



UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE TECNOLOGÍA MÉDICA

PREVALENCIA DE DERMATOFITOS EN PARQUES Y PLAZAS  
DE LA CIUDAD DE TALCA

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN TECNOLOGÍA MÉDICA

ALUMNO: FELIPE MORALES MORALES  
PROFESOR GUÍA: MgCs. TM. CLAUDIA MORA PAREJA

TALCA-CHILE

2019

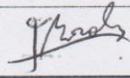
AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN  
DE MEMORIAS DE PREGRADO Y TESIS DE POSTGRADO

Yo, Felipe Alfonso Morales Morales cédula de Identidad N° 18.882.202-9  
autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, (SI o NO) autorizo a la Universidad de Talca para  
publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la Ley N° 20.435 que modifica la Ley N° 17.336 sobre Propiedad  
Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

Título de la memoria o tesis:	Prevalencia de Dermatitis en Parques y Plazas de la ciudad de Talca
Unidad Académica:	Departamento de Microbiología
Carrera o Programa:	Tecnología Médica
Título y/o grado al que se opta:	Licenciado en tecnología Médica
Nota de calificación	

Timbre Escuela

Firma de Alumno	<u></u>
Rut:	<u>18.882.202-9</u>
Fecha:	<u>27 / 02 / 19</u>

## **DEDICATORIA**

*A los seres que me dieron la vida, mis padres, que me inculcaron los valores y las herramientas necesarias para llegar a estas instancias, a mi hermana, ellos sin duda son las personas más importantes, que en todos estos años me han apoyado en proyectos, sueños y anhelos. Me enseñaron desde muy pequeño que es lo bueno y lo malo, lo cual me sirvió muchas veces. Me mostraron como es la realidad, como se vive el día a día y como una familia rodeada de gente trabajadora puede sacar adelante a sus hijos. Por ayudarme a conocer parte de Chile, por todas esas aventuras que hemos vivido y nos queda por vivir.*

*Los amo y les estaré eternamente agradecido.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, Viviana Morales Calderón y Héctor Morales Acevedo, a mi hermana Sofía Morales Morales, ellos conforman mi núcleo familiar y son la base de todos mis logros y el consuelo de todos mis fracasos. A mi ahijado Claudio Guillermo por venir a alegrarnos la vida y a darle a nuestra familia Morales Calderón un motivo para seguir adelante. A las personas que ya no están conmigo físicamente, mi abuela Margarita que nos dejó hace muy poco tiempo, una mujer trabajadora y preocupada de su familia, a mis abuelos Luis Alfonso y Alberto que fueron personas destacadas tanto a nivel personal como a nivel laboral, son mi ejemplo a seguir.

Al departamento de Microbiología de la Universidad de Talca por abrirme sus puertas, a mi profesora guía TM. MgSc. Claudia Mora por confiar en mí y por ayudarme a desarrollar este trabajo. A los profesores de especialidad de TM., les estaré eternamente agradecido por la entrega con sus alumnos y las enseñanzas que nos brindaron, por hacer de TM una familia.

A mis familiares y vecinos que cada fin de semana brindaron su apoyo y energías para que siguiera adelante. A mis amigos de toda la vida, Gabriela González, Damián Calderón y Gustavo Jorquera, nunca me llevaron por un mal camino, hoy son personas con sueños y proyectos en sus vidas. A profesores que fueron importantes durante mi escolaridad, María Isabel Cáceres y Oscar Riffo, que además de ser buenos profesores, también entregaron consejos de vida.

## INDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	09
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	10
<b>3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b> .....	11
3.1 HONGOS.....	11
3.2 EL SUELO.....	13
3.3 DERMATOFITOS.....	15
3.3.1 <i>Microsporum spp.</i> .....	19
3.3.2 <i>Trichophyton spp.</i> .....	22
3.3.3 <i>Epidermophyton spp.</i> .....	25
3.3.4 FISIOPATOLOGÍA DE LOS DERMATOFITOS.....	27
3.4 MICOSIS SUPERFICIALES.....	31
3.4.1 DERMATOFITOSIS.....	32
3.4.1.1 TINEA CAPITIS.....	34
3.4.1.2 TINEA CORPORIS.....	39
3.4.1.3 TINEA CRURIS.....	40
3.4.1.4 TINEA PEDIS.....	42
3.4.1.5 TINEA MANUUM.....	43
3.4.1.6 TINEA UNGUIUM.....	45
3.4.1.7 TINEA FACIEI.....	46
3.4.1.8 TINEA BARBAE.....	48
3.4.2 TRATAMIENTO FARMACOLOGICO.....	49
3.4.3 EPIDEMIOLOGIA.....	51
3.5 IDENTIFICACIÓN DE DERMATOFITOS.....	53
3.5.1 MEDIOS DE CULTIVO.....	54

3.5.1.1 AGAR DTM (DERMATOPHYTE TEST MEDIUM).....	55
3.5.1.2 AGAR SHP (SELECTIVO PARA HONGOS PATOGENOS).....	56
3.5.1.3 AGAR LACTRIMEL.....	56
3.5.2 MICROCULTIVO.....	57
<b>4 HIPOTESIS.....</b>	<b>58</b>
<b>5 OBJETIVOS.....</b>	<b>59</b>
5.1 OBJETIVOS GENERALES.....	59
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	59
<b>6 MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>60</b>
6.1 CALCULO MUESTRAL.....	60
6.2 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	61
6.3 PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	61
6.3.1 METODO DE VANBREUSEGHEM.....	62
6.3.2 CULTIVO.....	63
6.3.3 ANALISIS DE LA TECNICA DE VANBREUSEGHEM.....	63
6.3.4 SIEMBRA E INCUBACIÓN.....	65
6.4 ANALISIS DE LOS CULTIVOS.....	66
6.4.1 TECNICA DE MICROCULTIVO.....	67
<b>7 RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
7.1 RECUENTO DE LAS MUESTRAS.....	70
7.2 RENDIMIENTO DEL METODO DE VANBREUSEGHEM.....	71
7.3 CRECIMIENTO DE DERMATOFITOS EN PLAZAS Y PARQUES.....	72
7.4 DERMATOFITOS IDENTIFICADOS.....	73
<b>8 DISCUSIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>9 CONCLUSIÓN.....</b>	<b>79</b>
<b>10 REFERENCIAS.....</b>	<b>80</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación del reino Fungi.....	10
<b>Tabla 2.</b> Clasificación de las distintas especies de dermatofitos.....	14
<b>Tabla 3.</b> Clasificación de las principales especies de dermatofitos en función de su hábitat primario.....	15
<b>Tabla 4.</b> Mecanismos de infección de dermatofitos.....	28
<b>Tabla 5.</b> Principales complicaciones de Tinea capitis.....	36
<b>Tabla 6.</b> Antifúngicos orales y tópicos.....	49
<b>Tabla 7.</b> Plazas y parques trabajados en el estudio.....	68
<b>Tabla 8.</b> Crecimiento de dermatofitos en plazas y parques de la ciudad de Talca en estudio.....	70
<b>Tabla 9.</b> Especies de dermatofitos identificados.....	71
<b>Tabla 10.</b> Cantidad y porcentaje de dermatofitos identificados.....	72

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Macroconidios de <i>Microsporum gypseum</i> .....	18
<b>Figura 2.</b> Colonias de <i>Microsporum gypseum</i> .....	19
<b>Figura 3.</b> Macroconidios de <i>Microsporum nannum</i> .....	19
<b>Figura 4.</b> Observación microscópica de <i>Trichophyton rubrum</i> .....	21
<b>Figura 5.</b> Cultivo del Complejo <i>Trichophyton mentagrophytes</i> .....	22
<b>Figura 6.</b> Microconidios y macroconidios de <i>Trichophyton rubrum</i> .....	22
<b>Figura 7.</b> Colonia de <i>Epidermophyton floccosum</i> .....	24
<b>Figura 8.</b> Observación microscópica de <i>Epidermophyton floccosum</i> .....	24
<b>Figura 9.</b> Modelo de la invasión de dermatofitos en la piel.....	27
<b>Figura 10.</b> Tiña capitis microspórica.....	33
<b>Figura 11.</b> Tiña tricofítica.....	34
<b>Figura 12.</b> Querion de Celso.....	35
<b>Figura 13.</b> Tiña favica.....	35
<b>Figura 14.</b> Tinea corporis con distintos crecimientos concéntricos.....	38
<b>Figura 15.</b> Tiña cruris.....	39
<b>Figura 16.</b> Tiña pedis.....	41
<b>Figura 17.</b> Tiña manuum.....	42
<b>Figura 18.</b> Tiña unguium.....	44
<b>Figura 19.</b> Tiña faciei debido a infección por <i>Trichophyton rubrum</i> .....	45
<b>Figura 20.</b> Tiña barbae.....	46
<b>Figura 21.</b> Calculo muestral a través de GRANMO.....	58
<b>Figura 22.</b> Método de Vanbreuseghem.....	60
<b>Figura 23.</b> Observación en lupa binocular de crecimiento fúngico en pelo humano.....	62

<b>Figura 24.</b> Observación macroscópica de crecimiento fúngico en pelo humano.....	62
<b>Figura 25.</b> Cultivo temprano de pelo humano en medios de cultivo.....	63
<b>Figura 26.</b> Colonias de dermatofitos y otros hongos filamentosos.....	64
<b>Figura 27.</b> Técnica de microcultivo en cámara húmeda.....	65
<b>Figura 28.</b> <i>Microsporum gypseum</i> en tinción con Azul de Lactofenol.....	66
<b>Figura 29.</b> Rendimiento del método de Vanbreuseghem.....	69
<b>Figura 30.</b> Crecimiento de dermatofitos en estudio por el método de Vanbreuseghem.....	69
<b>Figura 31.</b> Cantidad de plazas/parques en donde hubo crecimiento de dermatofitos.....	71
<b>Figura 32.</b> Especies de dermatofitos identificados.....	72
<b>Figura 33.</b> Dermatofitos identificados en relación al sector de la ciudad de Talca en el cual está ubicada la plaza/parque en estudio.....	72

## 1. RESUMEN

Las micosis superficiales o dermatomicosis son infecciones causadas por hongos en tejidos queratínicos como piel, cuero cabelludo y uñas. Las dermatofitosis son causadas por hongos filamentosos que en su estado anamórfico pertenecen a los géneros *Trichophyton*, *Microsporum* y *Epidermophyton*. Las micosis se dividen para su estudio en tres grupos; superficiales, subcutáneas y profundas o sistémicas. Las formas superficiales incluyen aquellas que están limitadas a la piel, pelo, uñas y/o las mucosas.

El estudio tiene por objetivo conocer la prevalencia de dermatofitos en áreas verdes de la ciudad de Talca, ya sea en parques o plazas. Se tomarán muestras de tierra de las plazas y parques en donde a través del método de Vanbreuseghem se recuperarán los posibles dermatofitos que se encuentren presentes en la muestra. Posteriormente se identificarán a través de la técnica de microcultivo.

Los dermatofitos identificados en las plazas y parques de la ciudad de Talca corresponden a: *Microsporum gypseum*, *Trichophyton ajelloi* y *Microsporum fulvum*. La especie *Microsporum gypseum* predomina en plazas y parques de todos los sectores de la ciudad de Talca que entraron en este estudio y en donde hubo crecimiento fúngico, lo cual indica que el clima de la ciudad de Talca genera las condiciones propicias para su crecimiento.

