pica-Tarapacá, en especial por los valores en la muestra masculina y femenina en T40 y P8 respectivamente, donde sus frecuencias sobresalen marcando *picks* del 100% de los casos. También destaca la alta frecuencia de QT6 en Atacama, tanto en su población total cuanto en la muestra femenina y masculina, llegando al 100% en el caso de los hombres (ver Figura 11).

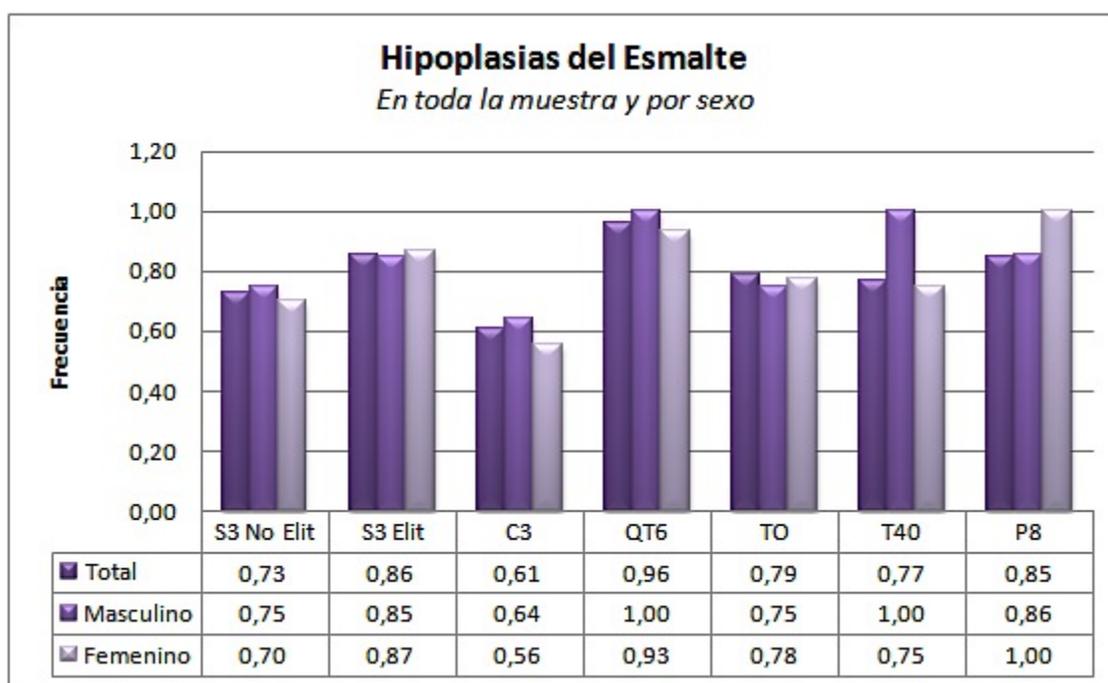


Figura 11. Frecuencia de hipoplasias lineares en el total de la muestra y según sexo por cada sitio estudiado.

1.1. NIVEL INTERGRUPAL

Los resultados estadísticos de las pruebas comparativas a nivel intergrupar se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Prueba de test exacto de Fischer entre pares de series a nivel intergrupar. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0,05$). La casilla donde aparece S/A significa sin condiciones de análisis para someter los datos a pruebas comparativas.

Test exacto de Fisher	HIPOPLASIAS: NIVEL INTERGRUPAL					
	S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8
TOTAL						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.3023	P= 0.5302	P= 0.0431	P= 0.7269	P= 1.0000	P= 0.6800
S3 Elite	-	P= 0.0571	P= 0.3577	P= 0.6972	P= 0.6590	P= 1.0000
C3		-	P= 0.0044	P= 0.3166	P= 0.4678	P= 0.2586
QT6			-	P= 0.1529	P= 0.1148	P= 0.2777
TO				-	P= 1.0000	P= 1.0000
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 1.0000
PI8						-
MASCULINO						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.6447	P= 0.6828	P= 0.2286	P= 1.0000	P= 0.5147	P= 1.0000
S3 Elite	-	P= 0.3845	P= 0.4935	P= 0.6177	P= 1.0000	P= 1.0000
C3		-	P= 0.1157	P= 1.0000	P= 0.2565	P= 0.6126
QT6			-	P= 0.2059	S/A	P= 0.4375
TO				-	P= 0.4872	P= 1.0000
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 1.0000
PI8						-
FEMENINO						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.3577	P= 0.6499	P= 0.2668	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.5055
S3 Elite	-	P= 0.1501	P= 1.0000	P= 0.6146	P= 0.5304	P= 1.0000
C3		-	P= 0.0474	P= 0.6199	P= 10000	P= 0.2280
QT6			-	P= 0.5331	P= 0.3860	P= 1.0000

TO	-	P= 1.0000	P= 1.0000
Pica-Tarapacá			
TA 40		-	P= 1.0000
PI8			-

a. Transiciones Agroalfareras

a.1. Población Total

Al evaluar los datos desde las transiciones agroalfareras se observa que la única área que presenta diferencias significativas es en Atacama, donde la muestra de S3NE presenta un *p valor* significativo al ser comparado con QT6, así como C3 también exhibe diferencias significativas con QT6 (ver Tabla 20). En este sentido, los sitios asociados al PM presentan las menores frecuencias a ser comparados con QT6, asociado al PIT, lo que nos podría estar indicando un Período de más estrés durante la primera etapa de crecimiento y desarrollo humano. Si bien las frecuencias son elevadas en la mayoría de los sitios, las diferencias estadísticamente significativas quedan bien documentadas en el área de Atacama en la transición del PM al PIT.

a.2. Por sexo

Al comparar las muestras masculinas a lo largo de las transiciones por un lado, así como al comparar las muestras femeninas en el transcurso de las transiciones por otro lado, vemos que prácticamente no existen diferencias significativas, siendo sólo necesario reparar en dos casos.

El primero, es entre las muestras masculinas de QT6 y T40 que no se encontraban en condiciones de análisis (S/A), básicamente por presentar exactamente la misma frecuencia, que para los efectos comparativos no era factible. El segundo caso, es entre las muestras femeninas de C3 y QT6, siendo las únicas que presentan diferencias significativas en esta prueba comparativa de la transición del PM al PIT. Al reparar en las prevalencias de estas muestras es posible observar una abismante diferencia de un 37% (ver Figura 11).

Considerando que las hipoplasias lineares corresponden a una disrupción amenoblástica en la producción del esmalte dental como resultado de disrupciones fisiológicas (Goodman et al. 1984, Goodman 1989, Lukacs 1998), es importante considerar que

existió alguna presión, ambiental o cultural, que estuvo ejerciendo algún tipo de estrés en la primera etapa de desarrollo en la población de QT6. En vista a los resultados, esto sería una situación que posiblemente ocurrió en todas las muestras analizadas, sin embargo, los datos arrojados por QT6 son particularmente llamativos. Más adelante se integrarán los resultados de los otros indicadores para dar más sustento a las interpretaciones de esta información.

b. Áreas ecológicas

Al analizar los datos comparando ambas áreas de estudio podemos reparar que los sitios de Atacama no presentan diferencias significativas con ninguna muestra de Pica-Tarapacá.

Es importante advertir la menor cantidad de probabilidades significativas en relación a los indicadores de dieta, a pesar de las importantes distancias en las prevalencias de hipoplasias dentro y entre las muestras estudiadas. Esta situación estaría explicada principalmente por la forma en cómo fueron calculadas las frecuencias. Mientras en los indicadores de dieta las frecuencias se establecieron en relación a las piezas dentales afectadas sobre del total de dientes disponibles para el análisis, en los Indicadores de Estrés Ambiental (IEA), que incluye las hipoplasias, las frecuencias se establecieron a partir del individuo como un todo. La razón del numerador con el denominador fue calculada como individuo afectado por sobre el total de individuos analizados, reduciendo el tamaño de la muestra. No obstante, los análisis comparativos de los IEA fueron evaluados a partir del test exacto de Fischer, que se caracteriza por ser más conservador cuando el universo de datos es más pequeño (Madrigal 1998). Esto es una situación que también acontece tanto en cribra orbitalia como en hiperostosis porótica.

1.2. NIVEL INTRAGRUPAL

a. Sexo

Los resultados comparativos a nivel intragrupal se exhiben en la Tabla 21. A partir de estas pruebas comparativas se observa que los hombres y mujeres no muestran diferencias significativas en todos los sitios de ambas áreas analizadas. Es importante reparar que un $P=1.0000$ nos estaría indicando no sólo ausencia de diferencias, sino que para los efectos comparativos, las poblaciones serían iguales, aunque en este caso

estamos aludiendo a la muestra masculina y femenina. Esto ocurre en todos los sitios estudiados, a excepción de T40, que representa el sitio con las más acentuadas diferencias entre ambos sexos, pero que no llegan a ser estadísticamente significativas.

Tabla 21: Prueba de test exacto de Fisher entre pares de series. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0.05$).

Test exacto		HIPOLPASIAS: NIVEL INTRAGRUPAL					
de Fisher	S3 No Elite	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
	Atacama			Pica-Tarapacá			
<i>P valor</i>	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.4444	P= 1.0000

En el caso de los Indicadores de Estrés Ambiental no se considero las comparaciones intragrupalas a nivel etario ya que los intervalos de edad no tienen relación con la manifestación de las hipoplasias, cribra e hiperostosis. Sólo se presentan en la primera etapa de crecimiento y desarrollo como lo es el caso de las hipoplasias, o bien se presentan posteriormente en una fase subadulta y adulta en el caso de la cribra y la hiperostosis.

2. Cribra Orbitalia

La Figura 12 exhibe los resultados obtenidos para cribra orbitalia. Al observar estos datos en relación a hipoplasias en seguida se advierte un considerable descenso de las frecuencias, y a la vez una importante heterogeneidad en Atacama y Pica-Tarapacá. No es posible observar ningún patrón de cambios, ni tampoco una clara diferencia entre ambas áreas de estudio.

En términos muy generales podemos notar que la muestra femenina es la que presenta las mayores frecuencias en Pica-Tarapacá, no obstante, en Atacama esto sólo ocurre en S3 (Elite y No Elite) y C3, existiendo casos donde este indicador está completamente ausente en la muestra femenina como sucede en QT6. También se observa la situación inversa, donde la muestra masculina no presenta señales de cribra orbitalia, como en S3NE, siendo las mujeres las únicas representantes de esta afección. Además TO

presenta las mismas frecuencias entre ambos sexos, y la mayor frecuencia del total de la muestra (29%).

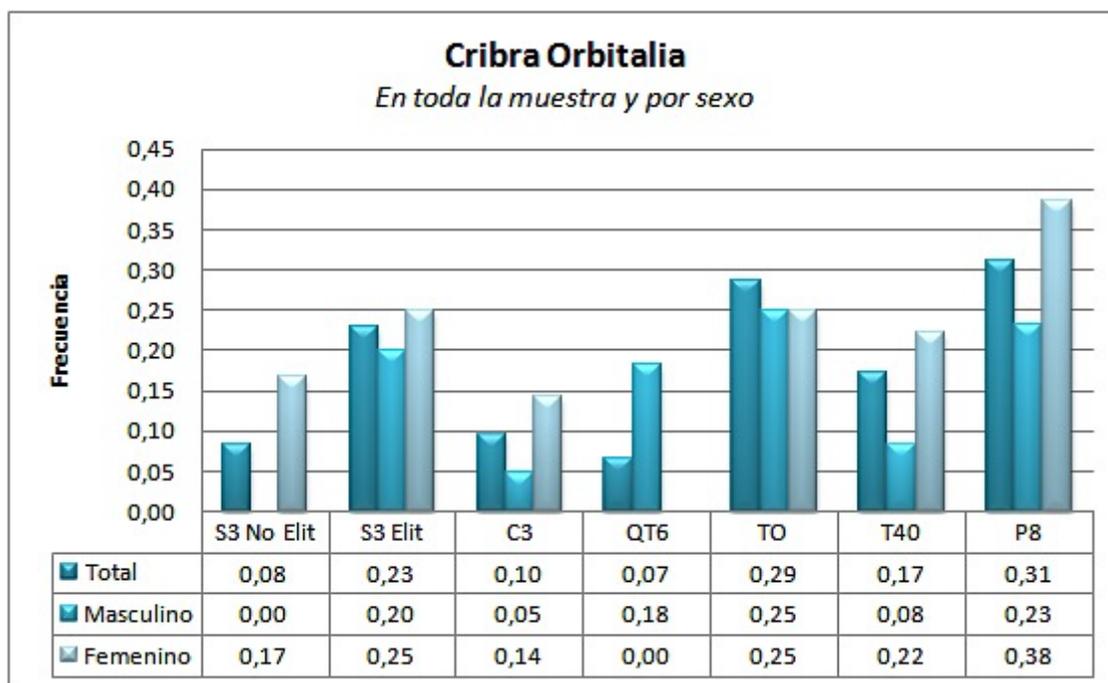


Figura 12. Frecuencia de cribrá orbitalia en el total de la muestra y según sexo por cada sitio estudiado.

2.1. NIVEL INTERGRUPAL

Los resultados de las pruebas comparativas intergrupales se resumen en la Tabla 22.

Tabla 22. Prueba de test exacto de Fischer entre pares de series. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos ($P < 0.05$).

Test exacto	CRIBRA ORBITALIA: NIVEL INTERGRUPAL					
de Fisher	S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8
TOTAL						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.1771	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.1673	P= 0.4362	P= 0.0860
S3 Elite	-	P= 0.1267	P= 0.0925	P= 0.7214	P= 0.7568	P= 0.5726
C3		-	P= 1.0000	P= 0.0970	P= 0.4713	P= 0.0298

QT6			-	P= 0.0706	P= 0.2542	P= 0.0211
TO				-	P= 0.4415	P= 1.0000
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.3578
PI8						-
MASCULINO						
Atacama	S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8
S3 No Elite	P= 0.2308	P= 1.0000	P= 0.2174	P= 0.2500	P= 1.0000	P= 0.2200
S3 Elite	-	P= 0.2870	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.6051	P= 1.0000
C3		-	P= 0.2661	P= 0.3000	P= 1.0000	P= 0.2962
QT6			-	P= 1.0000	P= 0.5901	P= 1.0000
TO				-	P= 0.4500	P= 1.0000
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.5930
PI8						-
FEMENINO						
Atacama	S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8
S3 No Elite	P= 0.6833	P= 1.0000	P= 0.1419	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.3783
S3 Elite	-	P= 0.4537	P= 0.0471	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.4611
C3		-	P= 0.2327	P= 0.5968	P= 0.6220	P= 0.2106
QT6			-	P= 0.0798	P= 0.0952	P= 0.0064
TO				-	P= 1.0000	P= 0.6557
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.6478
PI8						-

a. Transiciones agroalfareras

a.1. Población Total

Debido a la gran heterogeneidad que presentan los resultados de cribra orbitalia las pruebas estadísticas realizadas no muestran diferencias significativas al comparar los sitios del PM al PIT en Atacama, ni tampoco al comprar los sitios del PF y PIT en Pica-Tarapacá.

a.2. Por sexo

Al observar los resultados de las transiciones agroalfareras por sexo vemos que la única muestra que presenta diferencias significativas es la femenina en el área de Atacama, como lo es el sitio S3E (PM) con el sitio QT6 (PIT). Esto no entrega muchas evidencias contundentes para interpretar el impacto de las transiciones por sexo en esta área de estudio.

b. Áreas ecológicas

Al comparar ambas áreas de estudio podemos advertir que QT6 presenta diferencias significativas con PI8, los cuales están asociados al PIT en Atacama y Pica-Tarapacá respectivamente (ver Tabla 22). Cabe destacar las altas frecuencias de este indicador en PI8, el cual sobresale entre todas las muestras analizadas en las dos áreas ecológicas bajo estudio (ver Figura 12).