## **2. INTRODUCCIÓN**

Las patologías denominadas micosis superficiales y cutáneas son provocadas por microorganismos llamados dermatofitos, los cuales son un grupo de hongos que son capaces de invadir los tejidos que poseen queratina. A estas enfermedades se le llaman dermatofitosis o tiña. En los últimos años se ha observado un aumento importante de micosis oportunistas debido a la expansión de la población de pacientes inmunocomprometidos o inmunodeprimidos, ya sea por causas de enfermedades base como diabetes, enfermedades hepáticas, o infecciones bacterianas o virales.

Cabe destacar que en el contexto de la emergencia de estas infecciones oportunistas, y el hecho que en los adultos mayores (grupo etario en riesgo) prevalecen enfermedades bases como diabetes, hipertensión, enfermedades renales o hepáticas, en conjunto con la disminución de la actividad física y también las condiciones de higiene, lo que los hace más susceptibles a cursar infecciones micóticas superficiales.

La importancia de reconocer las distintas especies de dermatofitos, levaduras y hongos ambientales en el diagnóstico de una micosis superficial es útil no solamente en la decisión terapéutica, sino también en la prevención de re-infecciones y en la determinación de cambios en las frecuencias de las distintas especies a través del tiempo.

### **3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

#### **3.1 HONGOS**

Los hongos son parte del reino Fungi, los cuales son clasificados como saprofitos, por adherirse y descomponer materia orgánica no viva, o también se le ha comparado con los parásitos, por invadir tejidos de animales o plantas. Los hongos también se caracterizan por no tener clorofila y requerir una fuente externa de carbono para su nutrición (1).

Se han descrito alrededor de 100.000 especies de hongos, pero se estima que puede existir un número total de 1,5 millones de especies. Son un grupo no dependiente con igual rango que las plantas y los animales, su clasificación se ha basado principalmente en aspectos morfológicos y en las características de las estructuras de reproducción (2).

Actualmente, no hay consenso entre los taxónomos del mundo sobre qué esquema de clasificación usar para la jerarquía del reino Fungi. El objetivo de esta clasificación es ser un medio pragmático para gestionar el conocimiento cada vez mayor de la diversidad de la vida en general, sus relaciones, características y propiedades. La clasificación de nivel superior más reciente a este nivel se publicó hace más de 30 años, antes de la llegada del análisis molecular moderno. La jerarquización es valiosa como referencia para la investigación

taxonómica y de la biodiversidad, como una herramienta para la comunicación social y como una "columna vertebral" de clasificación estable para las bases de datos de biodiversidad, colecciones de museos, bibliotecas y libros (3).

**Tabla 1.** Clasificación del reino Fungi. Última actualización taxonómica del reino Fungi hecha en el año 2015 (3).

REINO	SUBREINO	FILO	SUBFILO
FUNGI	DIKARYA	ASCOMYCOTA	PEZIZOMYCOTINA
			SACCHAROMYCOTINA
			TAPHRINOMYCOTINA
		BASIDIOMYCOTA	AGARICOMYCOTINA
			PUCCINIOMYCOTINA
			USTILAGINOMYCOTINA
	EOMYCOTA	CHYTRIDIOMYCOTA	-
		GLOMEROMYCOTA	-
		ZYGOMYCOTA	(NO DEFINIDO)
			ENTOMOPHTHOROMYCOTINA
			KICKXELLOMYCOTINA
			MORTIERELLOMYCOTINA
			MUCOROMYCOTINA
ZOOPAGOMYCOTINA			

La mayoría de los hongos están constituidas por fibras que contienen el protoplasma, los cuales se denominan hifas, estas a su vez presentan separaciones a través de tabiques, denominados septos. Cada separación contiene alrededor de uno o dos núcleos y el

protoplasma se mueve a través de un poro que se encuentra en el centro de cada septo. Existe otro grupo de hifas que no poseen septos, por ende los núcleos están esparcidos por todo el protoplasma (4).

Las características que los hongos comparten con otros eucariotas son: ADN con regiones codificantes y no-codificantes, organelos citoplasmáticos como la mitocondria, membranas que contienen esteroides, ribosomas (tipo 80S), y que almacenan carbono en compuestos como azúcares, disacáridos, y polisacáridos. Con los animales tienen en común que no poseen cloroplastos y son heterótrofos. Al igual que las plantas, los hongos tienen pared celular y vacuolas, y se reproducen sexual y asexualmente; como los helechos y los musgos, producen esporas; y como las algas y los musgos, usualmente tienen núcleos haploides. Algunas características únicas de los hongos son: algunas levaduras unicelulares se reproducen por esporulación o por fisión binaria. Algunos hongos dimórficos pueden cambiar entre estado de levadura y de hifa. Los hongos son los únicos organismos cuya pared celular está compuesta al mismo tiempo de glucanos y quitina (5).

### **3.2 EL SUELO**

El suelo se forma a partir de la meteorización física, química, y biológica del material parental (roca madre; corteza terrestre), de forma continua y dinámica, constituyendo el soporte de la vegetación en el planeta. El suelo se compone de tres fases: sólida, líquida, y gaseosa; la fase sólida domina y se compone de minerales y materia orgánica, la fase líquida corresponde al agua del suelo, y la fase gaseosa corresponde a los poros no ocupados por el

agua. Los organismos que habitan el suelo se conocen como edafón, y a la vez que dependen del mismo, también forman el suelo (5).

Los microorganismos del suelo contribuyen a la sustentabilidad de todos los ecosistemas por ser los principales agentes del ciclado de los nutrientes al regular la dinámica de la Materia Orgánica del suelo, el secuestro de carbono, la emisión de gases de efecto invernadero, la estructuración del suelo y la retención de agua, del aumento en la eficiencia de adquisición de nutrientes por las plantas y del mantenimiento de la salud vegetal (6) . Los hongos son una parte importante de la cadena alimenticia en el suelo, principalmente para la mesofauna que habita en el suelo (7).

El término suelo se refiere al material exterior, poco compacto de la superficie terrestre, un estrato característicamente diferente del lecho rocoso subyacente. El suelo contiene una gran cantidad de sustancias orgánicas que no se encuentran en los estratos más profundos. Para el microbiólogo, el medio ambiente edáfico es único en diferentes aspectos; contiene gran cantidad de bacterias, actinomicetos, hongos, algas y protozoarios (8).

El suelo es el hábitat primordial de los hongos; para algunas especies es el sitio donde cumplen su ciclo biológico, para otras es solo un hábitat temporal donde permanecen hasta que, a través de algún mecanismo, logran alcanzar su nicho definitivo. También es el reservorio natural de hongos queratinofílico/líticos. Estos constituyen un pequeño pero importante grupo de hongos filamentosos; algunos de ellos se desarrollan típicamente sobre tejidos queratinizados de animales vivos. La presencia de geohongos con la capacidad de

degradar la queratina fue descubierta en 1952; desde entonces se han reconocido más de 40 especies con esta habilidad. La distinción entre queratinolíticos y queratinofílicos es sutil y está basada en la diferente capacidad de usar la queratina. Sin embargo, entre los hongos fuertemente queratinolíticos, los débilmente queratinolíticos y los que solo digieren los compuestos queratínicos no hay una separación clara (9).

### **3.3 DERMATOFITOS**

Los dermatofitos son un grupo de hongos, estrechamente relacionados entre sí, que poseen queratinasa y, por ello, son capaces de causar infecciones en tejidos queratinizados (piel, pelo y uñas) del hombre y animales, denominadas dermatofitosis. Según la procedencia de la queratina que utilizan, los dermatofitos se clasifican en geofílicos (suelo), zoofílicos (animales) y antropofílicos (hombre), siendo el suelo, algunos animales y el hombre sus respectivos reservorios naturales. Existen 3 géneros de dermatofitos: *Microsporum*, *Trichophyton* y *Epidermophyton* (10). Desde los inicios de la micología médica, los dermatofitos han estado fehacientemente vinculados con esta disciplina, remontándonos a la época antigua de los griegos, quienes lo denominaban herpes por su aspecto circular (11). Los dermatofitos son un tipo de hongo, el cual tiene una distribución universal y en algunas regiones geográficas del mundo es endémico.

**Tabla 2.** Clasificación de las distintas especies de dermatofitos (10).

EPIDERMOPHYTON	MICROSPORUM	TRICHOPHYTON
<i>E. floccosum</i>	<i>M. amazonicum</i>	<i>T. ajelloi</i>
<i>E. stockdaleae</i>	<i>M. audouinii</i>	<i>T. concentricum</i>
	<i>M. boullardii</i>	<i>T. equinum</i>
	<i>M. canis complex</i>	<i>T. eboreum</i>
	<i>M. cookei</i>	<i>T. erinacei</i>
	<i>M. equinum</i>	<i>T. fischeri</i>
	<i>M. ferrugineum</i>	<i>T. flavescens</i>
	<i>M. fulvum</i>	<i>T. fluviomuniense</i>
	<i>M. gallinae</i>	<i>T. gallinae</i>
	<i>M. gypseum</i>	<i>T. gloriae</i>
	<i>M. nanum</i>	<i>T. gourvillii</i>
	<i>M. praecox</i>	<i>T. interdigitale</i>
	<i>M. persicolor</i>	<i>T. kanei</i>
	<i>M. racemosum</i>	<i>T. krajdenii</i>
	<i>M. ripariae</i>	<i>T. longifusum</i>
	<i>M. vanbreuseghemii</i>	<i>T. megninii</i>
		<i>T. mentagrophytes complex</i>
		<i>T. phaseoliforme</i>
		<i>T. quinckeanum</i>
		<i>T. raubitschekii</i>
		<i>T. rubrum</i>
		<i>T. sarkisorii</i>
		<i>T. schoenleinii</i>
		<i>T. simii</i>
		<i>T. soudanense</i>
		<i>T. terrestre</i>
		<i>T. tonsurans complex</i>
		<i>T. vanbreuseghemii</i>
		<i>T. verrucosum</i>
		<i>T. violaceum</i>
		<i>T. yaoundei</i>

La zona del cuerpo más atacada por estos hongos son los pies, debido a que están más expuestos a la humedad que producen los calzados (12), por ende es potencialmente peligroso en pacientes que padecen de pie diabético, ya que una simple herida puede conducir a la amputación de la extremidad inferior.

**Tabla 3.** Clasificación de las principales especies de dermatofitos en función de su hábitat primario (10).

ANTROPOFILICOS	ZOOFILICOS	GEOFILICOS
<i>E. floccosum</i>	<i>M. canis</i> (gato, perro caballo)	<i>E. stockdaleae</i>
<i>M. audouinii</i>	<i>M. equinum</i> (caballo)	<i>M. amazonicum</i>
<i>M. ferrugineum</i>	<i>M. fulvum</i>	<i>M. boulardii</i>
<i>T. concentricum</i>	<i>M. gypseum</i>	<i>M. cookei</i>
<i>T. gourvilii</i>	<i>M. gallinae</i> (aves de corral)	<i>M. gypseum</i>
<i>T. kanei</i>	<i>M. nanum</i> (ganado porcino)	<i>M. nanum</i>
<i>T. menginii</i>	<i>M. persicolor</i> (ratón de campo)	<i>M. praecox</i>
<i>T. mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i>	<i>T. equinum</i> (caballo)	<i>M. racemosum</i>
<i>T. raubitschekii</i>	<i>T. mentagrophytes</i> var. <i>mentagrophytes</i>	<i>M. ripariae</i>
<i>T. rubrum</i>	<i>T. mentagrophytes</i> var. <i>erinacei</i>	<i>M. vanbreuseghemii</i>
<i>T. schoenleinii</i>	<i>T. mentagrophytes</i> var. <i>quinckeanum</i>	<i>M. ajelloi</i>
<i>T. soudanense</i>	<i>T. sarkisorii</i>	<i>T. flavescens</i>
<i>T. tonsurans</i>	<i>T. simii</i>	<i>T. gloriae</i>
<i>T. violaceum</i>	<i>T. verrucosum</i>	<i>T. longifusum</i>
<i>T. yaoundei</i>		<i>T. phaseliforme</i>
		<i>T. terrestre</i>

Además de infectar la piel, estos hongos pueden afectar a uña y pelo, en las mujeres es más frecuente encontrar infecciones fúngicas en las uñas de las manos, y en los hombres es más frecuente encontrar infecciones fúngicas en las uñas de los pies. Los principales agentes que producen afecciones en las uñas son: *Candida albicans*, *Trichophyton rubrum* y *Trichophyton mentagrophytes* (13).