En base a estos datos (incluyendo transiciones agroalfareras), la enorme variabilidad de los resultados observados en las muestras aquí estudiadas, tendría cierto asidero explicativo en las causas multifactoriales que generan cribra orbitalia que plantean Wapler y colaboradores (2004). Estos investigadores sometieron a prueba las causas que resultarían en el desarrollo de cribra orbitalia analizando cortes histológicos de hueso. Como resultado, un 35.3% de casos con cribra orbitalia se debería a anemia, un 4.7 % correspondería a anemia y otras condiciones patológicas, un 3.5% a anemia y osteítis, un 20 % a osteítis, un 5.9% a hipervascularización, un 20% se debería a erosión postmortem, y finalmente un 10.6% a otras causas (Wapler et al. 2004). Si bien la anemia se presenta como una de las causas más influyentes en la expresión de cribra, también es importante considerar otros factores como osteítis e hipervascularización (Ibíd).

Por su parte, Walker y equipo (2009) sostienen que la deficiencia de Vitamina B12, responsable de la anemia megaloblástica, sería la etiología más probable que cause condiciones de cribra (e hiperostosis) en las poblaciones pasadas. Esta deficiencia sería por la falta de consumo de alimentos de origen animal (como las carnes y lácteos) puesto que ellos concentran una importante cantidad de vitaminas B12.

Además, las enfermedades infecciosas a nivel gastrointestinal pueden causar déficit en la absorción de nutrientes como el fierro, siendo otra causa responsable de la anemia (Walker et al. 2009). Por ultimo, los parásitos intestinales también tendrían un importante protagonismo en la causas de anemia, dado que igualmente interfieren en la absorción de nutrientes a nivel intestinal (Ibíd).

Si bien la anemia se presenta como la principal causante de cribra (y también hiperostosis), su etiología refiere a múltiples condiciones como lo es el déficit de nutrientes (vitamina B12, hierro), infecciones gastrointestinales, y parásitos (Stuart-Macadam 1992, Walker et al. 2009).

De esta forma, tenemos diferentes causas que resultan en cribra orbitalia de manera que no sólo da cuenta de estrés nutricional sino que también de enfermedades infecciosas y parasitarias que estarían afectando las colecciones bioantropológicas estudiadas.

Este indicador es poco informativo respecto de mudanzas y diferencias tanto en las transiciones agroalfareras cuanto en las dos áreas ecológicas bajo estudio. Sin embargo, existe alguna presión ambiental que esta resultado en una mayor frecuencia de esta patología en las poblaciones del PIT en Atacama y Tarapacá, lo que será evaluado en la sección de discusión.

2.2. NIVEL INTRAGRUPAL

a. Sexo

Por último, la Tabla 23 exhibe los resultados de las pruebas comparativas a nivel intragrupal. Como es posible observar ninguna de las muestras analizadas exhibe diferencias significativas.

Tabla 23. Prueba de test exacto de Fischer entre pares de series. Los valores destacados en letra negrita son estadísticamente significativos ($P < 0.05$).

<i>Test exacto de Fisher</i>	CRIBRA ORBITALIA: NIVEL INTRAGRUPAL						
	S3 No Elite	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
	Atacama				Pica-Tarapacá		
<i>P valor</i>	P= 0.4783	P= 1.0000	P= 0.6060	P= 0.1264	P= 1.0000	P= 0.5534	P= 0.6728

3. Hiperostosis Porótica

Los resultados de hiperostosis porótica se presentan en el Figura 13. En tanto las frecuencias del área de Pica-Tarapacá muestran una relativa homogeneidad en los valores de sus frecuencias, Atacama exhibe una marcada heterogeneidad. Destaca QT6 con la ausencia completa de este indicador en el total de la muestra analizada, así como destaca también S3E con los más altos valores dentro de esta área.

Al igual que en cribra, no se logra distinguir qué sexo está siendo más afectado por hiperostosis porótica, y parece ser más bien una situación aleatoria.

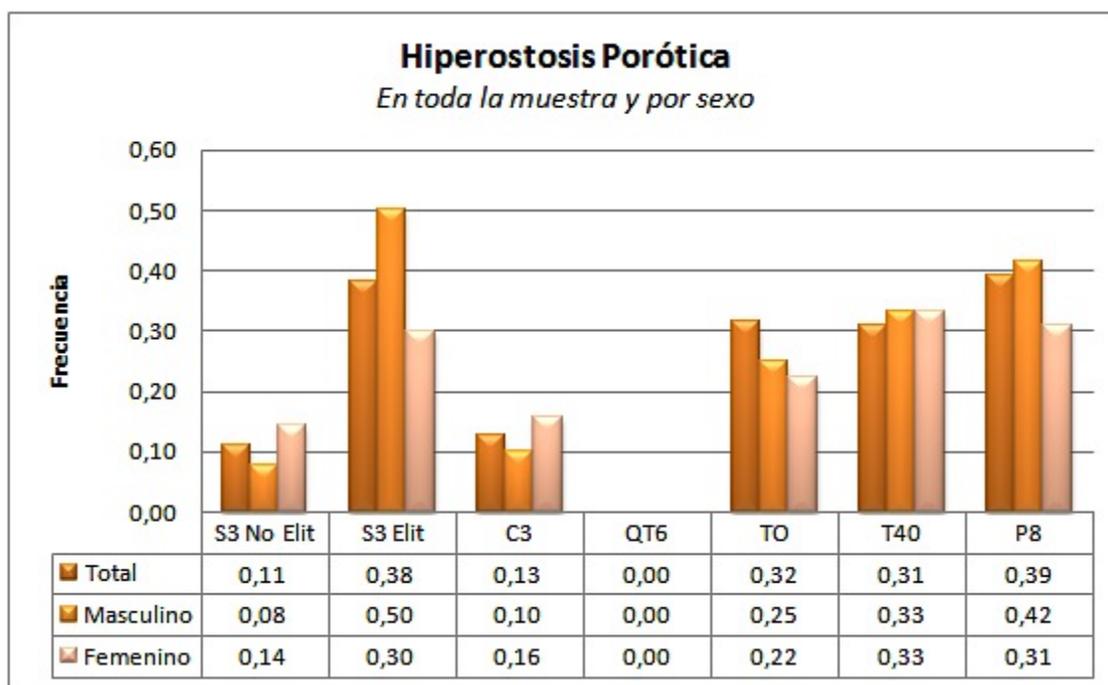


Figura 13. Frecuencia de hiperostosis porótica en el total de la muestra y según sexo por cada sitio estudiado.

3.1. NIVEL INTERGRUPAL

Los resultados de las pruebas comparativas se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24. Prueba de test exacto de Fischer entre pares de series a nivel intergrupala. Los valores destacados en letra negra son estadísticamente significativos (P< 0,05).

<i>Test exacto de Fisher</i>	HIPEROSTOSIS PORÓTICA: NIVEL INTERGRUPAL					
S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8	
TOTAL						
Atacama						
S3 No Elite	P= 0.0207	P= 1.0000	P= 0.1000	P= 0.1326	P= 0.1043	P= 0.0286
S3 Elite	-	P= 0.0153	P< 0.0001	P= 0.2755	P= 0.6040	P= 1.0000
C3		-	P= 0.0639	P= 0.1506	P= 0.0780	P= 0.0193
QT6			-	P= 0.0019	P= 0.0008	P< 0.0001
TO				-	P= 1.0000	P= 0.7588
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 0.5854
PI8						-
MASCULINO						
Atacama	S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8
S3 No Elite	P= 0.0329	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.5308	P= 0.1602	P= 0.0730
S3 Elite	-	P= 0.0168	P= 0.0078	P= 0.3802	P= 0.4527	P= 0.7127
C3		-	P= 0.5269	P= 0.5546	P= 0.1651	P= 0.0735
QT6			-	P= 0.1637	P= 0.0932	P= 0.0373
TO				-	P= 1.0000	P= 0.6424
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 1.0000
PI8						-
FEMENINO						
Atacama	S3 Elite	C3	QT6	TO	TA 40	PI8
S3 No Elite	P= 0.4221	P= 1.0000	P= 0.1723	P= 1.0000	P= 0.3428	P= 0.3845
S3 Elite	-	P= 0.4506	P= 0.0202	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 1.0000
C3		-	P= 0.2297	P= 1.0000	P= 0.3518	P= 0.4012
QT6			-	P= 0.0952	P= 0.0256	P= 0.0199
TO				-	P= 1.0000	P= 1.0000
Pica-Tarapacá						
TA 40					-	P= 1.0000
PI8						-

a. Transiciones agroalfareras

a.1. Población Total

Al revisar los resultados de los *p valor* podemos notar que las diferencias significativas se encuentran entre los sitios del PM, como S3E con S3NE y S3E con C3, al igual que entre los sitios del PIT como QT6 con TO en Atacama. Al evaluar la transición del PM al PIT los sitios que muestran diferencias significativas son S3E con QT6. Esto nos muestra una importante heterogeneidad en los resultados, de manera que no existe un patrón claro de afección por hiperostosis porótica entre las muestras de la población atacameña.

En relación a los sitios del área Pica-Tarapacá podemos ver que ambas muestras no presentan diferencias significativas en la transición PF-PIT.

a.2. Por sexo

La prueba comparativa por sexo en la transición del PM al PIT, tenemos que la muestra masculina de S3E exhibe diferencias significativas con QT6 con un considerable contraste en las frecuencias, en donde el primer caso (S3E) presenta el 50% de prevalencia entre los individuos estudiados mientras que el segundo caso (QT6) exhiben una total ausencia de este indicador (ver Figura 13 y ver Tabla 24). Por su parte, la muestra femenina presenta las mismas diferencias significativas entre los sitios S3E con QT6, reflejando este gran contraste en las frecuencias antes mencionado.

Por otro lado, es interesante reparar en las diferencias significativas dentro de los sitios asociados al PM, como lo es S3E con S3NE y S3E con C3, siendo el resultado de esta gran variabilidad en la prevalencia de hiperostosis porótica entre los atacameños durante el Período de influencia Tiwanaku (ver Tabla 24).

b. Áreas ecológicas

Al contrastar los datos de ambas áreas se observa que P8 tiene diferencias significativas con S3NE y C3, en donde estos últimos corresponden a las muestras con las menores frecuencias en Atacama. QT6 también presenta diferencias con los dos sitios del área de Pica-Tarapacá (TA40 y PI8), aunque cabe mencionar este sitio atacameño (QT6) presenta una ausencia de frecuencias en este indicador.

Al observar estos resultados, llama la atención la gran disparidad de frecuencias que presentan los sitios del área ecológica de atacama, con sitios que exhiben nulas (QT6), bajas (S3NE, C3) y muy altas frecuencias (S3E). Esto es contrastante con el área ecológica de Tarapacá, donde las frecuencias parecen tener un comportamiento más semejante entre ambos sitios bajo estudio (que varía entre el 30 al 40 % de frecuencias). Al comparar las áreas ecológicas por sexo, tenemos que la muestra masculina de QT6 (Atacama) presenta diferencias significativas con la muestra masculina de PI8 (Tarapacá), los que corresponden a sitios arqueológicos asociados al PIT. Mientras que la muestra femenina de QT6 presenta diferencias significativas con ambos sitios de Pica-Tarapacá (TA40 y PI8). Esto nos indica que los contrastes entre ambas áreas de estudio, en relación al indicador de hiperostosis, se acentúan principalmente hacia el PIT en ambos sexos.

3.2. NIVEL INTRAGRUPAL

a. Sexo

Finalmente al prueba comparativa intragrupal no se observan diferencias significativas en ninguno de los sitios estudiados (ver Tabla 25).

Tabla 25. Prueba de test exacto de Fischer entre pares de series a nivel intragrupal. Los valores destacados en letra negrita son estadísticamente significativos ($P < 0.05$). La casilla donde aparece S/A significa sin condiciones de análisis ya que en ambos casos la presencia es = 0.

<i>Test exacto</i>	HIPEROSTOSIS PORÓTICA: NIVEL INTRAGRUPAL						
	S3 No Elite	S3 Elite	C3	QT6	TO	T40	P8
<i>de Fisher</i>	Atacama			Pica-Tarapacá			
<i>P valor</i>	P= 1.0000	P= 0.2962	P= 0.6614	S/A	P= 1.0000	P= 1.0000	P= 0.6882

4. Correlación de los Indicadores de Estrés Ambiental

Por último, con el objetivo de evaluar la asociación de los indicadores de estrés ambiental a entre los sitios estudiados se realizaron pruebas estadísticas de correlación. Se evaluó la asociación entre: Hipoplasias x Cribra Orbitalia, Hipoplasias x Hiperostosis Porótica, y Cribra Orbitalia x Hiperostosis Porótica en todos las colecciones bioantropológicas estudiadas.

Los resultados de las correlaciones se presentan en la Tabla 26, los cuales serán descritos por cada asociación de variables de indicadores de estrés ambiental a continuación.

Tabla 26. Exhibe la correlación de Pearson entre los indicadores de estrés ambiental.

	Coefficiente de correlación	Hipoplasias	Cribra	Hiperostosis
Hipoplasias	<i>r</i>	-	-	-
	<i>p valor</i>	-	-	-
Cribra	<i>r</i>	0.1994	-	-
	<i>p valor</i>	0.6682	-	-
Hiperostosis	<i>r</i>	0.04367	0.9029	-
	<i>p valor</i>	0.9259	0.0054	-

4.1. Cribra Orbitalia x Hiperostosis Porótica

La correlación de variables cribra orbitalia con hiperostosis porótica resulto ser la asociación más significativa estadísticamente. Como es posible observar en la Figura 14, tenemos que la frecuencia de hiperostosis tiene una correlación positiva con la frecuencia de cribra orbitalia, esto es, los altos valores de una variable se corresponde con los altos valores de la otra variable en estudio.

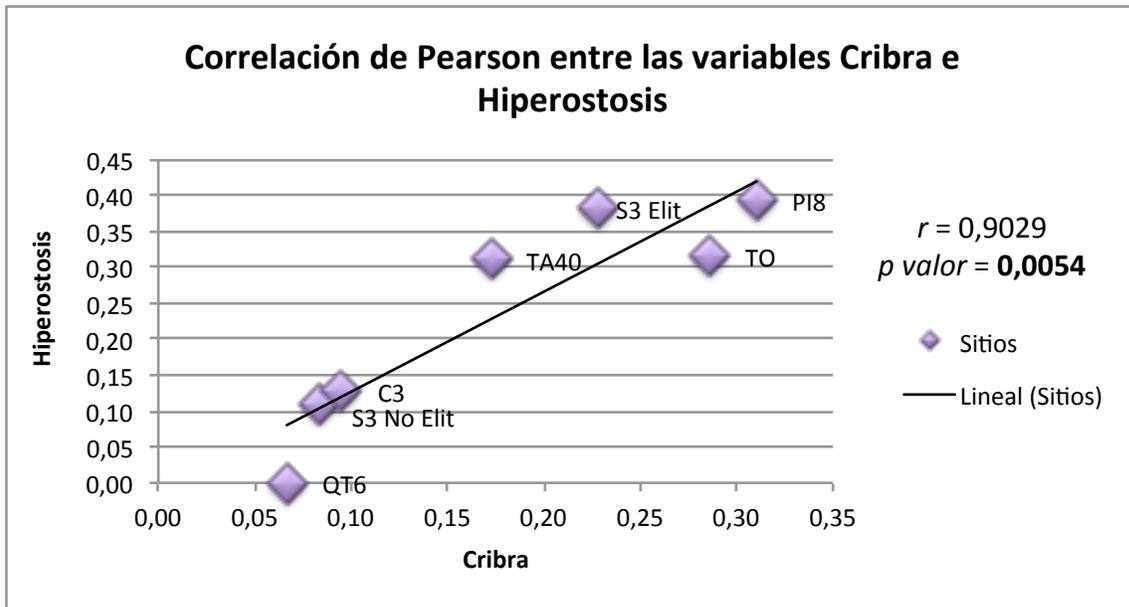


Figura 14. Correlación entre las variables Criba Orbitalia x Hiperostosis Porótica.