En Chile, los hongos dermatofitos aislados con mayor frecuencia en personas son tradicionalmente *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton rubrum* y *Microsporum canis*, existe una disposición en función de la edad de los pacientes (14).

Los métodos convencionales de identificación de los dermatofitos se basan fundamentalmente en observaciones de las características macro y micromorfológicas de sus colonias, a lo que se agrega la realización de pruebas fisiológicas para los aislamientos atípicos. Debido al pleomorfismo, la variabilidad cultural y la superposición de características morfológicas de los dermatofitos, el estudio fenotípico muchas veces no es suficiente para una correcta clasificación taxonómica, por ello se recurre a las técnicas moleculares (15).

A través del uso de los métodos genotípicos, los dermatofitos se han mostrado como constituyentes de un grupo homogéneo de especies con una muy baja diversidad genética, a pesar de su alta heterogeneidad fenotípica. Se han utilizado diversas técnicas moleculares aplicadas a la taxonomía de los dermatofitos, entre ellas análisis por RFLP del ADN mitocondrial y secuenciación del gen de la quitina sintetasa I y de genes de ARN ribosomal nuclear. También se han empleado numerosas técnicas basadas en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (15).

### 3.3.1 *Microsporum spp.*

*Microsporum* es un género de dermatofitos con 16 especies actualmente reconocidas que representan los tres grupos ecológicos, es decir, antropofílicos, zoofílicos y geofílicos. Si bien una especie puede recuperarse comúnmente de uno de estos hábitats, puede a lo largo del ciclo de vida, aislarse de otro nicho. Los miembros más clínicamente significativos del género son; *Microsporum gypseum* (teleomorfo; *Arthroderma gypseum* y *Arthroderma incurvatum*), *Microsporum fulvum* (teleomorfo; *Arthroderma fulvum*) y *Microsporum persicolor* (teleomorfo; *Arthroderma persicolor*) (16).

El género *Microsporum* se distribuye en todo el mundo y *Microsporum canis* es la especie zoofílica más común que afecta a los seres humanos y causa principalmente tiña capitis en los niños. Los perros y gatos domésticos suelen ser el reservorio de la infección y, a menudo, son portadores sanos de *Microsporum* (17).

El género *Microsporum* se caracteriza porque parasitan la piel lampiña y los pelos, éstos en forma “endo-ectothrix” de manera que se encuentran filamentos en el interior y esporos en el exterior (18). El género *Microsporum* produce tanto microconidia como macroconidia; Los macroconidios son multiseptados, con una pared celular equinulada delgada o gruesa, en forma de huso y pueden ser numerosos o asustar. El grosor de la pared celular y la forma varían según la especie. *Microsporum* difiere de *Trichophyton* y *Epidermophyton* en que tiene macroconidia equinulada a rugosa con paredes firmes. Sus microconidia se asemejan a *Chrysosporium* y *Trichophyton* (19).

Este hongo presenta colonias algodonosas o pulverulentas, de color blanco o parduzco. Las macroconidias son de mayor tamaño (40-150 x 8-15  $\mu\text{m}$ ) que las de *Trichophyton* y *Epidermophyton*. Son puntiagudas en ambos extremos y con pared celular gruesa, equinulada, y divididas en compartimentos que varían desde 2 a 15 por septos transversales. Las microconidias son piriformes, pero pueden faltar, y el tamaño oscila entre 2,5-3,5 x 4-7  $\mu\text{m}$ . Son también frecuentes el micelio en raqueta, las hifas pectíneas, los órganos nodulares y las clamidosporas (20).

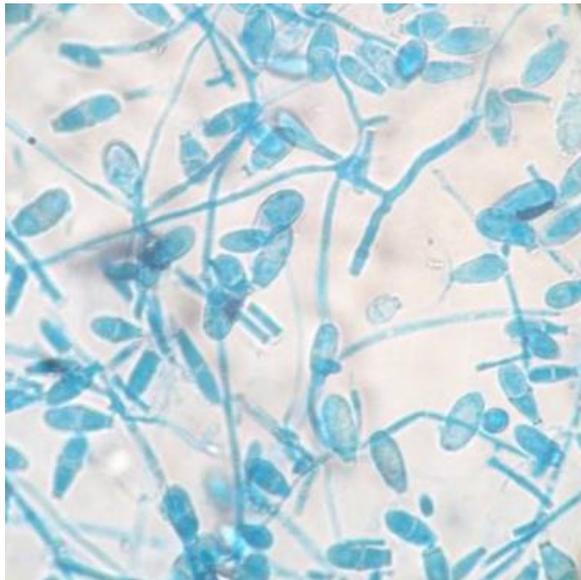
Entre los hongos geofílicos, *Microsporium gypseum* es la única especie que se considera claramente patógena. A veces, infecta animales domésticos y, de modo esporádico, a humanos, aunque, preferentemente, en forma de tiña corporis, que afecta el tronco y las extremidades (21).



**Figura 1.** Macroconidios de *Microsporium gypseum*. Observación microscópica a 40x (21).



**Figura 2.** Colonias de *Microsporium gypseum*. Crecimiento en medio de Sabouraud (21).



**Figura 3.** Macroconidios de *Microsporium nannum*. Observacion microscópica a 40x (17).

### 3.3.2 *Trichophyton spp.*

Rippon (22) aceptó 22 especies y cuatro variedades en el género *Trichophyton* basándose en la morfología. Las secuencias de ADN ahora desempeñan un papel destacado en la definición de las relaciones filogenéticas y, como tales, los conceptos de especies en *Trichophyton* han cambiado. Dieciséis especies son ahora reconocidas en el género (23).

El género *Trichophyton* se caracteriza morfológicamente por el desarrollo de macro y microconidias de pared lisa. La mayoría de los macroconidios se transmiten lateralmente directamente sobre las hifas o sobre pedicelos cortos, y tienen paredes delgadas o gruesas, claviformes a fusiformes, y varían en tamaño de 4-8 x 8-50  $\mu\text{m}$ . Los macroconidios son pocos o están ausentes en muchas especies. Los microconidios son esféricos, piriformes a claviformes o de forma irregular y varían de 2-3 x 2-4  $\mu\text{m}$  de tamaño. La presencia de microconidia diferencia este género de *Epidermophyton*, y la macroconidia generalmente de pared lisa lo diferencia de *Lophophyton*, *Microsporium*, *Nannizzia* y *Paraphyton* (23).



**Figura 4.** Observación microscópica de *Trichophyton rubrum*. Se pueden observar los típicos microconidios (23).

El complejo *Trichophyton mentagrophytes* es un grupo de hongos filamentosos hialinos septados y queratinolíticos, perteneciente a la familia Arthrodermataceae. Este grupo de hongos comprende tres especies relacionadas: *Arthroderma benhamiae/Trichophyton erinacei*, *Arthroderma vanbreuseghemii/Trichophyton interdigitale* y *Arthroderma simii/Trichophyton mentagrophytes-Trichophyton sp* (forma sexual/asexual, respectivamente). El complejo *Trichophyton mentagrophytes* es el segundo agente etiológico aislado en dermatofitosis de piel y uña en humanos y animales. *Trichophyton erinacei*, *Trichophyton mentagrophytes* y *Trichophyton sp.* se aíslan principalmente en lesiones de piel, pelo y uñas de animales tales como erizos y roedores; y con menor frecuencia se aíslan en lesiones de piel, barba y cuero cabelludo de trabajadores rurales. Por su parte, *Trichophyton interdigitale* es el principal agente asociado a dermatofitosis humana, causando con mayor frecuencia tiña pedis crónica (particularmente de tipo vesicular) y con menor frecuencia, tiña corporis y onicomicosis (24). El parasitismo de los pelos en este género es endotrix y en las formas inflamatorias y supuradas es endo-ectothrix (18).



**Figura 5.** Cultivo del Complejo *Trichophyton mentagrophytes*. Incubado en agar Sabouraud glucosa, a 30 °C por 7 días (24).



**Figura 6.** Microconidios y macroconidios de *Trichophyton rubrum* (23).

### 3.3.3 *Epidermophyton spp.*

El género *Epidermophyton* incluye sólo una especie patógena, *Epidermophyton floccosum*, la que puede producir principalmente tiña de las ingles (eccema marginado de Hebra, tiña crural o cruris) y onicomicosis. En los medios de cultivo se presenta con colonias visibles a los 7-9 días de incubación, son aterciopeladas, pulverulentas y de color amarillo-verdoso, las que se blanquean rápidamente y se vuelven flocosas. Microscópicamente se caracteriza por presentar abundantes macroconidios en racimo o aislados y por la ausencia de microconidios. Los macroconidios tienen forma de clavas, la pared es lisa y moderadamente gruesa, los extremos son redondeados y presentan de 1 a 9 septos (25).

La especie más representativa del género, *Epidermophyton floccosum*, puede afectar la piel y a veces las uñas, pero es incapaz de parasitar el pelo (18). *Epidermophyton floccosum* ha sido el agente etiológico más habitual causante de tinea cruris en adolescentes y adultos. Se trata de un hongo antropofílico, por lo que la infección normalmente ocurre a través del contacto con individuos infectados, así como a través de fómites, en duchas y gimnasios. *Epidermophyton floccosum* crece en unos 10 días de incubación a 25-30 °C en agar Sabouraud cloranfenicol o en PDA. El anverso de las colonias es amarillento o verdoso e incluso naranja, el reverso es naranja o marrón, la textura suele ser lisa o granular, volviéndose aterciopelada y estéril con el tiempo (10).



**Figura 7.** Colonia de *Epidermophyton floccosum*. Se observa crecimiento a los 14 días. Obtenida de un paciente con tiña plantar (25).



**Figura 8.** Observación microscópica de *Epidermophyton floccosum*. Se observan macroconidios en racimos, de paredes lisas, clavados, con uno o más septos, sin microconidios. 100 X. Obtenida de un paciente con tiña plantar (25).