Lo anterior sería consistente con investigaciones que sostienen que Criba Orbitalia e Hiperostosis Porótica serían resultado de una condición crónica de anemia en el individuo (Stuart-Macadam 1992). Las causas que llevan a manifestar cribra e hiperostosis descrito en la literatura estaría asociada a una respuesta biológica frente a una deficiencia de hierro, ya sea por causas genéticas (talasemia, sickleimia) o por causas ambientales (déficit nutricional) (Walker 1986; Larsen 1997; Steckel y Rose 2002). No obstante, existen recientes estudios que avalan que la deficiencia de Vitamina B12, la cual se encuentra abundante en alimentos de origen animal, sería la principal causa de esta afección (Walker et al. 2009). El déficit de Vitamina B12 tendría como consecuencia el desarrollo de un tipo de anemia denominada megaloblastica, y que según Wlaker y colaboradores (2009) sería la principal responsable de afección por cribra e hiperostosis en las poblaciones pasadas.

La correlación positiva que se observa en esta investigación daría cuenta que la afección por una enfermedad, en este caso la anemia, estaría explicando a asociación positiva de ambas variables en estudio (es decir cribra e hiperostosis).

4.2. Hipoplasias x Cribra Orbitalia

Por su parte, la correlación de variables de hipoplasias y cribra orbitalia resulto ser no significativa estadísticamente, de manera que no existe una relación entre ambos indicadores de estrés ambiental (ver Figura 15). Cabe destacar que la frecuencia de hipoplasias en los sitios estudiados es muy elevada en relación a la frecuencia de cribra.

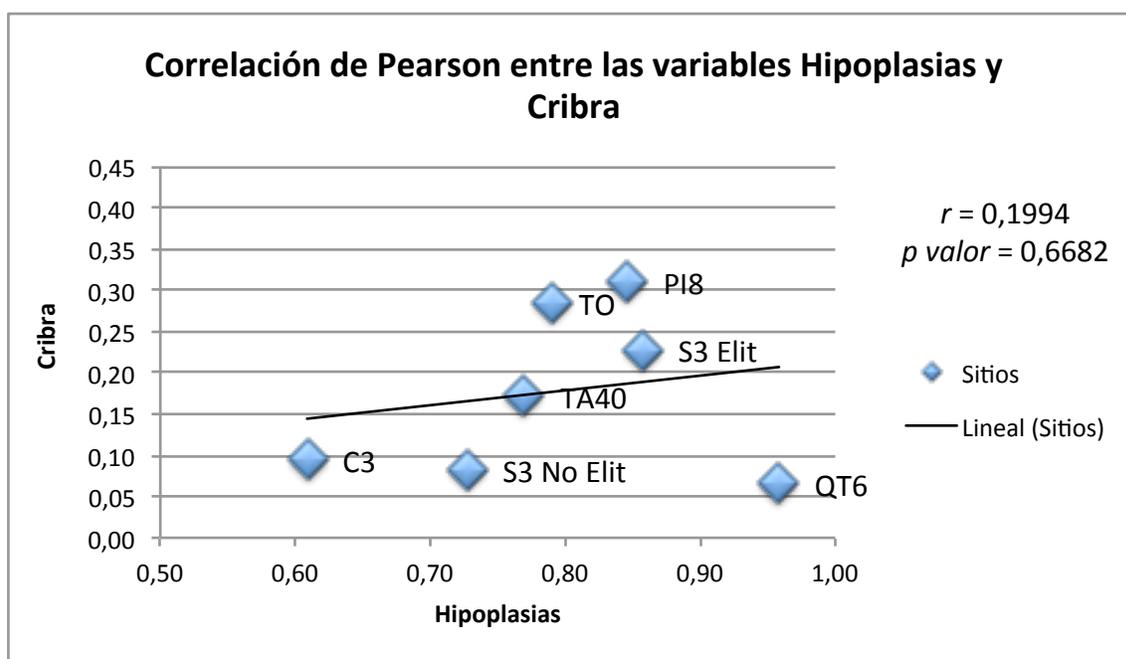


Figura 15. Correlación entre las variables Hipoplasias x Cribra Orbitalia.

4.3. Hipoplasias x Hiperostosis Porótica

Al igual que en el caso anterior, los resultados muestran que la correlación de las variables hipoplasias e hiperostosis porótica no presentan una asociación estadísticamente significativa (ver Figura 16).

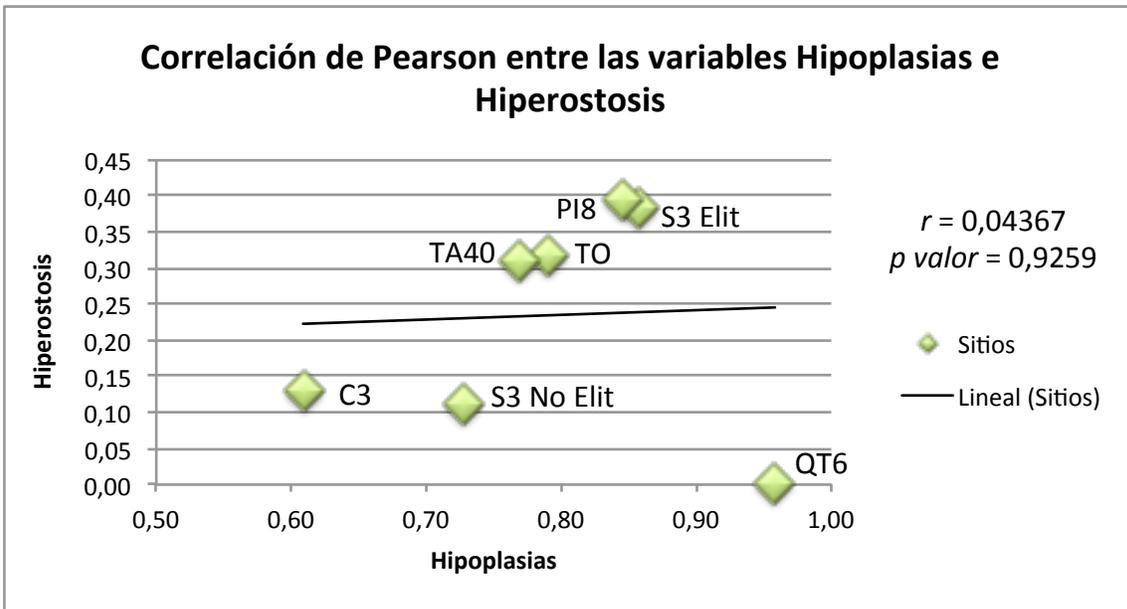


Figura 16. Correlación entre las variables Hipoplasias x Hiperostosis Porótica.

IX. Discusión

El impacto de las transiciones crono-culturales sobre la biología esquelética ha sido ampliamente descrita en diversas investigaciones bioarqueológicas (Cohen y Armelagos 1984, Goodman et al. 1984, Larsen 1997, Larsen 2002, Klaus y Tam 2010). Una de las transiciones de mayor impacto sobre la biología humana, documentada en diferentes partes del mundo, ha sido el paso de una economía de subsistencia de caza y recolección para una economía de producción agrícola y ganadera (Cohen y Armelagos 1984). La implementación de la agricultura habría tenido importantes implicancias sobre la salud de las poblaciones en el pasado expresado en patologías orales, patologías infecciosas, estrés metabólicos y nutricionales (Ortner 2003, Diamond 2002). Por ejemplo, respecto de las patologías dentales, la alta prevalencia de caries estaría asociada estrechamente con un mayor consumo de carbohidratos, así como también la mayor congregación de personas en áreas aldeanas habría favorecido la propagación de enfermedades infecciosas (Ortner 2003, Larsen 2002).

Si bien la transición de un sistema cazador-recolector a uno agricultor ha sido una de las transiciones mejor documentadas en relación al impacto sobre la biología esquelética, también resulta absolutamente relevante cuestionarse este impacto a lo largo de las transiciones agroalfareras. Así es como, teniendo en cuenta el impacto en la biología esquelética de este tipo de transiciones crono-culturales, se formuló la pregunta de investigación de la presente tesis.

Como fue expuesto en los antecedentes arqueológicos, existe una serie de transformaciones sociales, culturales, económicas, políticas y religiosas que experimentaron las poblaciones prehispánicas del Desierto de Atacama a lo largo de las transiciones agroalfareras, pero que nunca habían sido evaluadas desde una perspectiva biocultural a través de indicadores de dieta y estrés ambiental comparando dos áreas ecológicamente diferenciadas (Atacama y Tarapacá) en un contexto de extremo desierto.

De esta forma, volviendo a la pregunta de investigación *¿Cuál fue el impacto biocultural de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá sobre la biología esquelética en poblaciones prehispánicas atacameñas y tarapaqueñas, analizado a través de indicadores dentales de dieta e indicadores de estrés ambiental?*, es que serán discutidos los resultados obtenidos en esta investigación.

IX.I Impacto Biocultural de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá: La perspectiva desde la Dieta

1. Interpretación cultural de los datos

a. Caries

Tras realizar una serie de pruebas estadísticas en este estudio fue posible esgrimir algunos patrones que caracterizan las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá. En relación a la frecuencia de caries, la transición del Período Medio al PIT en Atacama se logró identificar un aumento en la prevalencia de esta patología oral. Lo anterior queda bien ejemplificado al observarse que las muestras de Coyo 3 y Solcor 3 Elite, asociadas a la influencia Tiwanaku (Período Medio), presentan diferencias estadísticamente significativas cuando son comparadas con los grupos del PIT.

Sin embargo, cabe destacar que este aumento de caries hacia períodos tardíos se observa de manera más acentuada en los hombres que en las mujeres, ya que las mujeres mantenían altas frecuencias de caries tanto en el PM cuanto en el PIT.

De acuerdo a la información de isotopos estables expuesto en los antecedentes, las señales químicas de C_{13} revelan un importante consumo de maíz en la población de QT6 a partir de los estudios de Santana et al. (2015) y Pestle et al. (2016). Esto es absolutamente consistente con la elevada frecuencia de caries que se observa hacia el PIT en Atacama, ya que la mayor ingesta de carbohidratos resulta en la mayor frecuencia de esta patología oral.

Así mismo, se logró identificar una interesante heterogeneidad en la prevalencia de caries al interior de los sitios del PM, donde la muestra de S3 NE presenta una alta frecuencia de caries asemejándose a las frecuencias observadas para el PIT. En relación a esto, es interesante observar que las muestras de un mismo sitio, como lo es Solcor 3 con sus divisiones de Elite y No Elite, muestran diferencias considerables tanto en el ajuar asociado como en la frecuencia de caries observadas, indicando, posiblemente, una asociación entre condiciones de status social y salud oral.

Esta heterogeneidad en la frecuencia de caries resulta congruente con el trabajo realizado por Uribe y equipo (2016), en el cual identifican una alta variabilidad en las señales

isotópicas de C_{13} y N_{15} en las colecciones de Coyo 3 y Solcor 3 (sitios del Período Medio). El N_{15} de Coyo 3 es bastante más elevado al compararlo con Solcor 3, lo cual se interpreta como una mayor ingesta de proteínas por parte de los individuos de Coyo 3. Por su parte los valores de C_{13} también mostraron diferencias entre ambos sitios bajo estudio, donde Coyo 3 evidencia una mayor ingesta de maíz (planta C_4) al compararlo con Solcor 3. Al observar los datos intragrupalmente también se observa una considerable variabilidad, en el cual Uribe y colaboradores (2016) sugieren tres patrones de dieta: 1) una de alto consumo de plantas C_3 (como el algarrobo); 2) una dieta mixta entre plantas C_3 y C_4 ; y 3) una dieta preferencialmente de plantas C_4 .

La ingesta distintiva de proteínas (revelado por el N_{15}) junto a la variabilidad de plantas consumidas (revelado por las plantas C_3 -algarrobo, porotos, zapallo; y C_4 -maíz) sería consistente con la heterogeneidad en la frecuencia de caries observado en los sitios del Período Medio observados en este estudio. De igual modo, la mayor ingesta de proteínas en Coyo 3 sería consistente con una menor frecuencia de caries al ser comparado con Solcor 3, quienes muestran una menor ingesta de proteínas pero una mayor frecuencia de caries.

En relación a lo anterior, Nado et al. 2012, alude que las evidencias isotópicas de carbono observadas en los sitios Solcor 3 y Solcor Plaza revelarían un consumo diferencial de maíz y/o fermentado de maíz, lo que sería interpretado como distinciones sociales entre los individuos del ayllu de Solcor. Esto también sería elocuente con las diferencias en las frecuencias de caries registradas al interior del sitio Solcor 3, en sus distinciones de S3E y S3NE, dado que ambos sitios presentan diferencias significativas en esta patología oral. El primero (S3E) exhibe una menor prevalencia de caries, en cuanto el segundo (S3NE) muestra una mayor frecuencia de caries, lo que también podría ser interpretado como un acceso diferencial a recursos, en especial carbohidratos.

Por otro lado, la menor frecuencia de caries durante el Período Medio y la elevada prevalencia de esta patología dental en las mujeres, nos permitirían inferir que son los hombres quienes variaron los recursos consumidos, posiblemente representado por una baja ingesta de carbohidratos substituidos por alimentos menos cariogénicos como la proteína animal, tal como lo plantea Hubbe y equipo (2012). Lo anterior es consistente con lo observado por Pestle y colaboradores (2016) a partir de la evidencia de los isótopos estables, donde los autores sostienen que el cambio dietario en la transición del Período Medio al PIT parece haber consistido en la substitución de plantas C_3 por plantas C_4 (probablemente maíz) y el consumo de menos leguminosas y más recursos de

animales terrestres (Pestle et al. 2016). Así mismo, los autores argumentan que las diferencias en la composición de la dieta entre sexos y entre Períodos demuestra que el consumo de maíz pudo significar un importante rol en las diferencias sociales. Si tomamos en cuenta el aumento del consumo de maíz como un importante indicador en la transición del Período Medio al PIT, tenemos que esta información sería consistente con la mayor frecuencia de caries observadas en este estudio hacia Períodos más tardíos.

Por último, la Transición del Período Formativo al PIT en Tarapacá también mostró una tendencia al alza en la frecuencia de caries, lo cual resultó ser estadísticamente significativo considerando la baja prevalencia en TA40 y la alta frecuencia en PI8.

El estudio de Santana y equipo (2015), quienes evalúan los valores isotópicos de N_{15} y C_{13} en la colección de Pica 8, muestra una importante heterogeneidad en los resultados obtenidos identificando tres patrones dietarios. Uno de ellos sugiere un importante consumo de maíz, considerando los altos niveles de C_{13} en la apatita (del hueso y del esmalte dental) así como bajos niveles de N_{15} . En particular, estas evidencias isotópicas se muestran elocuentes con la elevada frecuencia de caries Pica 8 las que, junto a la evidencia arqueológica, estarían reforzando una tradición agrícola propiamente tal en esta muestra poblacional durante el Período Intermedio Tardío en Tarapacá.