### **3.3.4 FISIOPATOLOGÍA DE LOS DERMATOFITOS**

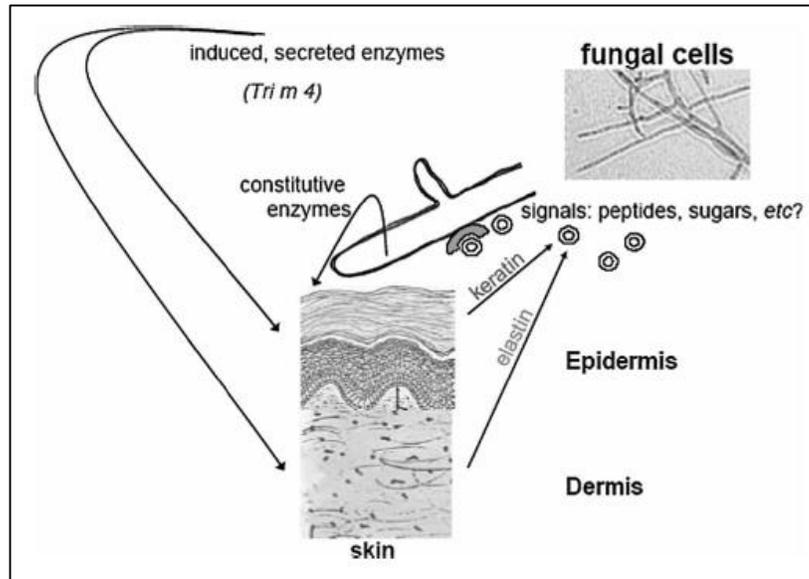
Aunque los dermatofitos tienen generalmente una localización superficial, la relación entre el hongo y su hospedero es compleja y continúa siendo poco entendida. A pesar de los múltiples estudios de biología molecular para tratar de dilucidar de manera concreta la función específica de las proteasas dermatofíticas, solo se han logrado avances muy puntuales en cuanto al mecanismo patogénico de dichos microorganismos. La patogénesis de los dermatofitos consta de tres pasos específicos; adhesión, invasión y respuesta inmune (26).

Los dermatofitos se han adaptado a su entorno utilizando una variedad de proteínas del huésped, en particular la queratina como nutriente, y secretan notablemente proteasas que degradan las proteínas de la piel y el cabello. Comprender los mecanismos fisiopatológicos implicados en una infección por dermatofitos es la base para el desarrollo racional de nuevas estrategias profilácticas y terapéuticas (27).

Los dermatofitos invaden el estrato córneo o las estructuras queratinizadas derivadas de la epidermis, causando lesiones en la piel, infecciones de cabello y uñas. Poco se sabe sobre el contacto inicial de los conidios con el estrato córneo y sobre los eventos posteriores que parecen tener lugar antes de que se desarrolle la lesión activa. Algunos estudios sobre la infectividad y la patogenicidad de los dermatofitos utilizaron modelos animales para investigar mecanismos patógenos (28).

Las especies antropofílicas y zoofílicas son parásitos obligatorios. La expresión clínica de la dermatofitosis varía mucho dependiendo de la especie del huésped y del hongo. Mientras que la infección puede ser aguda y eliminarse rápidamente a través de una respuesta inmune innata y específica eficiente, algunas especies de dermatofitos, por ejemplo, *Trichophyton rubrum* y *Microsporum canis* alcanzan un alto grado de adaptación a su huésped y pueden causar infecciones crónicas con poco o ningún síntoma (29).

La adherencia del hongo a la célula hospedera es mediada a través de adhesinas fúngicas y su interacción con los receptores de las células hospederas. Es muy poco lo que se conoce aún sobre los factores que median la adherencia de los dermatofitos. Por ejemplo, *Trichophyton rubrum* y *Trichophyton mentagrophytes* expresan en la superficie de sus microconidias adhesinas específicas de carbohidratos que reconocen la manosa y la galactosa (26).



**Figura 9.** Modelo de la invasión de dermatofitos en la piel. Las señales derivadas del huésped pueden detectarse directamente (enzimas constitutivas), o pueden producirse por la acción de proteasas fúngicas en proteínas de la piel, por ejemplo, queratina y elastina, según se indique. Las señales son desconocidas, pero podrían ser péptidos, azúcares, oligosacáridos, aminoácidos u otras moléculas pequeñas difusibles. El producto del gen *Tri m 4* es un ejemplo de una proteína dermatofita inducida que puede tener actividad queratinolítica (30).

En contraste a la adherencia de los dermatofitos, el proceso de invasión de estos microorganismos continúa siendo enigmático. Una vez el dermatofito se encuentra adherido a las células hospederas, las hifas comienzan su crecimiento y se van anclando al hospedero al proyectarse de manera longitudinal y transversal por toda la superficie. Sin embargo, todo el proceso de invasión no se puede iniciar sin antes reducir los puentes de disulfuro que se encuentran en la red compacta de proteínas que componen los tejidos queratinizados (26).

Generalmente, las infecciones causadas por dermatofitos, inducen una respuesta inmune adaptativa tipo Th1, con la consecuente producción de citoquinas proinflamatorias como la interleuquina 2 (IL-2) y el interferón (INF). La respuesta inmunológica varía entre las diferentes especies de dermatofitos, siendo más intensa cuando la infección es causada por dermatofitos zoofílicos o geofílicos y más débil cuando es por dermatofitos antropofílicos (31).

**Tabla 4.** Mecanismos de infección de dermatofitos (26).

Dermatofito	Mecanismo	Proteínas/enzimas
Trichophyton rubrum	Adhesión	Adhesinas de carbohidratos: manosa y galactosa
		PACC
		Subtilisinas
Trichophyton mentagrophytes	Adhesión	Adhesinas de carbohidratos: manosa, galactosa y subtilisinas
Microsporum canis	Adhesión	Subtilisinas
		Exopeptidasa
		Dipeptidil peptidasa
Microsporum canis	Invasión	Metaloproteasas
		Sub 3
		Fungalisinas
Trichophyton rubrum	Invasión	Fungalisinas
		Dpp V
Trichophyton mentagrophytes	Invasión	Fungalisinas
Trichophyton tonsurans	Invasión	Dpp V

### 3.4 MICOSIS SUPERFICIALES Y CUTANEAS

Las micosis pueden clasificarse en: micosis sistémicas, micosis oportunistas, y micosis superficiales (32). Las micosis superficiales constituyen una patología prevalente en Dermatología. Son producidas por dos grandes grupos de hongos: las levaduras y los dermatofitos. Las micosis por levaduras ocurren por una alteración de la microbiota que lleva a una proliferación del hongo y las micosis por dermatofitos son infecciones exógenas en que el contagio está dado por transmisión de un animal u otra persona (11).

Las infecciones fúngicas están tomando cada vez más importancia en la población adulta, debido a que generalmente aparecen de manera oportunista secundario a otras enfermedades, generalmente crónicas, aunque se ha visto además la presencia de estas infecciones en otros contextos, incluso en el uso indiscriminado de calzados en agrupaciones de danza (12).

Las micosis se dividen dependiendo del hongo que infecte la zona, dentro de las cuales se encuentran; Dermatofitosis, Candidiasis, que es la infección clínica producida por levaduras del género *Candida spp.* Su capacidad de producir patología va a depender de una interacción entre los mecanismos patogénicos del hongo y los sistemas de defensas cutáneos y sistémicos del propio individuo; Pitiriasis Versicolor la cual su etiología no es por dermatofitos como originalmente se pensó en el año 1853 (11). Esta enfermedad es producida por *Malassezia spp.*, levadura de la microbiota cutánea, y tiene una distribución mundial. El agente etiológico de esta enfermedad ha sido causa de controversia; y tiña negra el cual es una infección superficial crónica y asintomática del estrato corneo causada por el hongo dematiáceo *Hortea*

*werneckii*. Esta micosis es prevalente en costas de clima caliente y en mujeres jóvenes. La lesión se manifiesta con una mancha oscura (de marrón a negro) casi siempre en la palma de la mano (33).

Los costos extra en tratamientos para erradicar la infección superficial es generalmente un gran lío, debido a que la gente que sufre de dermatofitosis por lo general no cuenta con los recursos necesarios para poder aminorar o erradicar la infección de la piel.

En Chile las infecciones fúngicas superficiales no se incluyen en programas de salud pública, ni constituyen enfermedades de notificación obligatoria, ya que por si solas no son capaces de provocar la muerte de una persona, por lo tanto no es fácil tener un estadística certera de su prevalencia e incidencia en la población chilena, solo se han dado estudios que abarcan poblaciones menores (34).

### **3.4.1 DERMATOFITOSIS**

Las infecciones micóticas superficiales incluyen aquellas que están limitadas a la piel, pelo, uñas y/o las mucosas. Son infecciones muy frecuentes, la mayoría ocurre en todas las edades, algunas son raras en niños (18). De todas estas condiciones la más frecuente son las dermatofitosis o tiñas, en donde se produce una descamación, grietas en los espacios interdigitales, y maceración (35).

Las dermatofitosis o tiñas están causadas por hongos que colonizan el estrato córneo, el pelo y las uñas, denominándose con la palabra tiña seguida del término en latín del lugar anatómico afectado; tinea capitis (cuero cabelludo), tinea corporis (cuerpo), tinea cruris (región inguinal), tinea pedis (pies), tinea manuum (manos) y tinea unguium (uñas u onicomicosis) (32).

Los dermatofitos también podrían estar relacionados a una reacción de hipersensibilidad que se presenta por lesiones distantes del foco infeccioso llamada reacción tipo "ide" o "dermatofitides" y que ocurre por la entrada a la circulación de alergenos en el foco primario. La más frecuente es una "ide" de las manos, en que se presenta una erupción vesicular secundaria a una tiña de los pies (11).

El contagio ocurre por contacto directo o indirecto por ropa, zapatos, peinetas, escamas o pelos. Algunas personas tienen una predisposición genética y otras una resistencia natural a estas infecciones fúngicas, lo que puede estar relacionado con algún antígeno de histocompatibilidad (11).

Con respecto a la susceptibilidad que presenta cada paciente o individuo frente a estas infecciones, existen varios factores que facilitan el contagio; Defectos inmunitarios provocados por el consumo de medicamentos (corticoides) los cuales son recetados en pacientes que poseen dolor o inflamaciones de ciertas partes del cuerpo, también pueden haber defectos inmunitarios en pacientes que están en tratamiento para el cáncer

(quimioterapia y radioterapia); Alteraciones fisiológicas; alteración de homeostasis o barrera cutánea, como aumento de temperatura, humedad y dermatitis (11).

### **3.4.1.1 TINEA CAPITIS**

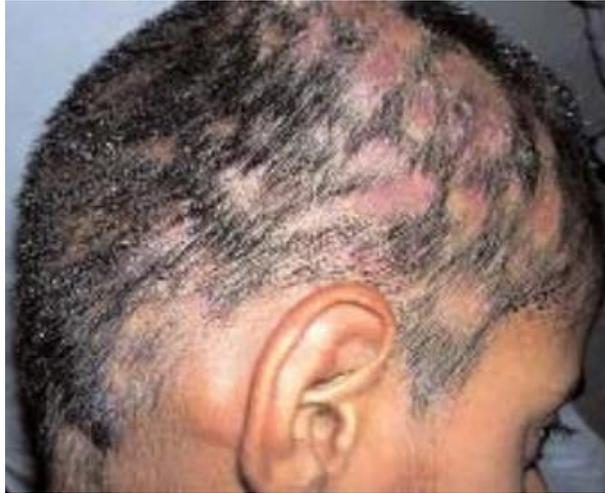
Tinea capitis es una infección del cuero cabelludo, cejas y pestañas, causada por diversas especies de dermatofitos de los géneros *Trichophyton* y *Microsporum* (36). La tiña de la cabeza es un padecimiento que afecta predominantemente a la población infantil. En la pubertad existen modificaciones en la secreción sebácea y el pH que actúan como fungistáticos, lo que ocasiona que la mayoría de los casos se curen espontáneamente en esta etapa de la vida. Sin embargo, algunas mujeres pueden pasar la pubertad sin curarse. En los hombres adultos es poco frecuente este padecimiento y cuando se halla generalmente está asociado a un estado de inmunosupresión severa, como la resultante por SIDA, enfermedad de Hodgkin, leucemias o corticoterapias, aunque se han reportado casos excepcionales en ancianos (37).