Cuando se comparan los hombres de T40 y P8, así como las mujeres de T40 y P8, las diferencias significativas sólo son observadas entre las muestras femeninas. Esto significa que son las mujeres quienes fueron mayormente afectadas en la salud oral por esta patología dental en el paso del Formativo al PIT, lo que nos podría indicar, preliminarmente, que fueron ellas quienes estuvieron más dedicadas al procesamiento de alimentos ricos en azúcares en este escenario de una agricultura intensificada, lo que probablemente significó una mayor ingesta de carbohidratos.

b. Desgaste

Con respecto al grado medio de desgaste oclusal, tenemos que en Atacama no se observa un patrón del todo claro, más bien es posible advertir una heterogeneidad en el grado medio de desgaste oclusal al interior de las poblaciones del Período Medio y del PIT. Al evaluar la significancia de estas diferencias en la transición de un Período a otro, se observa que el sitio C3 (PM) presenta diferencias con QT6 (PIT), y S3E (PM) con TO (PIT). Sin embargo, también se observan diferencias significativas al interior de los sitios asociados al PM, como lo es el caso de C3 con Solcor 3 en sus muestras Elite y No Elite.

Al interpretar estos resultados podemos considerar varios elementos. Por una parte, la ingesta de frutos silvestres, como el chañar y del algarrobo, considerados alimentos fibrosos y abrasivos, pudieron tener importantes variaciones en la preferencia de su consumo por parte de las poblaciones del Período Medio así como del PIT.

Otros alimentos fibrosos, como el charque de llama u otro animal terrestre, también pudo contribuir al desgaste dental de estas poblaciones ya que el charque también es considerado como un alimento abrasivo (Smith, 1977). Respecto a esto, y teniendo en cuenta lo planteado por Hubbe et al. (2012) y Pestle et al. (2016), es posible que la carne de llama (o proteína animal en general) haya sido consumida por un sector de la población debido a un acceso diferencial de recursos. En especial un acceso diferencial entre hombres y mujeres, lo que también podría contribuir a una heterogeneidad en el resultado del desgaste dental hacía el Período Medio.

Por último, es importante considerar el procesamiento de los alimentos en el impacto del desgaste oclusal, ya que partículas de arena del desierto, así como pequeñas partículas de piedras como resultado de las labores de molienda (Larsen 1997), pudieron ingresar en los alimentos generando un impacto de abrasividad en las superficies oclusales.

En suma, las preferencias alimentarias, el acceso diferencial de recursos, y el procesamiento de los alimentos puede tener como resultado esta heterogeneidad en los grados medios de desgaste dental al interior de las poblaciones en cada Período, al igual que entre los Períodos Medio al PIT en Atacama.

Por su parte en el área de Tarapacá, la transición del Período Formativo al PIT muestra un contraste bastante marcado el cual se condice con los resultados estadísticos con diferencias significativas entre los sitios T40 y PI8. Como se expuso en los resultados, la muestra de T40 es el sitio que exhibe el desgaste dental más acentuado en relación a todas las colecciones estudiadas, lo que es congruente con una dieta mixta con recursos de la costa y de los valles del interior. En relación a esto, estudios realizados en poblaciones prehistóricas de tradición marítima muestran altos grados de desgaste oclusal como resultado del consumo de alimentos marinos puesto que éstos presentan una gran inclusión de partículas de arena procedentes del mar (Larsen 1997, Hillson 2002, Watson et al. 2011). De esta forma, no sólo el contexto arqueológico del sitio T40 da cuenta de una conexión con la costa pacífica como se expuso en los antecedentes arqueológicos, sino que también la evidencia bioantropologica muestra una importante

ingesta de recursos marinos resultando en elevados grados de desgaste dental observado en los grupos tarapaqueños del Período Formativo. Este punto será mayormente desarrollado en la interpretación ecológica de los datos.

Ahora bien, el paso del Período Formativo al PIT evidencia un mayor protagonismo de las prácticas agrícolas en sistema de subsistencia, lo cual también es elocuente en los resultados observados en el sitio de PI8. Principalmente la ingesta de recursos de consistencia más blanda, como lo son los carbohidratos (en especial el maíz), así como el procesamiento de éstos (ya sea cocidos o molidos), explicarían el menor grado de desgaste presente en los habitantes del oasis de Pica.

Finalmente, cabe destacar que, a diferencia de lo que ocurría en caries, son los hombres quienes muestran grados medios de desgaste más elevados en relación a las mujeres. Lo cual podría estaría indicado una distinción en la preferencia de alimentos por género y/o por división social del trabajo.

c. Pérdida dental *antemortem* (AMTL)

Al evaluar la frecuencia de pérdida de dientes *in vivo* en la transición del PM al PIT en Atacama vemos que los resultados se comportan de manera similar a como se observó en la frecuencia de caries (a excepción de algunos casos), donde S3NE tiene diferencias significativas con QT6, S3E presenta diferencias significativas con TO, y C3 con QT6. Esto podría indicar que la pérdida dental *antemortem* aumenta de un Período al otro en función a caries, de manera que esta patología oral sería la que mejor se ajusta para explicar los resultados de este indicador.

En el área de Tarapacá, la transición del PF al PIT no mostró ninguna evidencia significativa en relación a la pérdida de dientes *in vivo*, de manera que no es informativo para interpretar la transición de un período a otro. Sin embargo, es posible plantear algunas inferencias. Por ejemplo, es posible que el alto grado medio de desgaste en el PF pueda generar el mismo impacto en la pérdida de dientes como lo hizo la elevada frecuencia de caries en el PIT. De esta forma, tanto el desgaste, como las caries, de un período (PF) y de otro (PIT) pudo significar en el mismo impacto de pérdida dental *antemortem* en T40 y PI8 respectivamente.

d. Diferencias de sexo en los indicadores dentales de dieta

Como fue posible observar, tanto en Atacama como en Tarapacá, fueron las mujeres las que presentaron la mayor prevalencia de caries tanto al interior de cada área de estudio como en la transición de un periodo a otro. No obstante, en el caso de desgaste dental ocurre una situación inversa, donde los hombres eran los que presentaban los más altos grados medios de desgaste en relación a las mujeres.

Estas diferencias de género podrían interpretarse desde diferentes perspectivas. Por una parte, la división social del trabajo presente en muchas sociedades hortícolas y agrícolas se ha constatado labores exclusivas realizadas por hombres y por mujeres (Hillson 2006, Larsen 1997). En estos casos, generalmente los hombres son los que se encargan de la caza en cuanto las mujeres se encargan de la recolección de plantas. Esta división de labores estaría asociada a un acceso diferencial de recursos lo que subsecuentemente se reflejaría en las condiciones de salud oral de los individuos (Walker y Hewlett 1990).

La mayor frecuencia de caries tendrían relación con un mayor acceso de carbohidratos, en cuanto un mayor grado de desgaste estaría indicando un mayor consumo de alimentos fibrosos y abrasivos.

Esta perspectiva, otorgaría mayor fuerza a la hipótesis de un acceso diferencial de recursos (proteínas, carbohidratos y fibras) para explicar las marcadas diferencias en la frecuencia de caries entre la muestra masculina y femenina del sitio Solcor 3 Elite.

Otra explicación para la diferencia en la frecuencia de caries entre hombres y mujeres sería desde la fisiología humana. La mujer presenta una erupción dental más temprana que los hombres, lo que implicaría un mayor tiempo de exposición a patógenos de la cavidad oral (Temple y Larsen 2007). Así mismo la condición de embarazo en mujeres significa una importante variación hormonal, la cual influye en la composición salival de la cavidad oral, disminuyendo el pH y con ello una menor capacidad de buffer para regular los ácidos producidos por las bacterias que producen las caries (Lukacs y Largaespada 2006). De igual forma, el embarazo significa una pérdida de calcio en los huesos producto de la demanda energética que significa la gestación, lo que también tendría relación con una debilidad mineralógica del hueso alveolar en la mandíbula y maxilar, resultando, en casos muy severos, en la pérdida de dientes en vida (Temple y Larsen 2007). Lo anterior también podría explicar el similar comportamiento que muestra la pérdida dental *antemortem* y la frecuencia de caries observado en las colecciones aquí estudiadas.

2. Interpretación ecológica de los datos

Luego de analizar los resultados que caracterizan a ambas áreas de estudio, a lo largo de varios siglos de ocupación humana en el Desierto de Atacama, es posible esgrimir algunos patrones.

En general fue posible apreciar que los indicadores dentales de dieta son los marcadores que mejor representaban el contraste por área ecológica y sistema de subsistencia. Así es como, desde una perspectiva de la Antropología dental, “con el objetivo de cuantificar, analizar e interpretar, los efectos ambientales sobre los dientes” (Scott y Tuner II 1988), fue posible identificar diferencias significativas de las patologías orales en las colecciones estudiadas, asociadas a nichos ecológicos de pre-puna en Atacama y de costa-valles-oasis en Tarapacá.

Al analizar los resultados por área, podemos observar que en Tarapacá el sitio T40 presenta la menor frecuencia de caries registrada (16,66%), mostrándose consistente con la información arqueológica disponible. Estamos hablando de una población que representa la emergencia de una sedentarización temprana (Núñez 1979), manteniendo una economía mixta entre la recolección y producción de alimentos. Núñez (1982) advierte que *“al observar las evidencias de Tarapacá 40 (A), datadas por los 290-360 D.C., se aprecia que los alimentos cultivados no son muy frecuentes, con predominio en la recolección de algarrobo. Esto explicaría un énfasis en actividades complementarias de pesca, caza y recolección en el litoral”* (Núñez 1982:102). Una baja escala de la producción agrícola junto al énfasis en la recolección de recursos marinos, implicaría una menor ingesta de carbohidratos por parte de estos individuos, lo que a su vez podría explicar la baja prevalencia de caries. Asimismo, la abrasividad de los alimentos de la costa generan un “buffer” en el impacto cariogénico de la salud oral, debido a que el desgaste en las superficies oclusales, particularmente en molares, pudo haber atenuado el desarrollo de focos de caries (Powell 1985).

Con respecto a esto último, el alto grado medio de desgaste que presenta esta población (5.08), que a su vez corresponde al más elevado en relación a todas las muestras estudiadas, se condice con un considerable consumo de recursos marinos. Muchos alimentos contienen partículas exógenas que generan una determinada abrasión en la faceta oclusal de los dientes durante la masticación, siendo la arena la partícula que por excelencia determina la abrasividad de los alimentos costeros (Hillson 1996). Esto sería la principal causa de un grado de desgaste comparativamente considerable en relación a P8

y los sitios de Atacama. Si bien T40 no es un grupo de tradición costera, existe una importante complementariedad de los recursos del mar, evidenciados por el material cultural y orgánico de este sitio, por la evidencia isotópica en muestras dentales con altos niveles de N₁₅ (Santana et al. 2012), así como por la evidencia bioantropológica entregada por esta investigación.

Así mismo, es considerable la importancia de consumo del algarrobo (*Prosopis Chilensis*) dentro del sistema de subsistencia de los individuos de T40, ya que también vendría a ser un recurso que explique el impacto de desgaste dental sobre las piezas dentales, puesto que sus vainas y carpos son considerados un alimento duro y abrasivo (Holden y Núñez 1993).

Por otro lado, las características ecológicas de oasis en Pica generaría las condiciones propicias para desenvolver una fructífera tradición agrícola. Si bien en esta área del desierto las precipitaciones son prácticamente ausentes (< 1 mm de promedio anual), los importantes aportes hídricos, entregados por la napas freáticas (subterráneas) y por los ríos de quebradas, abastecieron de aguas provenientes de lluvias altiplánicas estivales (Gayo et al. 2012). Esto propicio el florecimiento de recursos forestales (tamarugo y algarrobo), favoreciendo las condiciones de humedad para la actividad agrícola principalmente y, en menor medida, la actividad ganadera (Núñez 1979).

Hacia el PIT, el importante desarrollo agrícola en este oasis de *piqai*⁹ se documenta en las extensas áreas de cultivos (Uribe 2006), en las señales isotópicas de consumo de maíz (Santana et al. 2015), y en la alta frecuencia de caries observado en la presente investigación.

Aunque T40 y P8 representan sociedades agricultoras (con distintos grados de desarrollo de este sistema de subsistencia), los resultados observados a partir de caries y desgaste dental estarían indicando que T40 correspondería a grupos humanos con mayor dependencia de los recursos marinos que los cultivos agrícolas, mientras que en P18 la situación sería a la inversa.

Tenemos entonces que los grupos “cazadores-recolectores-cultivadores que entremezclaron tradiciones marítimas y quebradeñas” (Núñez 1979:170) se corresponde con una baja frecuencia de caries exhibido en T40, mientras que el fortalecimiento de una agricultura de tiempo completo, cuyos vestigios están dados por extensos campos de cultivos, diversas herramientas agrícolas, estructuras destinadas al almacenamiento de

⁹ Que significa flor de la arena en quechua.

excedentes y los montículos de basurales (Núñez 1979, Uribe 2006), es consistente con una mayor frecuencia de caries observado en P8.

Al observar los resultados para el área de Atacama, el escenario es totalmente distinto. Las frecuencias de caries son considerablemente más elevadas una vez comparadas con Tarapacá, siendo QT6 quien representa el “pick” de afección por caries. Teniendo el cuenta el trabajo de Santana y equipo (2015), los datos isotópicos de C_{13} de la colección QT6 se infiere que la dieta sería terrestre compuesta por plantas de vías fotosintéticas C_3 , como el algarrobo, y C_4 , como el maíz. Aunque el consumo de maíz tendría un mayor protagonismo a partir de los elevados valores de C_{13} en el colágeno y en la apatita (Santana et al. 2015). Esto último sería absolutamente consistente con la elevada frecuencia de caries que presenta QT6.

Además, el área de Atacama cuenta además con frutos silvestres muy reconocidos por su alto contenido en azúcares como lo es el chañar (*Geoffroea decorticans*) y el algarrobo (*Prosopis chilensis*), y que han sido (pre)históricamente consumidos por los antiguos habitantes del oasis de San Pedro Atacama (Llagostera 2004, Núñez 2007). En consideración a la alta correlación entre consumo de carbohidratos y azúcares con el desarrollo de caries (Hillson 1996, 2005, Larsen 1997, Lukacs 1998, Temple y Larsen 2007, Klaus y Tam 2010), es posible que la elevada frecuencia de esta patología oral se deba a una considerable ingesta de cultígenos (en especial maíz), chañar y algarrobo. Asimismo, el consumo de cactáceas también pudo impactar la salud oral de estas poblaciones con respecto al desarrollo de caries (Watson 2008), aunque no es un recurso bien documentado en el registro arqueológico.

IX.II Impacto Biocultural de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá: La perspectiva desde el Estrés Ambiental

1. Interpretación multifactorial de los datos

Bajo el supuesto de que *“el esqueleto y la dentición humana son sistemas abiertos, dinámicos, históricos y adaptativos, que sufren modificaciones en su morfología normal desde momentos de la vida in utero hasta la muerte, en respuesta a las diferentes presiones o estímulos ocasionados por el contexto socioambiental en que se encuentra inmerso”* (Luna 2006:256), es que se fundamentó la pregunta de investigación de la

presente memoria de título. En el caso de los indicadores de estrés ambiental, el objetivo principal fue evaluar el impacto en la biología esquelética que pudo tener la transición de los períodos agro-alfareros, así como la ocupación de diferentes nichos ecológicos, considerando un escenario que integre las variables estresoras presentes en el siguiente diagrama (Goodman et al. 1988):

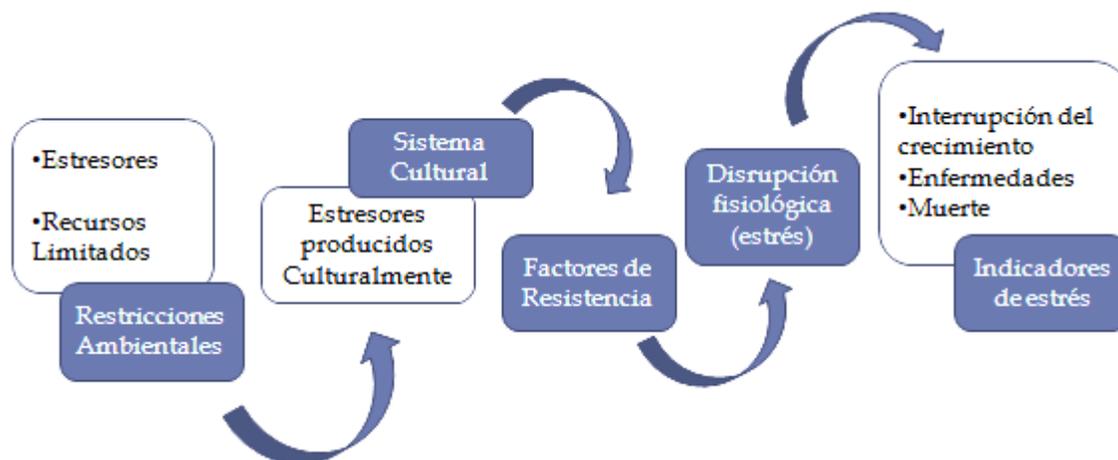


Figura 17. Modelo de estrés adoptado para uso en colecciones esqueléticas (adaptado de Goodman et al. 1988:172).

Estudiar la prevalencias de los indicadores descritos en esta investigación es que podemos obtener información valiosa para reconstruir las presiones adaptativas que vivieron las poblaciones del pasado, considerando el estrés como un importante indicador de adaptación (Goodman et al. 1988, Larsen 1997).

A continuación se discutirán los diversos factores de estrés ambiental que pudieron afectar a las poblaciones atacameñas y tarapaqueñas en las transiciones agroalfareras.

a. Hipoplasias

Como fue posible apreciar en los resultados, la frecuencia de hipoplasias del esmalte dental fue bastante elevada en la mayoría de las colecciones estudiadas existiendo casos en los que su prevalencia fue del 100%, tal como se observó en la muestra masculina de QT6 y TA40 y la muestra femenina de PI8.

Al evaluar los datos desde las transiciones agroalfareras tenemos que la única área que presenta diferencias significativas es en Atacama, donde la muestra de S3NE y C3 exhibe diferencias significativas con QT6 en la transición del PM al PIT. Respecto a esto, los sitios asociados al PM presentan menores frecuencias al ser comparados con el sitio

asociado al PIT (QT6), lo que nos podría estar indicando un mayor estrés hacia fases más tardías durante la primera etapa de crecimiento y desarrollo humano.

Esto último puede tener relación con las condiciones de mayor sequedad aludidas por Torres-Rouff y Costa (2005), quienes mencionan *“the paleoecological evidence shows that a large drought gripped the southern Andes at the onset of the Late Intermediate Period”*¹⁰ (Ortloff y Kolata 1993, Binford et al. 1997 en Torres-Rouff y Costa 2005: 66). Este escenario probablemente se extendió en la puna de Atacama, lo que podría estar impactando significativamente a las poblaciones prehispánicas atacameñas del PIT. Por lo tanto, una mayor frecuencia de hipoplasias hacia el PIT podría explicarse por causas de estresores climáticos.

Ahora bien, el valor de estos resultados no radica precisamente en el impacto de la transición de un período a otro, sino que más bien el elevado estrés en todas las colecciones estudiadas, tanto en las dos áreas de estudio como también en los hombres y mujeres.

Las causas que explican la expresión de las líneas de hipoplasias dentales estarían dadas por una interrupción en la secreción de matriz celular de los ameloblastos debido a condiciones no homeostáticas en el organismo, teniendo como consecuencia una deficiencia en el grosor del esmalte dental (Ortner 2003). En consideración a esto, el presente estudio incluyó la expresión de hipoplasias dentales del esmalte en caninos e incisivos permanentes, siendo piezas dentales cuya formación ocurre entre el primer año de vida hasta los cuatro años aproximadamente (Buiscktra y Ubelaker 1994). Esto nos indica que las condiciones de estrés a las cuales fueron expuestas estas poblaciones estaría ocurriendo durante la primera etapa de la infancia, lo cual podría estar relacionado con el paso de una alimentación exclusiva de lactancia materna al consumo de alimentos suplementarios (Lovell 2000). De acuerdo a Lovell (2000), hasta los 6 meses la leche materna entrega los nutrientes necesarios para el organismo, y posteriormente su potencial nutricional va decreciendo. Cuando el amamantamiento no es complementado con alimentos suplementarios adecuados, el individuo se ve expuesto a una baja calidad nutricional y de esta forma puede presentar condiciones de estrés nutricional resultando en el desarrollo de hipoplasias del esmalte dental.

¹⁰ Evidencias paleoecológicas muestran que ocurrió una gran sequía al Sur de los Andes hacia el inicio del Período Intermedio Tardío.

Por otra parte, estudios realizados en muestras bioantropológicas de poblaciones antiguas muestran una mayor frecuencia de hipoplasias del esmalte en poblaciones agrícolas en comparación a grupos cazadores-recolectores (Cohen y Armelagos 1984), lo que indica que la agricultura, como sistema de subsistencia, no necesariamente entrega alimentos ricos en nutrientes (Diamond 2002).

Dicho esto, es posible inferir que, la suplementación de alimentos posterior a la lactancia, junto a la baja calidad nutricional de los alimentos producidos por estas sociedades agrícolas (tempranas y tardías), resultarían en esta elevada prevalencia de hipoplasias del esmalte observada en todas las colecciones estudiadas en esta investigación.

También cabe mencionar que las enfermedades infecciosas pudieron generar condiciones no homeostáticas en el organismo y que, consecuentemente, resultaran en hipoplasias. Costa y equipo (2009) muestran el caso de un individuo femenino que presentaba lesiones óseas de *Leishmaniosis*. Esta es una enfermedad infecciosa endémica de los trópicos, por lo que su presencia en el área atacameña da cuenta de contacto con grupos de tierras cálidas.

Así mismo, Da Glória y colaboradores (2011) analizan el perfil epidemiológico de las poblaciones prehistóricas de San Pedro de Atacama, a través de indicadores de periostitis y osteomielitis. Sus resultados muestran que, durante el período de la influencia altiplánica tiwanakota, hay una alta prevalencia de estas enfermedades infecciosas que afectan a los huesos. Los autores proponen dos explicaciones: por un lado las condiciones sanitarias empeoradas debido al crecimiento y agregación de la población. Y por otro lado, el mayor contacto con patógenos extraños procedentes de estas poblaciones altiplánicas podría explicar la mayor prevalencia de enfermedades infecciosas durante el Período Medio (Da-Glória et al. 2011).

En su conjunto, la presencia de enfermedades infecciones en colecciones prehispánicas atacameñas nos muestra de condiciones de enfermedad que pudieron estar afectando a estas poblaciones, lo que también podría explicar la presencia de hipoplasias en las muestras atacameñas analizadas exclusivamente en la primera etapa de la infancia.

No obstante, es muy probablemente que las condiciones de extremo desierto en las que habitaron estas poblaciones ejercieron algún tipo de presión adaptativa durante la primera etapa de crecimiento y desarrollo humano, ya que este indicador exhibe altas frecuencias durante el Período Formativo, Período Medio, y Período Intermedio Tardío en ambas áreas de estudio.

Los ecotóxicos también podrían explicar la alta frecuencia de hipoplasias. Como ya menciona Santana y equipo (2015) llama la atención los altos valores de N_{15} en los individuos de Quitor 6 considerando que tendrían una dieta de tradición terrestre, ya que los altos valores de esta señal isotópica esta muy asociada a dietas de tradición marítima. De esta manera, los autores aluden a las condiciones de aridez y el uso de fertilizantes para explicar el enriquecimiento de N_{15} en los resultados. No obstante, no sólo la colección de QT6 destaca por los altos niveles de Nitrógeno, sino que también otras colecciones del desierto de Atacama (Santana et al. 2012, Santala et al. 2015, Uribe et al. 2016).

Los altos niveles de Nitrógeno en la sangre genera nitrógeno ureico, y pueden terminar afectando los riñones y el hígado, puesto que éstos son los órganos encargados de excretar el exceso de nitrógeno ureico en la sangre (Latarjet 2004).

El estudio de Fan y Steinberg (1996) señala que *“Several cases of methemoglobinemia have been reported in infants in the United States using water containing nitrate at levels higher than the current maximum contaminant level (MCL) of 45 ppm (mg/liter) nitrate (NO₃) or 10 ppm nitrate–nitrogen (nitrate–N), MCL”*. Esto nos indica que niveles tóxicos de nitrógeno en la sangre tendría consecuencias en la salud humana como lo es la enfermedad methemoglobinemia.

En suma, son diversos factores involucrados en la interpretación de las altas frecuencias de hipoplasias en las colecciones estudiadas. Las explicaciones más sugerentes sería la aridez que caracteriza al desierto, la mayor sequedad reportada hacia el PIT en ambas áreas de estudio, y el enriquecimiento del nitrógeno en las muestras estudiadas por indicadores isotópicos.

b. Cribra Orbitalia e Hiperostosis Porótica

Al observar los resultados de cribra orbitalia en la transición del PM al PIT en Atacama tenemos que no existen diferencias significativas, ni tampoco al comprar los sitios del PF al PIT en Pica-Tarapacá. Sin embargo, al comparar ambas áreas de estudio se observaron diferencias significativas entre ambos sitios del PIT (QT6 y PI8), en dónde este último sitio destaca por las altas frecuencias de este indicador en todas las muestras analizadas en las dos áreas ecológicas bajo estudio.

Al evaluar la transición del PM al PIT en Atacama en relación a hiperostosis porótica los únicos sitios que muestran diferencias significativas son S3E con QT6. No obstante, también se observan diferencias significativas al interior de cada Período, como S3E con

S3NE y S3E con C3 durante el PM, así como QT6 con TO en durante el PIT. Esto nos muestra una importante heterogeneidad en los resultados, de manera que no existe un patrón claro de afección por hiperostosis porótica entre las muestras de la población atacameña.

En relación a la transición del PF al PIT en el área Pica-Tarapacá tenemos que ambas muestras no presentan diferencias significativas en la transición PF-PIT.

Si bien este estudio no presentó resultados reveladores al evaluar la transición de un periodo a otro entre ambas áreas de estudio, si se logró identificar un interesante resultado al obtener una correlación positiva entre los indicadores de hiperostosis porótica con cribra orbitalia.

Considerando la etiología de estos indicadores, tanto la hiperostosis porótica cuanto la cribra orbitalia, han sido ampliamente consideradas como patologías indicativas de anemia. Esto sería resultado de diversos factores como una: dieta deficiente en hierro, mala absorción de este mineral a nivel intestinal, deficiencia de vitamina B12, pérdida de hierro debido a diarreas crónicas y enfermedades parasitarias a nivel intestinal, dentro de las causas más importantes (Goodman et al. 1984, Stuart-Macadam 1987b, Larsen 1997, Mays 1998, Goodman y Martin 2002, Walker et al. 2009).

En términos de absorción de nutrientes a nivel intestinal, el consumo de maíz interferiría negativamente en la absorción de hierro en el intestino, lo que favorecería la manifestación de anemia ferro-priva por déficit nutricional (Ortner 2003). Hacia períodos más tardíos, como el PIT, la producción de maíz fue significativamente más importante en la dieta de estas poblaciones, lo que se muestra consistente con la alta frecuencia de cribra e hiperostosis en muestras más tardías como TO y PI8.

Se ha argumentado que, la presencia de estas patologías, serían indicadores para interpretar condiciones nutricionales de las poblaciones pasadas (Larsen 1997, 2002, Aufderheide y Rodríguez-Martín 1998, Goodman y Martin 2002). Principalmente por el consumo de una dieta pobre en fierro, y en menor medida por parásitos intestinales.

Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente, se ha discutido sobre la etiología de estas patologías a partir del estudio de Wapler y colaboradores (2004), quienes evalúan más críticamente la anemia ferropriva como causante univoca de cribra orbitalia. Más aún, Walker et al. (2009) sostiene que la hipótesis de anemia ferropriva es inconsistente con recientes investigaciones hematológicas, que muestran la deficiencia de hierro *per se* como insuficiente para explicar la masiva producción de células rojas que provocan la expansión de la médula ósea responsable tanto de la cribra orbitalia como de la

hiperostosis. Los autores mencionan que la deficiencia de vitamina B12 sería la principal responsable de anemia, generando la conocida anemia megaloblástica, y teniendo como resultado estas afecciones óseas (cribra e hiperostosis).

Si bien es difícil establecer las causas responsables que resultan en estas lesiones esqueléticas, lo cierto es que su presencia estaría indicando una respuesta fisiológica frente a condiciones no homeostáticas en el organismo.

Lo que sí podemos sostener es que la presencia de estas patologías estaría revelando un estrés biológico por parte de estas poblaciones prehistóricas en respuesta a presiones ambientales (Stuart-Macadam 1992) y/o culturales (Goodman et al. 1988).

La presencia de parásitos intestinales parece ser una interesante explicación en la expresión de estos indicadores en las poblaciones prehispánicas bajo estudio. El estudio realizado por Araújo et al. (1985) da cuenta de la presencia de parásitos intestinales en muestras de coprolitos humanos de Caserones, a lo cual se añade la información entregada por Holden y Núñez (1993) de la presencia de diferentes tipos de parásitos y protozoos en momias de Caserones en Tarapacá. Estos antecedentes nos informan de un estrés fisiológico a nivel de absorción intestinal de nutrientes (particularmente fierro), que se podría estar reflejando en estos indicadores de estrés inespecíficos como lo son la cribra orbitalia y la hiperostosis porótica.

En Atacama, es probable que los individuos de S3E estén experimentando un particular tipo de estrés biológico evidenciado por la presencia de una alta frecuencia de hiperostosis porótica, donde los hombres estarían siendo los más afectados por esta patología. De acuerdo a la caracterización de Elite que se le ha otorgado a esta muestra de Solcor 3, a partir de la suntuosidad del ajuar cultural asociado y su determinado patrón de entierro (Bravo y Llagostera 1986, Hubbe et al. 2012), se esperaría que las condiciones de salud de estos individuos fuesen considerablemente mejores respecto a S3 No Elite, que ha sido caracterizada como mucho más pobre en relación al material cultural asociado. Sin embargo, los datos obtenidos tanto de hiperostosis como de los otros dos indicadores de estrés ambiental (hipoplasias y cribra), estarían mostrando un escenario opuesto.

En relación a esto, es importante considerar la presencia de enfermedades infecciosas registradas en las colecciones atacameñas en estudio (Da Glória 2011), como un antecedente que puede generar condiciones de estrés. Tanto en la prehistoria como en la historia humana, la propagación de las enfermedades infecciosas se ha relacionado con el crecimiento demográfico, el hacinamiento, la falta de higiene, la falta de manejo sanitario al preparar los alimentos, así como el consumo de éstos en mal estado (Cohen y

Armelagos 1984). Es probable que estas condiciones de vida, propias de las sociedades agroalfareras, es decir, mayor sedentarismo, aumento poblacional, hacinamiento y pobres condiciones de higiene hayan sido factores preponderantes en la presencia de estos parásitos y enfermedades infecciosas en la población, que pudieron estar reflejándose en la alta frecuencia de cribra de hiperostosis como se observa en el sitio S3E.