Puede presentarse como una forma no inflamatoria e inflamatoria. Ambas presentaciones comprometen áreas focales relativamente bien delimitadas y pueden iniciarse con una descamación difusa, semejando una pitiriasis simple, lo que puede confundir al realizar el diagnóstico inicial (11).

Existen dos formas clínicas de tiña no inflamatoria, las cuales son; **Tinea tonsurante microsporica**, es la más frecuente en Chile, y su principal etiología es *Microsporum canis*. Se presenta como una placa eritematosa con descamación grisácea, única, infrecuentemente múltiple, asintomática o con prurito leve, bien delimitada, redondeada. La otra forma clínica es la **Tinea tonsurante tricofítica**, es menos frecuente en Chile, afecta a niños y adultos. Sus principales etiologías son *Trichophyton tonsurans* y *Trichophyton violaceum*. Clínicamente se observa alopecia difusa con varias placas irregulares y pequeñas, alternadas con zonas de pelos sanos (11).



**Figura 10.** Tiña capitis microspórica. Placa única alopecia, descamativa y grisácea (18).



**Figura 11.** Tiña tricofítica (38).

También existen dos formas clínicas de tiña inflamatoria, las cuales son; **Tiña inflamatoria propiamente tal**, el principal agente etiológico es *Microsporum canis* seguido por *Trichophyton mentagrophytes variedad mentagrophytes*. Comienza como una foliculitis o una perifoliculitis que evoluciona a una placa inflamatoria, dolorosa a la compresión, con escasos pelos cortos, pústulas, abscesos y costras. Al efectuar presión sobre ella da salida a pus abundante. Dado que se parece a un panal de abejas, se le denomina “querión de Celso”. Habitualmente hay adenopatías satélites. Si el paciente no se trata oportunamente puede producir alopecia cicatricial permanente. La otra forma clínica corresponde a **Tiña fávica**, o simplemente “Favus”, el agente etiológico es *Trichophyton schoenleinii*, es muy poco frecuente en Chile. Se asocia a desnutrición y falta de higiene. Se inicia con brotes de pústulas foliculares que se endurecen progresivamente cubiertas por costras amarillentas, con un típico olor a “ratón mojado” (11).



**Figura 12.** Querion de Celso. Se observa su típica imagen alopécica con fondo eritematoso donde se aprecian pústulas y costras. A la palpación dolor y sensación fluctuante. Adenopatía vecina (35).



**Figura 13.** Tiña favica del cuero cabelludo. Se observa escutula blanca amarillenta de paciente de 20 años de edad (39).

La infección está tan extendida, y las apariencias clínicas pueden ser tan sutiles, que en las zonas urbanas, la tinea capitis debe considerarse en el diagnóstico de cualquier niño mayor de 3 meses con un cuero cabelludo escamoso, hasta que la micología negativa lo rechace. La infección también puede estar asociada con linfadenopatía regional dolorosa, particularmente en las variantes inflamatorias. Una erupción generalizada de pápulas con picazón, particularmente alrededor de la hélice externa de la oreja, puede ocurrir como un fenómeno reactivo (una respuesta "id"). Esto puede comenzar con la introducción de la terapia sistémica y, por lo tanto, confundirse con una reacción farmacológica (40).

La adenopatía prominente es un hallazgo especialmente importante porque puede estar presente incluso en pacientes con infección sutil del cuero cabelludo (es decir, descamación sin alopecia). La tiña corporal, especialmente cuando se encuentra en la cara, el cuello o la parte superior del torso, debe propiciar un examen y cultivo cuidadosos del cuero cabelludo. En la cara, las lesiones similares a la pitiriasis marcadamente demarcadas deberían sugerir la posibilidad de tiña capitis (41).

**Tabla 5.** Principales complicaciones de Tinea capitis (41).

Linfadenitis
Pioderma bacteriana
Tinea corporis
Pitiriasis alba
Reacción IDE
Alopecia cicatricial
Infección bacteriana secundaria

### 3.4.1.2 TINEA CORPORIS

Para referirse a ella también se usan los términos de tinea corporis, tiña de piel lampiña o tiña circinada. El término incluye todas las tiñas de la piel, excepto algunas zonas específicas, como cuero cabelludo, palmas, plantas, zona inguinal y uñas. El agente etiológico más frecuente en niños es *Microsporum canis* y en adultos, *Trichophyton rubrum* seguido por *Trichophyton mentagrophytes variedad interdigitale*. Se presenta con placas eritematodescamativas anulares, únicas o múltiples, con un borde microvesiculoso/costroso y crecimiento centrífugo, con piel sana o levemente comprometida en el centro (11).

Los dermatofitos una vez en el estrato corneo se activan y liberan enzimas y queratinasas para invadir la zona. Después de un periodo de una a tres semanas se produce la diseminación periférica de la infección en un patrón centrífugo. El borde activo y progresivo de la lesión se acompaña de un incremento del índice de renovación epidérmico.; presumiblemente, la epidermis del huésped intenta eliminar los microorganismos mediante el incremento del índice de renovación celular epidérmico, con el fin de superar el índice de desarrollo del hongo, por tanto se observa un aclaramiento relativo de la lesión en el centro de la zona de infección cutánea anular (18).



**Figura 14.** Tinea corporis con distintos crecimientos concéntricos. Se aprecia la curación central y los bordes bien marcados pápulo-descamativos (35).

### **3.4.1.3 TINEA CRURIS**

Es la parasitación de ingles, periné y región perianal, que llega a invadir zona proximal interna de muslos. La infección suele ser epidémica y se transmite por toallas, prendas interiores o ropas de cama, predisponiendo los climas húmedos, maceración, diabetes, obesidad, etc. Cuando se demuestra, es preciso comprobar si no existe también una tinea pedis, especialmente en hombres, pues la caída del hongo por el pantalón a pies es la norma. Se presenta como placas bilaterales, de borde eritematovesiculoso, tipo eczema, y centro castaño eritematoso, con escamas furfuráceas, poco infiltrado y liquenificado (42).

En ocasiones son placas eritematosas descamativas con presencia de pápulas y vesículas. Suelen ser dolorosas si existe maceración o infección bacteriana secundaria. No suele afectar al escroto ni al pene, lo que la diferencia de infecciones por *Candida* o psoriasis. Debido a sus bordes acentuados y su aspecto macerado y descamativo, estas lesiones se conocen también como eccema marginado de Hebra (43).



**Figura 15.** Tiña cruris. Eritema que parte de la zona interna alta del muslo, próximo al escroto, de morfología anular u ovalada, en el que aprecia la sobreelevación y descamación del borde (43).

#### 3.4.1.4 TINEA PEDIS

Es la forma de dermatofitosis más frecuente. Se la conoce como “pie de atleta”. Se localiza en pliegues interdigitales y plantas de pies, que es más fácil de adquirir por adultos jóvenes deportistas, principalmente en verano, que utilizan calzado oclusivo y, a menudo, andan descalzos por vestuarios públicos (42). Es infrecuente en la infancia y la vejez. Se presenta con maceración, fisuración y descamación de áreas interdigitales, sobre todo 3er y 4to espacios. Son frecuentes el dolor intenso, el prurito y el olor desagradable. Presenta riesgo de sobreinfección bacteriana (32).

La etiología en la mayoría de los casos es por *Trichophyton rubrum* seguido por *Trichophyton mentagrophytes variedad interdigitale* y *Epidermophyton Floccosum*. Es más frecuente en el hombre adulto y su incidencia aumenta con la edad. Son factores predisponentes la hiperhidrosis, uso de calcetines sintéticos, uso de baños públicos y calzado poco ventilado. Un 10-15% de la población sufre de una tiña de los pies en algún momento de su vida. Su evolución frecuentemente es crónica, cursando con remisiones y exacerbaciones; puede acompañarse de mal olor y/o prurito leve. La tiña de los pies se puede complicar con piodermias, especialmente en pacientes debilitados o añosos. Tiene cuatro presentaciones clínicas; Forma intertriginosa simple, forma crónica hiperqueratótica, forma vesicular aguda y forma intertriginosa aguda compleja (11).



**Figura 16.** Tiña pedis. Lesiones eritemato-descamativas en pliegues interdigitales con extensión a la planta del pie que corresponde a una tiña del pie o pie de atleta (42).

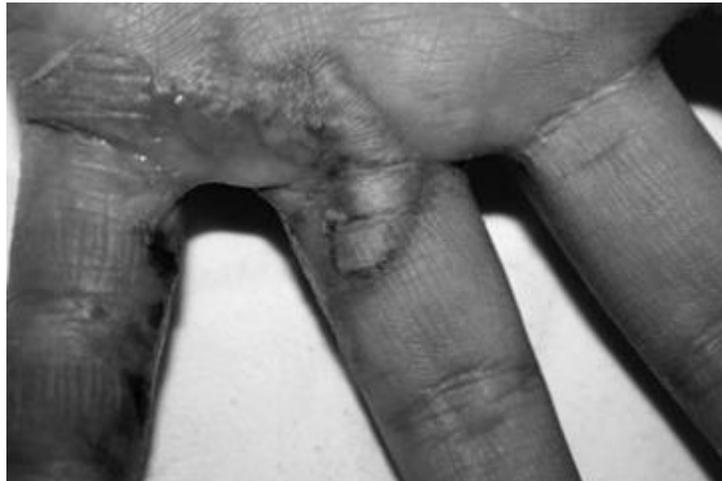
#### **3.4.1.5 TINEA MANUUM**

También conocido como tiña de las manos, es una dermatofitosis superficial de la piel de las manos (palma y dorso de manos), causadas generalmente por especies de *Trichophyton*. El agente causal más frecuente es el *Trichophyton rubrum*. En la forma hiperqueratósica pueden hallarse además del *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes* var. *Interdigitale*, *Epidermophyton floccosum*. Las formas inflamatorias son causadas por especies geofílicas y zoofílicas como: *Trichophyton verrucosum*, *Microsporum canis* y *Microsporum gypseum* (18).

La tiña de las manos se presenta con más frecuencia en hombres entre los 11 y 40 años. Poco común en la población pediátrica, frecuencia aumentada en la población adolescente y

frecuentemente se acompaña de tiña pedis. Ataca a la población económicamente activa, sobre todo trabajadores manuales. Entre los factores que predisponen destaca: coexistencia de otras dermatosis, principalmente de los pies y de la ingle, contacto con personas afectadas, contacto con mascotas infectadas, objetos de jardinería, hiperhidrosis y dermatitis de contacto (18).

La presentación clínica más frecuente es la forma hiperqueratótica palmar difusa, con eritematodescamación, exfoliación e hipo o anhidrosis. Suele comenzar o ser más marcada en los pliegues de flexión. Es más frecuente que el paciente presente compromiso en una palma que en las dos (11).



**Figura 17.** Tiña manuum. Eritema escamoso con pústulas en la mano izquierda del paciente (44).

### 3.4.1.6 TINEA UNGUIUM

A la infección de las uñas por hongos se le llama onicomicosis y a la onicomicosis producida por dermatofitos se le define como tiña de las uñas, tinea unguium u onicomicosis dermatofítica. Es más frecuente en adultos, rara en niños. Se asocia con frecuencia a tiñas de manos o pies. Además de las condiciones favorecedoras generales de infecciones por hongos, el traumatismo es una causal local muy importante (11).

Inicia por el borde distal o lateral con cambio de color, engrosamiento, fragmentación de las láminas, punteado, elevaciones y a veces desprendimiento de la lámina ungueal. No existe afectación de partes blandas (35). Los dermatofitos más comúnmente aislados son *Trichophyton rubrum* (85%), *Trichophyton mentagrophytes* (10%), y excepcionalmente se aíslan *Trichophyton tonsurans*, *Microsporum gypseum* y *Microsporum canis* (18). Existen cuatro formas clínicas de tinea unguium; Subungueal distal, subungueal proximal, onicomicosis blanca superficial y distrofica total (11).



**Figura 18.** Tiña unguium. **A.** Distrofia subungueal distal y lateral. **B.** Distrofia subungueal proximal en primer dedo y distal en cuarto y quinto dedo. **C.** Leuconiquia en primer dedo y pequeña distrofia subungueal en cuarto y quinto dedo. **D.** Afectación distrofica total con rotura y exfoliación y sin afectación de partes blandas (43).

### 3.4.1.7 TINEA FACIEI

La tinea faciei o tiña facial es una infección por dermatofitos que se presenta en las regiones sin barba de la cara. A menudo se confunde con otras dermatosis, ya que las infecciones por hongos ocurren con más frecuencia en otras partes del cuerpo. Se ha sabido que la tiña facial simula trastornos como el lupus eritematoso cutáneo, la rosácea y el granuloma anular. También a veces se diagnostica como tinea barbae, cuando se trata de una infección de los folículos pilosos faciales por dermatofitos antropofílicos. Por estas razones, el diagnóstico y el tratamiento de la tiña facial a menudo se retrasan (45).

El agente causal de la tiña facial varía según la región geográfica y los reservorios potenciales ubicados en el medio ambiente. En los EE. UU., *Trichophyton tonsurans*, *Trichophyton rubrum* y *Microsporum canis* son las especies causales más comunes. *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton granulosa* y *Trichophyton rubrum* fueron los agentes más comunes encontrados en un estudio croata. Los dermatofitos zoofílicos, como *Trichophyton verrucosum* y *Microsporum canis*, se encuentran en todo el mundo en asociación con el ganado y las mascotas. Después de entrar en contacto con un huésped potencial, estos organismos liberan queratinasas que les permiten invadir el estrato córneo. La queratina muerta puede provocar una respuesta eczematosa (45).

Las lesiones casi siempre son pruriginosas. Los lugares más comunes son las mejillas, seguida de la nariz, zona periorbital, mentón y la frente. En ocasiones, puede aparecer una lesión francamente inflamatoria que recuerda al querion (18).



**Figura 19.** Tiña faciei debido a infección por *Trichophyton rubrum* (45).

### 3.4.1.8 TINEA BARBAE

La tinea barbae es una tricomicosis dermatofítica que afecta las áreas de la barba y el bigote que se asemeja mucho a la tinea capitis con invasión del tallo del cabello. La infección generalmente se contrae mediante la exposición a animales que llevan especies zoofílicas de dermatofitos, generalmente ganado bovino y perros. La infección se observa clásicamente en un entorno rural y afecta a los granjeros lecheros o ganaderos (46).

Los dermatofitos que causan más comúnmente la tiña de la barba y el bigote son las especies zoofílicas, *Trichophyton mentagrophytes* variedad *mentagrophytes* y *Trichophyton verrucosum*, con menor frecuencia *Microsporum canis*. Pueden además ser causadas por especies antropofílicas como *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton violáceum*, *Trichophyton Schoenleinii* y *Trichophyton megninii*, implicados en áreas urbanas (18).



**Figura 20.** Tiña barbae. Se observan lesiones pustulosas en labio superior, afectando la barba de un varón. Al afectar una zona pilosa precisa tratamiento oral (42).

### 3.4.2 TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO

En las últimas décadas se han logrado grandes avances con respecto al tratamiento de las micosis superficiales. La introducción de fármacos de amplio espectro que pueden utilizarse de forma tópica, sistémica o de ambas formas, ha permitido una mejora en el manejo de estas patologías. Diversos factores contribuyen a que la incidencia y prevalencia de las micosis siga en aumento, dentro de los que destacan; el envejecimiento progresivo de la población, el creciente número de personas que se someten a tratamientos con inmunosupresores, la mayor exposición a agentes infectantes en lugares de recreación y gimnasios, y la existencia de pacientes infectados por el VIH (47).

Dado que los hongos son células eucarióticas, es más difícil inhibir vías metabólicas que afecten únicamente a la célula fúngica sin afectar a las células humanas; por esta razón la cantidad de drogas antifúngicas es escasa comparada con los antibióticos. La mayoría de los antimicóticos usados en dermatología son fungistáticos, teniendo sólo unos pocos efectos fungicidas. En la mayoría de los antimicóticos tópicos y sistémicos el principal mecanismo de acción es el bloqueo de la síntesis de la membrana de la célula fúngica. Una excepción es la griseofulvina que actúa impidiendo la división celular (11).

Los medicamentos antifúngicos tópicos son más útiles en infecciones localizadas de la piel lampiña, pero menos útiles en infecciones del cuero cabelludo y las uñas, en dermatofitosis crónicas, en infecciones extensas del tronco y en infecciones de la capa córnea gruesa de las palmas de manos y las plantas de pies. Por otra parte, los antifúngicos tópicos utilizados en el tratamiento de las infecciones por dermatofitos son, a veces, menos efectivos

en los individuos inmunodeprimidos; sin embargo, no hay duda que agentes antifúngicos tópicos son mucho menos propensos que los sistémicos para causar efectos adversos (48).

Estudios realizados en niños con tinea capitis comparando griseofulvina con terbinafina han demostrado que terbinafina es superior en tiñas por *Trichophyton*, mientras que griseofulvina es más eficaz en las producidas por *Microsporum*. Otros estudios han visto que tanto itraconazol como fluconazol son eficaces en el tratamiento de la tinea capitis y similares a griseofulvina en las producidas por *Microsporum* (32).

La onicomycosis es una de las micosis superficiales con mayor dificultad en el tratamiento; sobre esta, además, recae una elevada tasa de fracaso terapéutico que oscila, según algunos autores, entre el 20–50%. Los tratamientos son necesariamente largos debido al lento crecimiento de las uñas, y durante gran parte de este periodo no llegan a observarse efectos satisfactorios inmediatos por parte del paciente. Factores como un diagnóstico micológico incorrecto, alteraciones secundarias de la uña, una elevada carga de microorganismos en la uña, la acumulación de masas de micelio (dermatofitomas), agentes etiológicos multirresistentes, inmunodeficiencia, diabetes mellitus o enfermedad vascular periférica, junto con una modalidad de tratamiento inadecuada, también influyen en la baja tasa de curación y en la elevada tasa de recidivas o reinfecciones (49).

**Tabla 6.** Antifúngicos orales y tópicos (10).

Antifúngicos orales (grupo)	Antifúngicos tópicos (grupo)
Fluconazol (imidazol)	Amorolfina (morfolina)
Griseofulvina	Ácido undecilénico
Itraconazol (imidazol)	Bifonazol (imidazol)
Ketoconazol (imidazol)	Ciclopiroxolamina
Nistatina	Clotrimazol (imidazol)
Terbinafina (alilamina)	Eberconazol (imidazol)
	Econazol (imidazol)
	Fenticonazol (imidazol)
	Flutrimazol (imidazol)
	Griseofulvina
	Haloproquina
	Ketoconazol (imidazol)
	Miconazol (imidazol)
	Naftifina (alilamina)
	Nistatina
	Oxiconazol (imidazol)
	Sertaconazol (imidazol)
	Terbinafina (alilamina)
	Tioconazol (imidazol)
	Tolnaftato
	Pomada de Whitfield (ácido benzoico/ácido salicílico)

### 3.4.3 EPIDEMIOLOGÍA

La infección por hongos dermatofitos en tejidos cornificados (pelo, piel y uñas) en el ser humano, parece ser tan antigua como la propia historia de la humanidad. La existencia de hongos queratinófilos saprofitos se inicia en el mesozoico por lo que puede inferirse que especies zoófilas y, posteriormente, antropófilas se fueron adaptando al aparecer distintos

substratos y ecosistemas en los que pudieron multiplicarse. Así pues, podemos concluir que las dermatofitosis acompañan la propia existencia del ser humano (50).

Las infecciones por dermatofitos han generado menos interés epidemiológico que otras micosis, quizá porque su diagnóstico y tratamiento no resultan demasiado complejos y, principalmente, por su reducida capacidad para producir infecciones invasivas, que pongan en peligro la vida del enfermo, aunque se han descrito algunas dermatofitosis graves en enfermos inmunodeprimidos. No obstante, se han realizado estudios epidemiológicos sobre las dermatofitosis en varios países (51).

Un estudio multicéntrico europeo, en el que participaron 92 laboratorios de 19 países, estudió la incidencia de tinea capitis en Europa, *Microsporum canis*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Trichophyton verrucosum* y *Trichophyton tonsurans* fueron por ese orden, las especies con mayor prevalencia. *Microsporum canis* fue la principal causa de esta tinea en el Sur de Europa (España, Italia y Grecia) pero, por ejemplo, *Trichophyton tonsurans* fue la especie más prevalente en el Reino Unido. Debe indicarse además, que *Trichophyton tonsurans* es la especie que causa más casos de tinea capitis en Estados Unidos y en Canadá. (51). En Chile los dermatofitos aislados con mayor frecuencia corresponden a *Trichophyton rubrum*, *Trichophyton mentagrophytes* y *Microsporum canis* (34).

### 3.5 IDENTIFICACIÓN DE DERMATOFITOS

El diagnóstico actual está basado en la detección de elementos fúngicos por microscopia directa de especímenes clínicos seguida de cultivo in vitro e identificación morfológica del hongo. El examen por microscopia de piel y uñas suele ser suficiente para el diagnóstico de una infección fúngica pero no nos da identificación de género o especie de ahí que no se pueda diferenciar de manera segura entre los dermatofitos y otros hongos. La posterior identificación de especies se realiza mediante un cultivo e identificación morfológica de las colonias de hongos. El cultivo, sin embargo, es negativo en un 40% de los casos positivos por microscopia y además consume demasiado tiempo debido al lento crecimiento y esporulación y necesidad de más exámenes fisiológicos. El tiempo necesario para una identificación de especies puede variar desde 10–15 días hasta 3–4 semanas (52).

Una adecuada toma de muestras es fundamental para establecer un correcto diagnóstico de dermatofitosis. Además de la calidad de éstas, también es muy importante la cantidad de material recogido, que debe ser suficiente para que los posibles elementos fúngicos presentes se puedan observar y, a su vez, multiplicarse en los medios de cultivo utilizados (10). La toma de la muestra se realizará siempre de la parte más activa de la lesión, generalmente la periferia en las lesiones cutáneas, los cabellos afectos en las tiñas del cuero cabelludo y barba y la queratina subungueal en las onicomicosis (42).

El examen directo de la muestra obtenida se realiza colocándola en un portaobjeto y se inunda con hidróxido de potasio (KOH) al 10-20% y se cubre con un cubre objeto. La adición

de dimetilsulfoxido aumenta el poder disgregante de la potasa y la glicerina retarda la formación de cristales de la misma, esto preserva por más tiempo las estructuras. La adición de tinta Parker Quink permanente o negro de clorazol, mejora la observación de las estructuras que pueden presentarse como hifas y/o artroconidios. En el caso de pelos, el parasitismo se pueden presentar en forma de endothrix, como la que produce clásicamente *Trichophyton tonsurans* con esporas agrupadas densamente en el interior del pelo o como en *Trichophyton schoenleinii* donde se observan esporas y filamentos. El pelo ectoendothrix, clásico de la infección microspórica, se presenta con esporas pequeñas que envuelven el pelo en forma de vaina o mango (48).