Además, cabe mencionar la correspondencia entre la mayor condición de sequedad registrada hacía el primer milenio de nuestra era en ambas áreas de estudio (Maldonado y González 2012, Ortloff y Kolata 1993 en Torres-Rouff y Costa 2005) con la mayor prevalencia de cribra orbitalia en las muestras del PIT tanto en Atacama (QT6 y TO) como en Tarapacá (P8), situación que probablemente nos podría estar informado de una considerable presión ambiental sobre la biología humana de estos grupos prehispánicos reflejada en este indicador osteológico de estrés ambiental.

En suma, es importante poner bajo discusión las diferentes posibilidades que estarían involucradas en la interpretación de determinadas patologías, como lo es los indicadores de estrés ambiental, para así ampliar el escenario de potenciales respuestas en este interés de la reconstrucción de grupos humanos que habitaron el desierto de atacama en el pasado. La Figura 14 muestra una interesante interacción entre los factores culturales y ambientales, así como crecimiento poblacional, que pueden generar un ambiente de inestabilidad resultado en un estrés inespecífico en el organismo expresado morfológicamente a nivel óseo en cribra orbitalia e hiperostosis porótica. La correlación positiva de estas dos variables observada en esta investigación se ajusta a los planteamientos observados por Walker y colaboradores (2009) los cuales se resumen en la Figura que se ilustra a continuación.

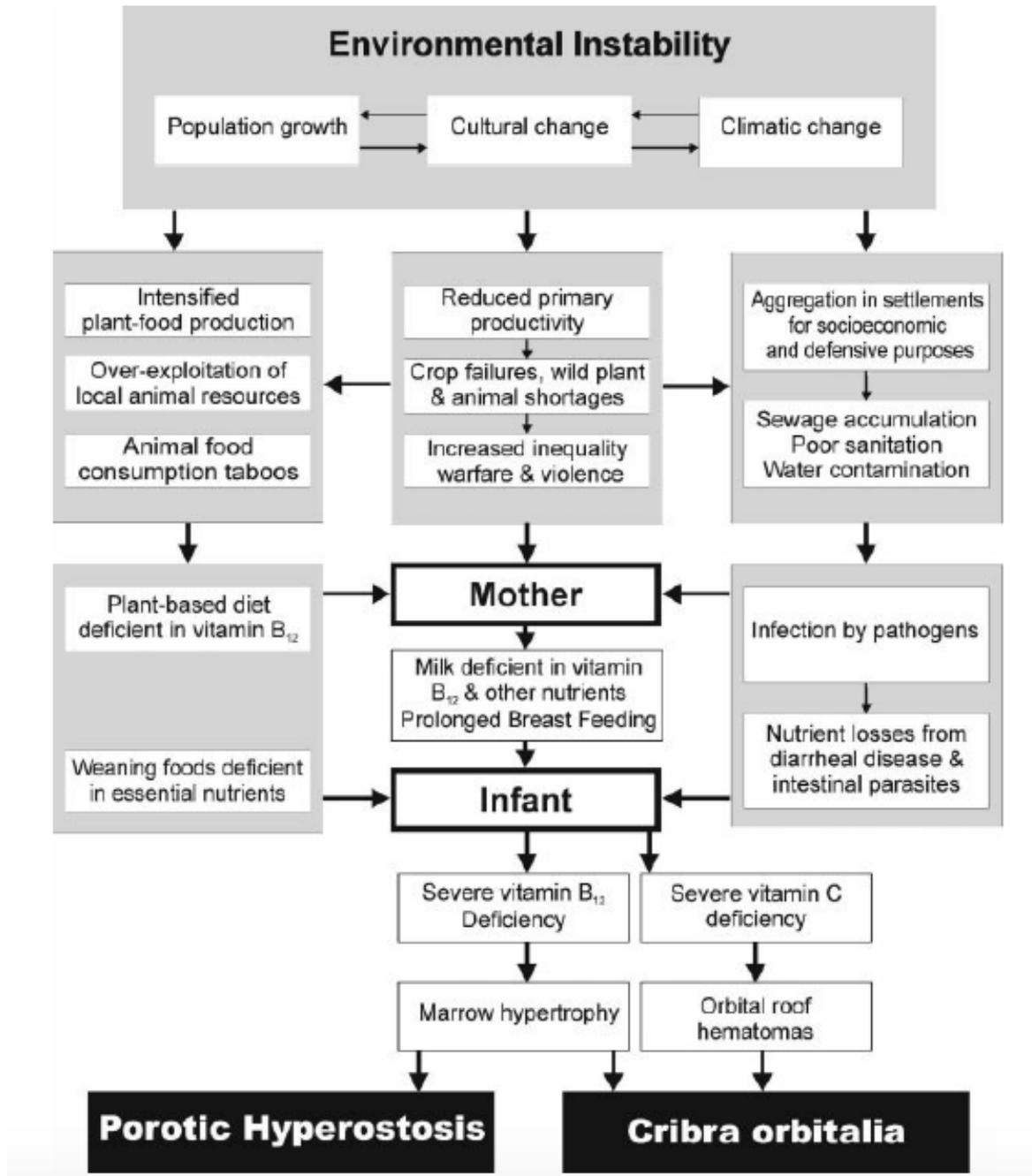


Figura 18. Diagrama de flujo que ilustra las variables relacionadas con la etiología de la hiperostosis porótica y orbitaria cribra (Walker et al. 2009: 113).

IX.III. Análisis Integral de los datos: Ecología, cultura y condiciones de vida de las poblaciones pasadas

Al evaluar el impacto de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá nos permite comprender, de manera integral como es que la cultura y la ecología, pueden interactuar a la hora de afectar las condiciones de la biología esquelética de las poblaciones pasadas.

Núñez (1982) realiza una aproximación bastante integral respecto de la adaptación humana a los ecosistemas desérticos durante este período de innovaciones productivas, y en general aplicable como contexto a toda la secuencia agroalfarera en ambas áreas de estudio. Entendiendo esta adaptación como *“los esfuerzos fisiológicos, socio-culturales y productivos destinados a transformar los biomas de oasis naturales en hábitat productores de alimentos, dentro de un proceso de eficiencia energética creciente”* (Núñez 1982:92). El eje de análisis que utiliza este autor se articula bajo cuatro aspectos centrales: adaptación fisiológica, adaptación cultural, adaptación social y adaptación productiva.

De acuerdo a Núñez (1982), la adaptación fisiológica estaría relacionada principalmente con la hidratación y temperatura corporal que habría exigido la ocupación de los ecosistemas desérticos. Eventos prolongados de exposición al sol u otros factores que conlleven a una importante pérdida de agua significaría en un daño fisiológico por deshidratación. Las variaciones de temperatura entre el día y la noche también exigirían un ajuste fisiológico importante para mantener en homeostasis la temperatura promedio del organismo (36-37 °C).

La adaptación cultural, por su parte, también habría jugado un rol fundamental para la exitosa ocupación humana en ambientes desérticos. La vasta presencia de cantaros en Caserones-1, por ejemplo, tendría relación con el traslado y consumo indispensable de agua, la confección y uso de camiones largos habría atenuado la irradiación solar y la transpiración excesiva, evitando estados de deshidratación (Núñez 1982, Moran 2009). La arquitectura también habría propiciado un “microambiente” adecuado, entregando sombra para atenuar la insolación, la radiación y la evaporación diurna, así como habría proporcionado una temperatura nocturna idónea para sobrellevar el descenso térmico que caracterizan a los climas desérticos por las noches (Ibíd).

La adaptación social tendría relación con estrategias y organizaciones colectivas para realizar labores productivas, lo que implicaría un desarrollo gradual de estructuras sociales estratificadas y especializadas. Se infiere que en las sociedades agroalfareras habría ocurrido un proceso adaptativo-productivo que involucró una división social del trabajo, una organización cooperativa en labores de subsistencia y un desarrollo tecnológico adecuado y eficiente. Una vez que estas fuerzas productivas se combinaran armónicamente, y tomando en cuenta que las condiciones ambientales proporcionaron las fuentes hídricas suficientes, los recursos obtenidos pudieron satisfacer las demandas poblacionales exitosamente, e incluso generando excedentes tanto para el almacenamiento como para el intercambio con grupos aledaños. Esto también supondría el mantenimiento de una población en constante crecimiento, cuyas presiones demográficas repercutirían en la calidad y cantidad de los recursos consumidos.

La adaptación productiva, por su parte, tendría relación con la diversificación progresiva de los recursos. Para que esta diversificación fuese posible habría sido necesaria la transformación del bioma de oasis y quebradas que permitiese la implantación de cultivos tolerantes a las condiciones de suelos salinos, arenosos, de bajo contenido orgánico, regadío irregular, alta evaporación e insolación sostenida. Esta transformación del entorno estaría asociada a un desarrollo tecnológico fundamental durante la producción de alimentos, con el apoyo de instrumentos agrícolas como los chuzos de madera y las palas líticas, además de una tecnología hidráulica basada en la inundación de las áreas de cultivos.

Si bien la actividad agraria en un ecosistema desértico estaría condicionada por la calidad de los suelos, la alta evaporación, el apoyo de instrumentos tecnológicos, entre otros factores, quizás el agente más determinante en la producción agrícola son los cambios cíclicos del régimen de precipitaciones andinas. La disponibilidad de agua determinaría la expansión o contracción de las áreas de cultivo en las tierras bajas, en donde el último caso, conllevaría eventos de estrés y retracción poblacional afectando el ritmo de crecimiento demográfico (Lovett 1973, en Núñez 1982).

Para controlar estos eventos de merma productiva las labores de subsistencia estuvieron orientadas a generar una sobreproducción alimentaria durante las temporadas más propicias, junto a técnicas de conservación y almacenaje de alimentos, es decir, la cultura. La diversificación de alimentos implicaría un eficiente conocimiento del medioambiente, un manejo tecnológico adecuado para producir y explotar recursos y un sistema de almacenaje apropiado que conserve de manera óptima los excedentes alimentares. De

igual forma, y de importancia en términos de interacción social, la diversificación de recursos también estaría relacionada con la inserción de alimentos en el tráfico de intercambio (Núñez 1982).

Este escenario descrito por Núñez (1982) tendría importantes implicancias en aspectos de dieta y estrés ambiental sobre la biología esquelética de las poblaciones prehispánicas que experimentaron las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá.

De esta forma, para interpretar de manera integral indicadores osteológicos y dentales utilizados en la presente investigación, y también aplicable a otras investigaciones, es que se propone un modelo ecológico cultural para el estudio comparativo de poblaciones pasadas desde una perspectiva biocultural (ver Figura 19).

Se propone una nueva forma de comprender los datos que es a través de un modelo que incluya un nivel ecológico y cultural a la hora de interpretar el impacto de las transiciones agroalfareras sobre la biología esquelética:

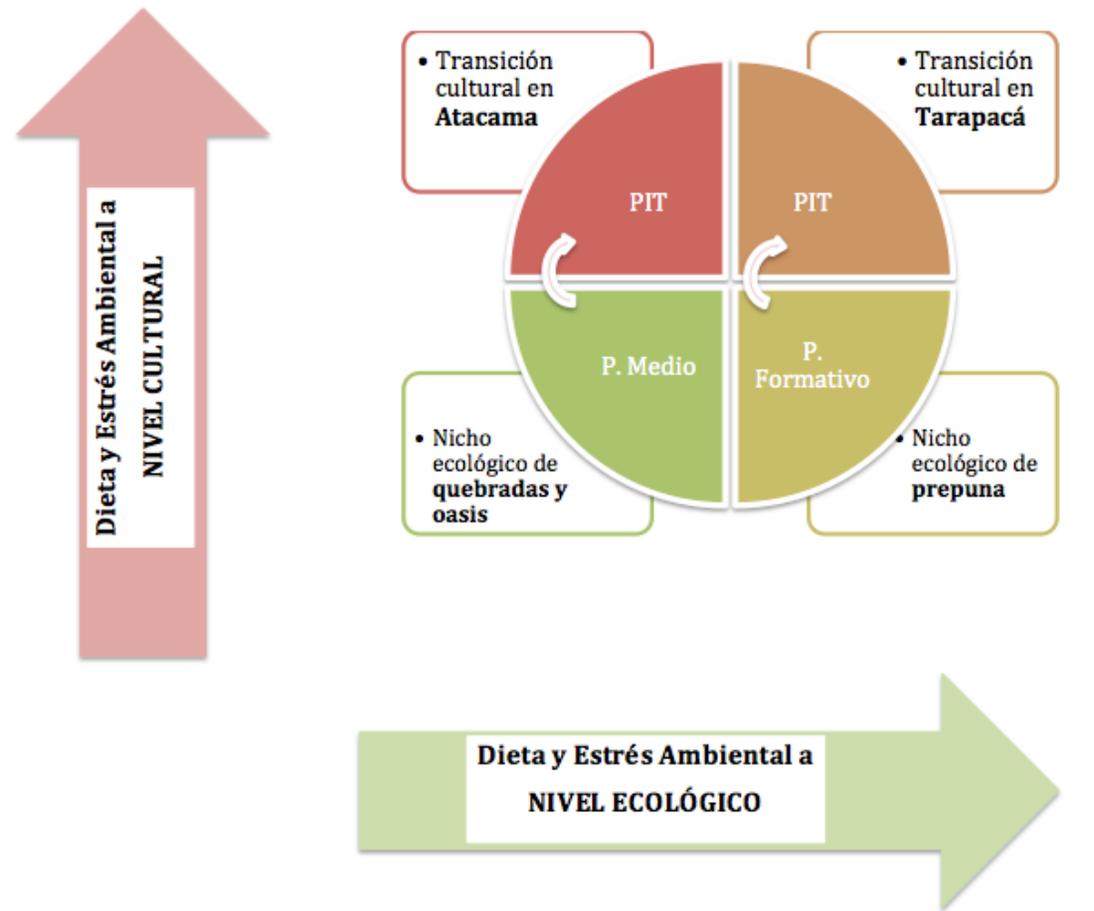


Figura 19. Modelo ecológico y cultural de las transiciones agroalfareras desde una perspectiva biocultural.

X. Conclusiones

A partir del presente estudio se concluye lo siguiente:

1. Los indicadores de dieta fueron informativos para evaluar el impacto de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá, ya que mostraron patrones de cambio al compararlos entre las áreas de estudio, entre los Períodos, y entre hombres y mujeres.
2. En relación a esto, la frecuencia de caries aumento hacía periodos más tardíos en ambas áreas de estudio, periodo (PIT) en el cual la agricultura representó un sistema de subsistencia plenamente incorporado en estas sociedades agrícolas, y consecuentemente, un mayor protagonismo en la ingesta de carbohidratos en la dieta de estas poblaciones.
3. El desgaste dental fue más elevado en periodos más tempranos (P. Formativo en Tarapacá y P. Medio en Atacama) disminuyendo hacía el PIT, destacando el área de Tarapacá con los más altos grados de desgaste relacionado con un sistema de subsistencia de mayor dependencia a recursos costeros, y por lo tanto, de mayor abrasividad.
4. La pérdida dental *antemortem* se comportó de manera similar a la frecuencia de caries, de manera que este indicador estaría relacionado por la prevalencia de esta patología oral.
5. Los indicadores de estrés ambiental mostraron escenarios bastante heterogéneos de manera que no fueron informativos para evaluar el impacto de las transiciones agroalfareras en Atacama y Tarapacá.
6. La elevada frecuencia de hipoplasias da cuenta de un importante estrés durante la primera infancia del crecimiento y desarrollo humano. Este indicador se mantuvo con elevadas prevalencias a lo largo de todos los Períodos así como en las dos áreas en estudio, dando cuenta de un importante estrés en estas poblaciones

probablemente asociado con la ocupación de un hábitat de extremo desierto. Las mejores explicaciones corresponden a la aridez del PIT según datos paleoclimáticos, y las ecotóxicas del desierto como el elevado nitrógeno.

7. Tanto cribra como hiperostosis se mostraron muy variables en sus frecuencias en todas las colecciones estudiadas.
8. La correlación positiva de cribra orbitalia e hiperostosis porótica muestra un importante hallazgo en el análisis de estas colecciones, de manera que ambos indicadores responderían a las mismas presiones no homeostáticas en el organismo tal como lo plantea Walker y cols (2009).
9. En relación a lo anterior, este estudio propone que las condiciones de anemia en las poblaciones bajo estudio podrían explicar la frecuencia de estos indicadores (cribra e hiperostosis), teniendo en consideración la asociación de ambas variables. La baja ingesta de alimentos ricos en vitamina B12, el alto consumo de maíz (considerando su efecto negativo en una mala absorción de hierro a nivel intestinal), las enfermedades gastrointestinales que generan diarreas crónicas, los parásitos intestinales, etc. pudieron interferir en la absorción de minerales como el hierro generando anemia en el individuo, y en la población.
10. En suma, las transiciones agroalfareras impactaron en la biología esquelética de las poblaciones atacameñas y tarapaqueñas. Este impacto sólo es posible comprenderlo, de forma más integral, incluyendo una perspectiva ecológico-cultural a nivel comparativo.

XI. Bibliografía

Agüero, C. 2005. *Aproximación al asentamiento humano temprano en los oasis de San Pedro de Atacama*. Estudios Atacameños N° 30: 29-60.

Agüero, C. Uribe, M. y Carrasco, C. 2003. *Sobre el registro y la cronología del Período Formativo en los Oasis de San Pedro de Atacama*. Actas del XVI Congreso Nacional de Arqueología Chilena: 627-636.

Agüero, M. 2007. *Acerca del rol vestuario en el surgimiento, desarrollo y consolidación del "Complejo Pica-Tarapacá", Período Intermedio Tardío*. Tesis para optar al Grado de Magíster en Antropología con mención en Arqueología, Universidad Católica del Norte, Antofagasta.

Agüero, C. y Uribe, M. 2007. En prensa a. "Tiwanaku en Tarapacá, Norte Grande de Chile: ¿Realidades o espejismos en el desierto?". En *The Southern Andean iconographic tradition*, editado por W. Isbell, C. Stanish y M. Uribe. Dumbarton Oaks & The Cotsen Institute of Archaeology, Los Angeles.

- 2011. *Las sociedades Formativas de San Pedro de Atacama: Asentamiento, cronología y proceso*. Estudios atacameños 42: 53 – 78.

Alfonso, M. 2000. *Continuidad y transformación: condiciones de salud oral en las poblaciones de la costa y el valle de Azapa (9000-1000 a.p.)*. Memoria para optar al título de Arqueólogo, Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago.

Aufderheide, A. y Rodríguez-Martín, C. 1997. *Cambridge Encyclopedia of Human Paleopathology*. Cambridge University Press.

Armelagos, G. J., y Goodman, A. H. 1991. *The concept of stress and its relevance to studies of adaptation in prehistoric populations*. Collegium Antropologicum 15: 45 – 58.

Adán, L., y S. Urbina. 2005. *Arquitectura, asentamiento y organización social en las quebradas tarapaqueñas durante los períodos tardíos. Análisis arquitectónico de los sitios Camiña-1, Laymisiña, Carora, Tarapacá Viejo, Caserones-1 y Jamajuga.* Informe Fondecyt 1030923.Ms.

Adán, L., S. Urbina y M. Uribe. 2005. *Arquitectura pública y doméstica en las quebradas de Tarapacá: asentamiento y dinámica social en el Norte Grande de Chile.* Ponencia presentada en Taller Procesos Sociales Prehispánicos en los Andes Meridionales, Tilcara. Argentina.

Allison, M., E. Gerszten, J. Munizaga, C. Santoro. y D. Mendoza. 1981. *Tuberculosis in Pre-Columbian Andean Populations.* En *Prehistoric Tuberculosis in the Americas*, editado por J. Buikstra, pp: 49-51. Northwestern University, Archaeological Program.

Benavente, A. Y Massone, C. 1985. *Algunos efectos de Tiwanaku en la Cultura de San Pedro de Atacama.* *Dialógo Andino.* 4:259-278.

Berenguer, J., Roman A., Deza, A. y Llagostera A. 1988. *Testing a Cultural Sequence for the Atacama Desert.* *Current Anthropology*, Vol. 29, No. 2, pp. 341-346.

Berenguer, J. y P. Dauelsberg. 1989. *El norte grande en la órbita de Tiwanaku.* En *Culturas de Chile. Prehistoria, Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista.* J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano (Eds.), pp. 129 – 180. Editorial Andrés Bello, Santiago.

Berenguer, J. 1998 *La iconografía del poder en Tiwanaku y su rol en la integración de zonas de frontera.* *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 7: 19 – 38.

Berenguer, J. 2000. *Tiwanaku, Señores del Lago Sagrado.* Museo Chileno de Arte Precolombino.

Betancourt, J.L.; Latorre, C.; Rech, J. A.; Quade, J.; Rylander K. A. *A 22,000-Year Record of Monsoonal Precipitation from Northern Chiles Atacama Desert.* *SCIENCE.* VOL 289.

Blom, D., L. Keng y E. Shoreman. 2003. *Health and variation in Moquegua's Tiwanaku settlements*. 68th Annual Meeting for the Society of American Archaeology, Milwaukee, Estados Unidos.

Bravo, L., y Llagostera, A. 1986. *Solcor 3: un aporte al conocimiento de la cultura San Pedro, período 500 al 900 D.C.* Chungara 16–17:323–332.

Buikstra, J. y Ubelaker, D. 1994. *Standards for data collection from human skeletal remains*. Arkansas: Arkansas Archaeological Survey.

Catalán, D. 2006. *El rito funerario en la prehistoria tardía del norte de Chile: Una aproximación a las expresiones ideológico-simbólicas tarapaqueñas a partir de los tejidos y objetos muebles*. Memoria para optar al Título de Arqueóloga, Departamento de Antropología, Universidad de Chile, Santiago.

- 2010. De miniaturas y otros objetos: re- conociendo la colección del cementerio Tarapacá- 40, Norte de Chile (Período Formativo). Informe FONDECYT 10804598.

Cartajena I., Núñez L. y Grosjean M. 2007. *Camelid domestication on the western slope of the Puna de Atacama, northern Chile*. Anthropozoologica 42 (2): 155-173.

Cohein N. and Armelagos G. 1984. *Paleopathology at the origins of agriculture*. Academic Press.

Costa J., M.A. 1988. *Reconstitución física y cultural de la población tardía del cementerio de Quitor-6 (San Pedro de Atacama)*. Estudios atacameños 9: 107 – 135.

- 1994. *Coyo-3: momentos finales del período medio en San Pedro de Atacama*. Estudios Atacameños 11: 73-107

Costa, M.A., Neves, W.A., De Barros, A.M. y Bartolomucci, R. 1998. *Trauma y estrés en poblaciones prehistóricas de San Pedro de Atacama, Norte de Chile*. Chungará (Arica) 30(1): 65 – 74.

Costa, M.A., Neves, W.A., y Hubbe, M. 2004 *Influencia de Tiwanaku en la calidad de vida biológica de la población prehistórica de San Pedro de Atacama*. Estudios Atacameños 27:103 – 116.

Costa, M.A., Matheson, C., Lachetta, L., Llagostera, A. y Appenzeller, O. 2009. *Ancient Leishmaniasis in a Highland Desert of Northern Chile*. PLoS ONE. Vol 4, pp: 1-7.

Cucina. 2002. *Brief communication: diachronic investigation of linear enamel hypoplasia in prehistoric skeletal samples from trentino, Italy*. Am. J. Phys. Anthropol. 119: 283-287.

Da-Gloria, P.T., Neves, W.A., Costa, M.A., y Bartolomucci, R. 2011. *Enfermedades infecciosas no-específicas en poblaciones prehistóricas de San Pedro de Atacama, Norte de Chile*. Chungará (Arica) 43 (1): 135 – 146.

García M, A Maldonado, A Vidal, MP Peña, S Urbina, L Adán & M Uribe. 2011. *Arqueobotánica y dendrocronología durante el Periodo Formativo (2500-1100 años AP) en la región de Tarapacá, Chile*. IV Congreso Internacional de Ecosistemas Secos. Arequipa Perú. 16-21 de Octubre.

Gayo, E.; Latorre, C.; Santoro, C; Maldonado, A., y De Pol-Holz R. 2012. *Hydroclimate variability in the low-elevation Atacama Desert over the last 2500 yr*. Climate of Past, 8, 287–306.

Goodman, A.H. y Martin, D.L. 2002. *Reconstructing health profiles from skeletal remains*. En: *The Backbone of History: Health and Nutrition in the Western Hemisphere*. Steckel, R.H. y Rose J.C. Cambridge University Press.

Goodman, A.H., Martin, D.L., Armelagos G.J. y Clark, G. 1984. *Stress indicators in bone and teeth*. En: *Paleopathology at the origin of agriculture*. Cohen, M.N. y Armelagos, G.J. (Eds.) pp. 13 – 49. Academic Press, Orlando.

Goodman, A. H., Brooke Thomas, R., Swedlund, A. C., y Armelagos, G. J. 1988. *Biocultural perspectives on stress in prehistoric, historical, and contemporary population research*. Yearbook of Physical Anthropology 31(9): 169 - 202.

González, J. 2006. *Arqueofauna del complejo Pica-Tarapacá (950-1450 años DC) I región de Tarapacá, Norte de Chile*. Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena, tomo I: 59-69. Valdivia.

Grosjean, M. 2001. *Mid-Holocene Climate in the South-Central Andes: Humid or Dry?* Science 292, 2391.

Grosjean, M.; Núñez, L.; Cartagena, I. 2005. *Paleoindian occupation of the Atacama Desert, northern Chile*. JOURNAL OF QUATERNARY SCIENCE. 20(7-8) 643-653.

Grosjean, M. y Núñez, L. 1994. *Lateglacial, Early and Middle Holocene Environments, Human Occupation, and Resource Use in the Atacama (Northern Chile)*. Geoarchaeology: An International Journal, Vol. 9, No. 4, 271-286.

Grosjean, M., Messerli, B., M. A., Ammann, Geyh, M., Graf, K., Bettina, J., Kammer, K., Núñez, L. A., L., Schreier, H., Schotterer, U., Schwalb, A. Valero-Garcés, B., y Vuille M. 1995. *Holocene environmental changes in the Atacama Altiplano and paleoclimatic implications*. Bull. Inst. fr. études andines, 24 (3): 585-594.

Grosjean, M., van Leeuwen, J. F. N., van der Knaap, W. O., Geyh, M. A., Ammann, B., Tanner, W., Messerli, B., Núñez, L. A., Valero-Garcés, B. L., and Veit, H. 2001. *A 22 000 14C year BP sedi- ment and pollen record of climate change from Laguna Miscanti (23° S), northern Chile*, Glob. Planet Change, 28, 35-51.

Grosjean, M., Santoro, C., Thompson L, Núñez, L. y Standen V. 2007. *Mid-Holocene climate and culture change in the South Central Andes. En Climate Change and Cultural Dynamics: A Global Perspective on Mid-Holocene Transitions*. David G. Anderson, Kirk A. Maasch and Daniel H. Sandweiss (Editors).

Hubbe, M., Torres-Rouff, C., Neves, W. A., King, L. M., Da-Gloria, P., y Costa, M.A. 2012. *Dental health in Northern Chile's Atacama oases: Evaluating the Middle Horizon (AD 500–1000) impact on local diet.* American journal of physical anthropology. 148(1): 62 – 72.

Herrera M.J. 2010. *Caracterización de los modos de vida y análisis de salud y dieta a través de piezas óseas y dentales en los esqueletos del cementerio Caserones-Tarapacá 40 (Período Formativo, Región de Tarapacá).* Informe de práctica profesional. Departamento de Antropología, Universidad de Chile.

Hillson, S. 2005. *Teeth.* Second Edition. Cambridge University Press.

- 1996. *Dental Anthropology.* Cambridge University Press.

Kolata, A., 1993. *The Tiwanaku: Portrait of an Andean civilization.* The Peoples of America. Blackwell, Cambridge.

Klaus H. y Tam M. 2010. *Oral health and the postcontact adaptive transition: A contextual reconstruction of diet in Mórrope, Perú.* Am. J. Phys. Anthropol. 000:000-000.

Kunudson, K. 2007. *La influencia de Tiwanaku en San Pedro de Atacama: nUna investigación utilizando el análisis de isótopos del estroncio.* Estudios Atacameños: Arqueología y Antropología Surandinas. N° 33, pp. 7-24.

Kunudson, K. Y Torres-Rouff, C. 2009. *Investigating Cultural Heterogeneity in San Pedro de Atacama, Northern Chile, Through Biogeochemistry and Bioarchaeology.* American Journal of Physical Anthropology, 138:473–485.

Larsen, C. 2002. *Bioarchaeology: the lives and lifestyles of past people.* Journal of archaeological research; vol 10, n° 2.

- 1997. *Bioarchaeology: Interpreting behavior from the human skeleton.* Cambridge University Press.

Latorre, C.; Betancourt, J.; Rylander, K.; Quade, J.; Matthei, O. 2003. *A vegetation history from the arid prepuna of northern Chile (22-23°S) over the last 13 500 years.* Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 194, pp 223-246.

Le Paige, G. 1971. *Tres Cementerios Indígenas en San Pedro de Atacama y Toconao.* Separata de Actas del VI Congreso de Arqueología Chilena, Separata N° 250: 163-187.

Le Paige, G. 1973. *El valor arqueológico del Museo San Pedro de Atacama.* Estudios Atacameños N°1: 9-19.

Lemp, C., M. Rodríguez, R. Retamal y E. Aspillaga. 2008. *Arqueología del depósito: manejo integral de las colecciones bioantropológicas en el Departamento de Antropología de la Universidad de Chile.* Conserva 12: 69-96.

Lessa, A. y S. Mendonça de Souza. 2004. *Violence in the Atacama Desert during the Tiwanaku Period: Social Tension?.* International Journal of Osteoarchaeology 14:374-388.

Lewis y Robert. 1997. *Growing pains: the interpretation of stress indicators.* International journal of osteoarchaeology. Vol 7, 581-586.

Llagostera, A. 2004. *Los antiguos habitantes del salar de atacama.* Prehistoria Atacameña. Universidad Católica del Norte, Editorial Pehuén.

- 1995. *El componente Aguada en San Pedro de Atacama.* Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino 6: 9-34.
- 1996. *San Pedro de Atacama: Nodo de complementariedad reticular.* En *La integración surandina cinco siglos después*, X. Albó et al. (Comps.), Universidad Católica del Norte y centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas, pp. 17-42. Estudios y Debates Regionales Andinos 91, Cuzco.

Llagostera A. y Costa M.A. 1999. *Patrones de asentamiento en la época agroalfarera de San Pedro de Atacama (norte de Chile).* Estudios Atacameños 17: 175-206.

Llagostera A.; Baron, A.; Bravo, L. 1984. *Investigaciones arqueológicas en Tulo 1*. Estudios Atacameños N° 7, pp. 105-115.

Lukacs, J.R. 2007. *Dental trauma and antemortem tooth loss in prehistoric canary islanders: Prevalence and contributing factors*. Int. J. Osteoarchaeol. 17: 157-173.

Lucaks y Largaespada. 2006. *Explaining sex differences in dental caries prevalence: saliva, hormones, and "life-history" etiologies*. American journal of human biology. 18: 540-555.