Todas las muestras deben enviarse al laboratorio rápidamente, sin conservantes. Las muestras dermatológicas deben transportarse en un recipiente estéril seco (placa de Petri, papel de fotografía negro, entre dos portaobjetos, etc.). En general, no deben introducirse en medios de transporte, a no ser que sea fácil retirar la muestra del medio. Las muestras en que se sospeche la presencia de dermatofitos u hongos dimórficos se conservarán a temperatura ambiente, nunca refrigerados. Las muestras deben sembrarse directamente en el medio de cultivo adecuado (48).

### **3.5.1 MEDIOS DE CULTIVO**

Los hongos, a diferencia de las bacterias, son nutricionalmente poco exigentes; de ahí que los medios que se utilizan de rutina para su aislamiento sean escasos. A finales del siglo XIX,

Raymond Sabouraud describió la fórmula del medio de cultivo que lleva su nombre y que se ha considerado de uso universal en micología (53).

El cultivo sigue siendo una herramienta importante ya que permite diagnosticar los casos en que la microscopía de la muestra es negativa. Actualmente se suele recomendar Sabouraud con antibacteriano y agar de Sabouraud con cicloheximida y antibacteriano. El Dermatophyte Test Medium (DTM) facilita la identificación de las colonias por el viraje del rojo fenol. Es muy útil en muestras contaminadas con hongos saprofitos, pero los pigmentos solubles no pueden observarse adecuadamente. Algunos autores recomiendan añadir otros medios como el Lactrimel o medio de Dixon. Para muestras con observación microscópica positiva el agar Casamino Acids (Difco)-eritritol-albumina. Este último medio favorece el aislamiento de dermatofitos cuando también está presente *Candida albicans* (50).

### **3.5.1.1 AGAR DTM (DERMATOPHYTE TEST MEDIUM)**

DTM Agar fue desarrollado como medio selectivo y diferencial para la detección e identificación de dermatofitos. En este medio, la identificación de los dermatofitos se basa en la morfología y la producción de metabolitos alcalinos (54). Una combinación de tres agentes antimicrobianos (cicloheximida, clortetraciclina y gentamicina) inhibe las bacterias y las levaduras y mohos saprofitos. Los dermatofitos se identifican presumiblemente en función de la gran morfología y la producción de metabolitos alcalinos, que elevan el pH y hacen que el indicador de rojo fenol cambie el color del medio de amarillo a rosa-rojo (55).

### **3.5.1.2 AGAR SHP (SELECTIVO PARA HONGOS PATOGENOS)**

El agar selectivo para hongos patógenos es un medio altamente selectivo que contiene cicloheximida y cloranfenicol. La cicloheximida se usa para seleccionar los dermatofitos, inhibiendo a los hongos que puedan ser contaminantes. El cloranfenicol suprime en gran medida las bacterias. Ciertos hongos patógenos también pueden inhibirse algunas veces, por lo tanto, también se debe inocular un medio de cultivo sin inhibidores (56).

Hasta la fecha, el medio de cicloheximida se ha utilizado con éxito para obtener cultivos puros de hongos patógenos de esputas, pelos de animales, recortes de uñas de los pies y otros materiales muy contaminados con mohos y bacterias saprófitas (57).

### **3.5.1.3 AGAR LACTRIMEL**

Lactrimel es un acrónimo, en donde la palabra se compone de Lac (leche), tri (harina de trigo) y mel (miel). Agar Lactrimel se ha utilizado con éxito durante más de 50 años para el aislamiento primario y la identificación de dermatofitos. Estudios previos han demostrado que el uso de este agar para el aislamiento primario promueve la conidiación y la producción de pigmentos (58).

El uso de agar Lactrimel permite evidenciar estructuras fúngicas típicas de *Microsporum canis* (aunque es mejor para *Trichophyton rubrum*) en menos tiempo que el agar Sabouraud, induce mayor fructificación de macro y microconidias y, además, permite observar claramente el pigmento amarillo que produce este dermatofito, características importantes para su identificación microscópica (59).

### **3.5.2 MICROCULTIVO**

El preparado del microcultivo (también conocido como cultivo en porta objetos). Es útil para la identificación de especies de hongos filamentosos exclusivamente (60). Permite la observación de las estructuras microscópicas de hongos filamentosos con facilidad sin distorsión, alteración o rompimiento de las mismas, esto pasa cuando el hongo se desarrolla directamente debajo del cubreobjetos. Esta técnica es fundamental dentro de las pruebas para identificar género y especie (61).

#### **4. HIPOTESIS**

Existe alta prevalencia de dermatofitos en plazas y parques de la ciudad de Talca.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVOS GENERALES**

- Conocer la prevalencia de dermatofitos en plazas y parques de la ciudad de Talca.

### **5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estandarizar el método de Vanbreuseghem para la recolección de hongos a partir de muestras de suelo.
- Identificar el género y especies de dermatofito encontrado en el estudio.
- Analizar la prevalencia de dermatofitos en plazas y parques dependiendo del sector de la ciudad de Talca en donde se ubican estas áreas verdes.
- Comparar resultados con otros estudios sobre prevalencia y aislamiento de dermatofitos en Chile.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 CALCULO MUESTRAL

El tamaño muestral se calculó a través de GRANMO, una página web desarrollada por Jaume Marrugat. Se consideró en la estimación poblacional un nivel de confianza del 95%, una población de referencia de 70 muestras, además de la estimación de la proporción en la población del 50%, una precisión de la estimación para el nivel de confianza seleccionado del 3% y una proporción estimada de reposiciones necesarias del 5%. Finalmente la plataforma arrojó un total de 68 muestras.

The image shows a web form titled "Proporciones : Estimación poblacional". It contains several input fields and a calculation button. The "Nivel de confianza" field has radio buttons for 0.95 (selected), 0.90, and Otro. The "Población de referencia" field is set to 70. The "Estimación de la proporción en la población" field is set to 0.5. The "Precisión de la estimación" field is set to 0.03. The "Proporción estimada de reposiciones necesarias" field is set to 0.5. A green "calcula" button is located below the input fields. Below the button is a box containing the following text: "Estimación poblacional (Proporciones). Una muestra aleatoria de 68 individuos es suficiente para estimar, con una confianza del 95% y una precisión de +/- 3 unidades porcentuales, un porcentaje poblacional que previsiblemente será de alrededor del 50%. En porcentaje de reposiciones necesaria se ha previsto que será del 50%."

**Figura 21.** Calculo muestral a través de GRANMO. Perteneciente a la página web [www.imim.cat](http://www.imim.cat).

## **6.2 OBTENCION DE LAS MUESTRAS**

Una toma de muestra bien realizada nos garantiza un porcentaje menor de error al encontrar dermatofitos en la tierra. Primero se removió la capa superficial de tierra con una espátula de lecrón estéril, luego con una espátula de acero inoxidable se excavó entre 2 a 5 cm, la tierra se llevó a una bolsa de polietileno con cierre hermético, el cual fue almacenado a temperatura ambiente, llevándolo finalmente al laboratorio. Los materiales se limpiaron con papel absorbente y alcohol al 96% después de cada extracción de tierra.

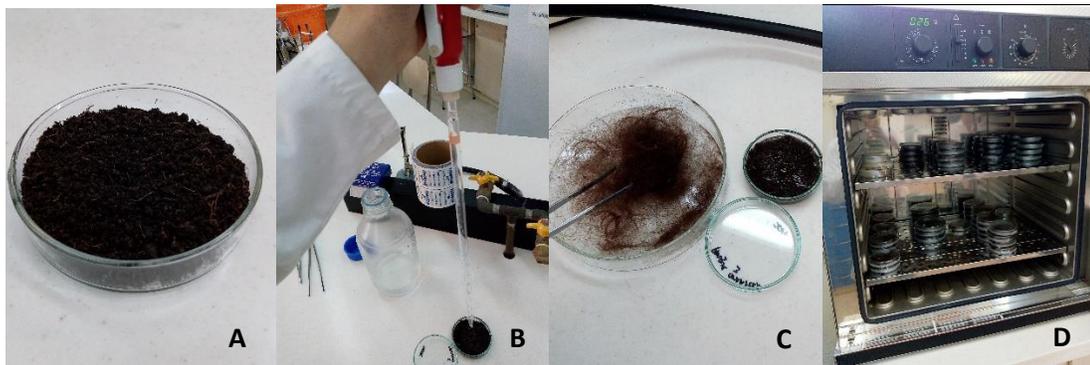
## **6.3 PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS**

Las muestras obtenidas fueron llevadas al laboratorio de micología de la Universidad de Talca en donde fueron procesadas. Primero se le hizo el método de Vanbreuseghem (62), para posteriormente hacer un cultivo en agar SHP (selectivo para hongos patógenos), y en agar DTM (Merck, Chile) en donde hubo crecimiento de los hongos. Finalmente desde las colonias se hizo el método de cinta adhesiva con azul de lactofenol (Merck, Chile) y microcultivo para la observación de dermatofitos en microscopio (Nickon, modelo YS 100, Japón) (20).

### 6.3.1 MÉTODO DE VANBREUSEGHEM

En 1952 Raymond Vanbreuseghem aisló y describió el primer dermatofito no patógeno desde el suelo, el *Keratinomyces ajelloi*. En la técnica ocupó pelo humano como anzuelo el cual sirve como alimento de los dermatofitos y promueve su crecimiento para la posterior visualización macroscópica (63).

En el laboratorio se pesó 20 gramos de tierra en una balanza analítica, el cual se colocó sobre una placa de Petri, posteriormente se agregaron 10 mL de agua destilada y estéril para mantener la humedad del ambiente. Luego se agregaron con pinzas trozos de pelo previamente esterilizado en el autoclave a las placas con tierra, y se sellaron con parafilm, en donde finalmente fueron llevadas a la estufa (Memmert 7A-1600, Alemania) a 26 °C.



**Figura 22.** Método de Vanbreuseghem. **A:** Placa Petri con 20 g de tierra. **B:** Humedecer la tierra con 10 mL de agua destilada estéril. **C:** Pelo humano estéril el cual se colocará encima de la tierra. **D:** Placas selladas con parafilm y guardadas en estufa a 26-28 °C.

Según Pontes et al (64), la incubación con pelo puede durar de 5 a 70 días para visualizar crecimiento del hongo en el pelo.

### **6.3.2 CULTIVO**

También se realizó un cultivo de la muestra en agar SHP (selectivo hongos patógenos), el cual no se necesitó autoclavar antes de usar. Se hizo el cultivo además en agar DTM (agar selectivo para dermatofitos), el cual se autoclavó a 121 °C por 15 minutos antes de usarlo.

### **6.3.3 ANALISIS DE LA TECNICA DE VANBREUSEGHEM**

Luego de varios días de incubación se observó a través de la lupa binocular el pelo infectado el cual tomará un color grisáceo. Posteriormente los segmentos de pelo infectado se sembraron en los medios de cultivo.



**Figura 23.** Observación en lupa binocular de crecimiento fúngico en pelo humano.



**Figura 24.** Observación macroscópica de crecimiento fúngico en pelo humano. Placa observada macroscópicamente a las 3 semanas de incubación, se puede notar un crecimiento notable alrededor del pelo el cual ya se puede empezar a trabajar.