Maldonado, A. y González, L. 2012. *Análisis de polen fósil en paleomadrigueras de roedores, en la precordillera del salar del huasco, etapa II*. Informe de Avance Proyecto FONDECYT#1080458.

Marquet, P., Bozinovic, F., Bradshaw, G., Cintia Cornelius, Hector Gonzalez, Julio r. Gutierrez, Ernst Hajek, Jorge Lagos , Francisco López-cortes, Lautaro Núñez, Eugenia f. Rosell, Calogero Santoro Horacio Samanieg, Vivien Standen, Juan c. Torres-mura y Fabian m. Jaksic. 1998. *Los ecosistemas del desierto de Atacama y área andina adyacente en el norte de Chile*. Revista Chilena de Historia Natural. 71:593-617.

Misserli, B.; Grosjean, M.; Bonani, G.; Burgi, A.; Geyh, M.; Graf, K.; Ramseyer, K.; Romero, H.; Schotterer, U.; Schreier, H.; Vuille, M. *Climate change and natural resource dynamics of the atacama altiplano during the last 18,000 years: a preliminary synthesis*. Mountain Research and development. Vol. 13, no. 2, pp. 117-127.

Moreno, A., Calogero, S. y Latorre, C. 2009. *Climate change and human occupation in the northernmost Chilean Altiplano over the last ca. 11 500 cal. a BP*. Journal of Quaternary Science, 24(4) 373–382.

Murra, J. 1972. *El "control vertical" de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas*. En *Visita de la Provincia de León de Huanuco en 1562*. Iñigo Ortiz de Záñiga, Visitador, volumen 2, editado por J.V Murra, pp. 429-476. Universidad Hermilio Valdizan, Huanuco.

Nado, K., Marsteller, S., King, L., Daverman, B., Torres-Rouff, C. y Knudson, K. 2012. *Examining local social identities through patterns of biological and cultural variation in the Solcor ayllu, San Pedro de Atacama, Chile*. Chungara, Revista de Antropología Chilena. Volumen 44, N° 2. Páginas 341-357.

Neves, W. y Costa-Junqueira M.A. 1998. *Adult stature and standard of living in prehistoric Atacama Desert, Northern Chile*. Current Anthropology 39 (2): 278-281.

Neves, W. A., Barros, A. M., y Costa, M. A. 1999. *Incidence and distribution of postcranial fractures in the prehistoric population of San Pedro de Atacama, Northern Chile*. American Journal of Physical Anthropology 109(2): 253-258

Niemeyer, H. 1989. *El escenario geográfico*. En *Prehistoria, Desde sus orígenes hasta los albores de la conquista*. J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano (Eds.), pp. 1 – 12. Editorial Andrés Bello, Santiago.

Núñez, L. 1966. *Caserones 1, una aldea prehispánica del norte de Chile*. Estudios Arqueológicos 2: 25-29.

- 1979. *Emergencia y desintegración de la sociedad tarapaqueña: riqueza y pobreza en una quebrada del norte chileno*. Atenea 439: 163-213.
- 1982. *Temprana emergencia de sedentarismo en el desierto chileno: Proyecto Caserones*. Chungara 9: 80-122.
- 1986. *Evidencias arcaicas de maíces y cuyes en Teliviche: hacía el semisedentarismo en el litoral fértil y quebradas del norte de Chile*. Revista Chungará. N° 16-17, pp:25-47.
- 1989. *Hacia la producción de alimentos y la vida sedentaria*. *Culturas de Chile, Prehistoria*, J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano (Eds.), pp. 81-106. Editorial Andrés Bello, Santiago.
- 1992-c. *Ocupación arcaica en la Puna de Atacama: secuencia, movilidad y cambio*. En *Prehistoria Sudamericana – Nuevas Perspectivas*, Ed. B. Meggers, pp. 283-307. Taraxacum, Washington.

- 1992-e. *Emergencia de complejidad y arquitectura jerarquizada en la Puna de Atacama: las evidencias del Sitio Tulán-54*. Taller de Costa a Costa, Ed. M. E. Albeck, pp. 85-115. Instituto Interdisciplinario de Tilcara, Universidad de Buenos Aires.
- 1992-f. *Fase Tilocalar: nuevas evidencias formativas en la Puna de Atacama (Norte de Chile)*. Simposio Internacional de Arqueología Sudamericana. Formativo Sudamericano: Una reevaluación, Ed. P. Ledergerber Crespo, pp.227-241. Cuenca, Ecuador.
- 2005. *La expansión de la vida aldeana durante el Formativo Tardío en la cuenca de Atacama*. *Chungará*, vol.37, N° 2:165-193. Arica.
- 2007. *Vida y cultura en el oasis de San Pedro de Atacama*. Editorial Universitaria, Santiago.

Núñez, L. y Santoro, C. 1988 *Cazadores de la puna seca y salada del área centro-sur Andina (Norte de Chile)*. Estudios Atacameños 9: 11-60.

Núñez, L. y Grosjean, M. 1994. *Cambios ambientales pleistoceno-holocénicos: Ocupación humana y uso de recursos en la Puna de Atacama (norte de Chile)*. Estudios Atacameños N° 11, pp. 7-20.

- 2003. *Biodiversity and Human Impact During the Last 11,000 Years in North Central Chile*. Ecological Studies, Vol. 162

Núñez, L. y Dillehay, T. 1978. *Movilidad Giratoria, Armonía Social y Desarrollo en los Andes Meridionales: Patrones de Tráfico e Interacción Económica*. Ensayo. Universidad Católica del Norte, Antofagasta.

- 1995. *Movilidad Giratoria, Armonía Social y Desarrollo en los Andes Meridionales: Patrones de Tráfico e Interacción Económica*. Universidad Católica del Norte, Antofagasta.

Núñez, L., Grosjean, M., y Schreliar, H. 1997. *Cambios ambientales holocénicos en la Puna de Atacama y sus implicancias paleoclimáticas*. Estudios Atacameños N° 12, pp. 25-33.

Núñez L , Grosjean M., and Cartajena I. 2002. *Human Occupations and Climate Change in the Puna de Atacama, Chile*. SCIENCE. Vol 298.

- 2010. *Sequential analysis of human occupation patterns and resource use in the atacama Desert*. Chungara, Revista de Antropología Chilena. Volumen 42, N° 2, páginas 363-391.

Núñez, L.; Cartajena, I.; Carrasco, C.; De Souza, P.; y Grosjean M. 2006. *Emergencia de comunidades pastoralistas formativas en el sureste de la Puna de Atacama*. Estudios Atacameños. Arqueología y Antropología Surandinas N° 32, pp. 93-117.

Oakland, A. 1992 *Textiles and ethnicity: Tiwanaku in San Pedro de Atacama, North Chile*. Latin American Antiquity 3:316-340.

Orellana, M. 1984. Influencias altiplánicas en San Pedro de Atacama. Estudios Atacameños N° 7, pp. 149-157.

Ortloff Ch. Y Kolata, A. 1993. *Climate and collapse: Agro-ecological perspectives in the decline of the Tiwanaku State*. Journal of Arqueological Science. 20, 195-221.

Ortner, D. 2003. *Identification of Pathological Conditions in Human Skeletal Remains*. Second Edition. Elsevier academic press.

Ortner, D. Y Schutokowski H. 2008. *Ecology, culture and disease in past human population*. En *Between Biology and Culture*. Parte de Cambridge Studies in Biological and Evolutionary Anthropology.

Peña, M.P., Christie, D. & Maldonado, A. 2010. *Tree-growth in the Atacama desert is related to the central Andes monsoon variability*. II International symposium

"Reconstructing Climate Variations in South America and the Antarctic Peninsula over the last 2000 years". Valdivia, Chile. 27-30 October

Pearson, O.M. y Buikstra, J.E. 2006. Capítulo 8: *Behavior and the bones*. En: *Bioarchaeology. The contextual analysis of human remains*. Buikstra, J.E. y Beck, L.A. Eds. New York: Academic Press.

Retamal, R. y A. Pacheco. 2004. *Análisis bioantropológico Cementerio PICA 8*. Presentado en proyecto FONDECYT 1020923. Ms.

-2006. *Perfil de salud y modo de vida de los individuos de la Colección PICA 8 (Período Intermedio Tardío, Complejo Pica-Tarapacá)*. Ponencia Simposio Norte Grande: XVII Congreso Nacional de Arqueología Chilena. En prensa. Valdivia, Chile.

Retamal, R., A. Pacheco y J. Pinares. 2009. *Un caso de punta de proyectil incrustada en esqueleto de la colección Pica 8 (PIT, Complejo Pica-Tarapacá)*. Panel presentado en el XVIII Congreso Nacional de Arqueología Chilena. En prensa. Valparaíso, Chile.

Rivera M., 1991. *The Prehistory of Northern Chile: A Synthesis*. Journal of World Prehistory, Vol. 5, No. 1.

Rodríguez-Cuenca, J. 1994. *Introducción a la Antropología Forense*. Santafé de Bogotá: Dpto. de Antropología, Universidad Nacional de Colombia.

Santana-Sagredo, F., Lee-Thorp, J., Schulting, R. y Uribe, M. 2015. *Isotopic Evidence for Divergent Diets and Mobility Patterns in the Atacama Desert, Northern Chile, During the Late Intermediate Period (AD 900–1450)*. American Journal of Physical Anthropology 156:374–387.

Schiappacasse, V., Castro, V. y Niemeyer H. 1989. *Los desarrollos regionales en el Norte Grande*. En: *Culturas de Chile. Prehistoria*, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano, pp. 181 – 220. Editorial Andrés Bello, Santiago.

Steckel, R., Jerome c. Rose, Clark Spencer Larsen, and Phillip I. Walker. 2002. *Skeletal Health in the Western Hemisphere From 4000 B.C. to the Present*. *Evolutionary Anthropology* 11:142–155.

Tarragó M. 1968. *Secuencias Culturales de la Etapa Agroalfatera de San Pedro de Atacama, Chile*. *Actas y Memorias del XXXVII Congreso Internacional de Americanistas* 2: 119 – 145.

Tarragó, M., 1989. *Contribución al conocimiento arqueológico de las poblaciones de los oasis de San Pedro de Atacama en relación con los otros pueblos puneños, en especial el sector septentrional del valle Calchaquí*. Tesis para optar al Título de Doctor en Historia, Especialidad Antropología. Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Humanidades y Artes, Rosario.

Temple D, y Larsen C. 2007. *Dental caries prevalence as evidence for agriculture and subsistence variation during the Yayoi Period in prehistoric Japan: Biocultural interpretation of an economy in transition*. *Am. J. Phys. Anthropol.* 134: 501-512.

Torres-Rouff, C. 2002. *Cranial vault modification and ethnicity in middle horizon San Pedro de Atacama, Chile*. *Current Anthropology* 43 (1), 163-171

- 2007. *La deformación craneana en San Pedro de Atacama*. *Estudios Atacameños: Arqueología y Antropología Surandinas* N° 33, pp. 25-38.

- 2008. *The influence of Tiwanaku on life in the Chilean Atacama: Mortuary and bodily perspectives*. *American Anthropologist* 110: 325 – 337.

- 2011. *Hiding Inequality Beneath Prosperity: Patterns of Cranial Injury in Middle Period San Pedro de Atacama, Northern Chile*. *American Journal of Physical Anthropology* 146: 28 – 37.

Torres-Rouff, C., M. Costa y A. Llagostera. 2005. *Violence in times of change: The Late Intermediate Period in San Pedro de Atacama*. *Chungará* 37(1):75-83.

Torres- Rouff, C. y M. Costa. 2006. *Interpersonal violence in prehistoric San Pedro de Atacama, Chile: Behavioral Implications of Environmental Stress.* American Journal of Physical Anthropology 130:60-70.

Torres- Rouff, C. y Kunudson. 2007. *Examining the life history of an individual from Solcor 3, San Pedro de Atacama: combining bioarchaeology and archaeological chemistry.* Chungara, Revista de Antropología Chilena. Páginas 235-25375.

Torres-Rouff, C. y Costa, M.A. 2006. *Interpersonal violence in prehistoric San Pedro de Atacama, Chile: Behavioral implications of environmental stress.* American Journal of Physical Anthropology 130 (1): 60 – 70.

Torres-Rouff, C, Hubbe, M. 2013. *The Sequence of Human Occupation in the Atacama Oases, Chile: A Radiocarbon Chronology Based On Human Skeletal Remains.* Latin American Antiquity. Vol. 24, No. 3 pp 330-344.

Uribe, M. 2002. *Sobre alfarería, cementerios, fases y procesos durante la prehistoria tardía del desierto de Atacama (800-1600 DC).* Estudios Atacameños 22: 7 – 31.

- 2006. *Arqueología de Pica-Tarapacá (Norte de Chile): Reflexiones acerca de la complejidad y desigualdad social en los Andes Centro Sur (1000-1450 DC).* Estudios Atacameños 31:91-114.
- 2009. *El período Formativo de Tarapacá y su cerámica: Avances sobre complejidad social en la costa del Norte Grande de Chile (900 AC -800 DC).* Estudios Atacameños, Arqueología y Antropología Surandinas. Nº 37 / 2009, pp. 5 – 27.

Uribe, M. y Agüero, C. 2004. *Iconografía, alfarería y textilería Tiwanaku: Elementos para una revisión del período Medio en el Norte Grande de Chile.* Chungará (Arica) 36 suppl.: 1055 – 1068.

Uribe, M., Adan, L. y Agüero, C. 2004. *Arqueología de los períodos Intermedio Tardío y Tardío de San Pedro de Atacama y su relación con la cuenca del río Loa*. Chungará (Arica) 36: 943 – 956.

Uribe, M.; Sanhueza, L. y, Bahamondes, F. 2007. *La cerámica prehispánica tardía de Tarapacá, sus valles interiores y costa desértica, Norte de Chile (ca. 900-1.450 d.c.): una propuesta tipológica y cronológica*. Chungara, Revista de Antropología Chilena. Vol 39, pp 143-170.

Uribe M. y Vidal E. 2012. *Sobre la secuencia cerámica del Período Formativo de Tarapacá (900 a.c.-900 d.c.): estudios en pircas, caserones, guatacondo y ramaditas, Norte de Chile*. Chungará, Revista de Antropología Chilena. Volumen 44, pp 209-245.

Varela, H. 1997. *La población prehistórica de San Pedro de Atacama. Composición, estructura y relaciones biológica*. Tesis de doctorado, Departamento de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

Varela, H. y Cocilovo, J. A. 2000. *Structure of the prehistoric population of San Pedro de Atacama*. Current Anthropology 41: 125–131.

- 2011. *Divergencia fenotípica en los oasis de San Pedro de Atacama, Norte de Chile*. Estudios Atacameños: Arqueología y Antropología Surandinas. Nº 42, pp. 101 – 112.

Villagrán, C. y Castro, V. 2012. *Ciencia indígena de los Andes del Norte de Chile*. Editorial Univertitaria. Santiago, Chile.

Waldront, T. 2009. *Paleopathology*. Cambridge manuals in archaeology.

Walker, P. L., R. Bathurst, R. Richman, T. Gjerdrum Y. y Andrushko V. 2009. *The causes of porotic hiperostosis and cribra orbitalia: a reappraisal of the iron-deficiency-anemia hypothesis*. Am. J. Phys. Anthropol. 139: 109-125

Watson J. T. 2008. *Prehistoric dental disease and the dietary shift from cactus to cultigens in Northwest Mexico. Int. J. Osteoarchaeol. 18: 202-212.*

Zlatař, V. 1984. *Cementerio Prehispánico PICA 8.* Universidad de Antofagasta, Facultad de Educación y Ciencias Humanas. Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Restauración Monumental. Parte del proyecto "Rescate de información del Cementerio Pica 8" Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Antofagasta (DICYT).