### 6.3.4 SIEMBRA E INCUBACIÓN

Para la siembra se necesita de un asa de platino en forma de “L” el cual se pincha el medio 3-4 veces con la muestra en donde nos aseguraremos el crecimiento del hongo en el medio de cultivo. Lo anterior se realiza bajo condiciones de esterilidad al lado de un mechero para asegurar de que los medios no se contaminen. Todas las placas fueron incubadas a 28°C durante 3-4 semanas.



**Figura 25.** Cultivo temprano de pelo humano en medios de cultivo. Cultivo de dos días en Agar SHP (izquierda) y Agar DTM (derecha) de la plaza José Fernández Llorens.

## 6.4 ANÁLISIS DE LOS CULTIVOS

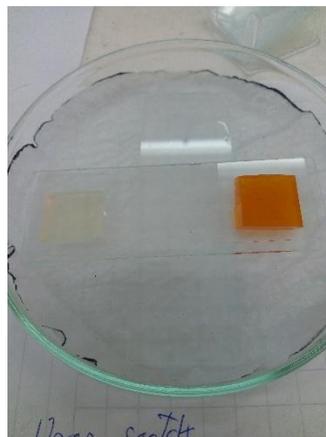
El cultivo se puede observar macroscópicamente entre la semana 2-4 de incubación, con esa información se pueden rescatar detalles relacionados con la morfología de la colonia. Del cultivo se tomó una colonia el cual fue analizada a través del método de cinta adhesiva con azul de lactofenol en donde se depositó una gota de alcohol y una gota de colorante para luego adherir la cinta el cual ya tuvo contacto con la colonia del cultivo, finalmente se procedió a leer a 40x en microscopio desde el portaobjeto (20). Esta técnica solo nos sirvió como guía, y poder discernir que hongos actúan como contaminantes, como *Aspergillus spp* o *Penicillium spp*. Además se le hizo la técnica de microcultivo para la confirmación de género y especie de dermatofito.



**Figura 26.** Colonias de dermatofitos y otros hongos filamentosos. Cultivo de la plaza La Victoria, a los 9 días de incubado en agar DTM. Se puede observar un cultivo contaminado por colonias de otros hongos filamentosos.

#### 6.4.1 TÉCNICA DE MICROCULTIVO

Este método es el más preciso y permite observar las estructuras fúngicas *in situ*, nos dio las señales para poder detectar y confirmar el género y especie de dermatofito. Se preparó una cámara húmeda compuesta por dos portaobjetos sobrepuestos, los cuales estaban sobre papel absorbente, posteriormente se colocaron los medios DTM y SHP en forma de cuadrado 1,5 cm x 1,5 cm, uno en cada extremo del portaobjetos superior. Con el asa en “L” se tomó parte de la colonia en estudio y se pinchó en cada esquina de los medios que están en forma de cuadrado, se colocó encima de cada medio un cubreobjeto previamente flameado en el mechero. Finalmente el papel absorbente fue humedecido con una mezcla de glicerol y agua, las cámaras húmedas se sellaron con parafilm y fueron llevadas a la estufa a 26 °C (8).



**Figura 27.** Técnica de microcultivo en cámara húmeda. Se observa la realización de la técnica con agar SHP (blanco) y agar DTM (naranja).



**Figura 28:** *Microsporium gypseum* en tinción con Azul de Lactofenol. Vista en microscopio con aumento de 40x.

## 7. RESULTADOS

Se trabajó un total de 70 muestras, las cuales fueron recolectadas en los meses de Octubre y Noviembre del 2018. Se trabajaron muestras de 27 plazas y 5 parques de la ciudad de Talca, dentro de las cuales son áreas verdes de la Universidad de Talca. Las muestras provenientes de plazas fueron trabajadas en duplicado, recolectando muestras en distintos polos del sector, (a excepción de la Plaza Villa Pucará el cual se hizo triplicado) en cambio las muestras provenientes de parques fueron trabajadas en triplicado, recolectando muestras desde ambos polos y al centro de este.

A las plazas trabajadas por duplicado se le asignó el número 1 o 2, dependiendo del lugar dentro de esa plaza donde fue tomada la muestra, si la muestra fue tomada en el extremo norte se le asignó el número 1, si la muestra fue tomada en el extremo sur se le asignó el número 2. Para las muestras trabajadas en triplicado se le asignó el número 1, 2 o 3, dependiendo del lugar dentro de ese parque donde fue tomada la muestra, si la muestra fue tomada en el extremo norte se le asignó el número 1, si la muestra fue tomada en el centro se le asignó el número 2, si la muestra fue tomada en el extremo sur se le asignó el número 3. Los números asignados van entre paréntesis.

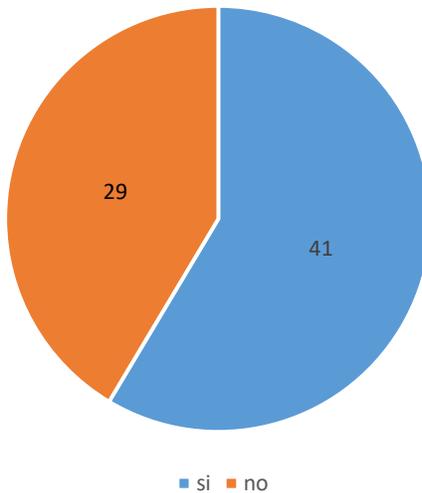
Lugares como; Cerro La Virgen, Balneario Río Claro, Alameda y Jardín Botánico (Universidad de Talca) fueron considerados como parques debido a su gran extensión. Las plazas y parques fueron distribuidos por zona Norte, Centro, Oriente, Poniente y Sur.

## 7.1 RECUENTO DE LAS MUESTRAS

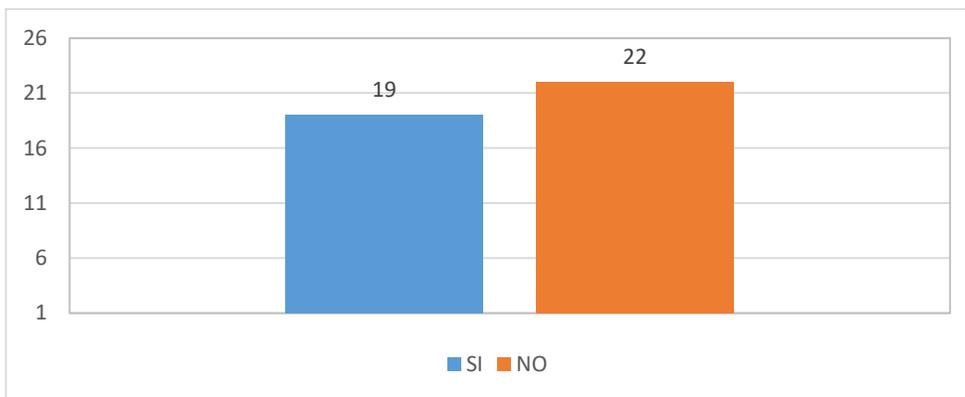
**Tabla 7.** Plazas y parques trabajados en el estudio.

N°	LUGAR	SECTOR	PLAZA/PARQUE	CANTIDAD
1	Bosque Utalca	Norte	PLAZA	DUPLICADO
2	Sector Canchas de Fútbol Utalca	Norte	PLAZA	DUPLICADO
3	Jardín Botánico Utalca	Norte	PARQUE	TRIPLICADO
4	Plaza Las Heras	Norte	PLAZA	DUPLICADO
5	Plaza José Fernández Llorens	Centro	PLAZA	DUPLICADO
6	Plaza La Victoria (Pentágono)	Centro	PLAZA	DUPLICADO
7	Plaza La Loba	Centro	PLAZA	DUPLICADO
8	Alameda	Centro	PARQUE	TRIPLICADO
9	Plaza Bicentenario	Oriente	PLAZA	DUPLICADO
10	Plaza Los Tulipanes	Norte	PLAZA	DUPLICADO
11	Plaza Lomas de Lircay	Norte	PLAZA	DUPLICADO
12	Plaza Villa Don Sebastián	Norte	PLAZA	DUPLICADO
13	Plaza Recreativa Villas Unidas	Norte	PLAZA	DUPLICADO
14	Plaza Villa Don Arturo II	Norte	PLAZA	DUPLICADO
15	1 pte, 24/25 sur	Sur	PLAZA	DUPLICADO
16	Plaza Villa Pucará	Sur	PLAZA	TRIPLICADO
17	Plaza de Armas	Centro	PLAZA	DUPLICADO
18	Plaza Arturo Prat	Oriente	PLAZA	DUPLICADO
19	Plaza Cienfuegos	Centro	PLAZA	DUPLICADO
20	Plaza Cardenal Raúl Silva Henríquez	Sur	PLAZA	DUPLICADO
21	Plaza Abate Molina	Sur	PLAZA	DUPLICADO
22	Plaza Aurora de Chile	Sur	PLAZA	DUPLICADO
23	Plaza San Agustín	Sur	PLAZA	DUPLICADO
24	Cerro La virgen	Poniente	PARQUE	TRIPLICADO
25	Rio Claro	Poniente	PARQUE	TRIPLICADO
26	Plaza Don Bosco	Norte	PLAZA	DUPLICADO
27	Plaza Juan Antonio Ríos	Centro	PLAZA	DUPLICADO
28	Plaza Marta Jofré	Norte	PLAZA	DUPLICADO
29	Plaza Norte Verde	Norte	PLAZA	DUPLICADO
30	Plaza El Cañón	Norte	PLAZA	DUPLICADO
31	Plaza Gabriela Mistral	Norte	PLAZA	DUPLICADO
32	Parque Costanera	Sur	PARQUE	TRIPLICADO

## 7.2 RENDIMIENTO DEL METODO DE VANBREUSEGHEM



**Figura 29.** Rendimiento del método de Vanbreuseghem. De las 70 muestras a las que se le realizó el método de Vanbreuseghem, en 41 muestras hubo crecimiento fúngico, no así en 29 muestras en las cuales no hubo crecimiento fúngico.

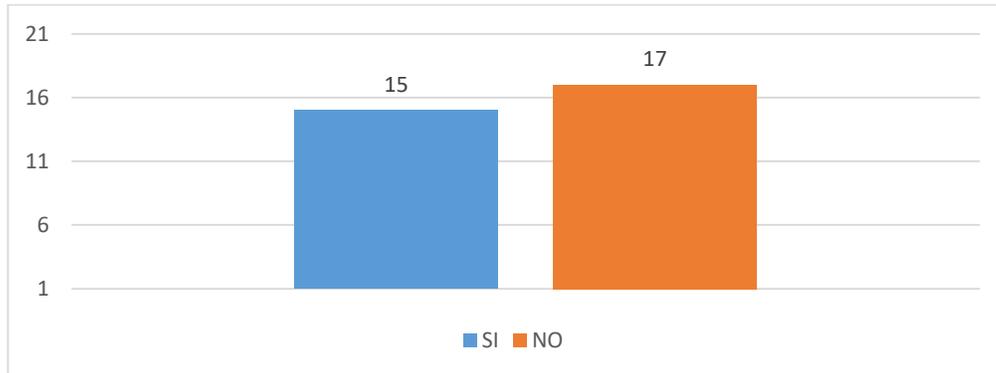


**Figura 30.** Crecimiento de dermatofitos en estudio por el método de Vanbreuseghem. De las 41 muestras que crecieron a través del método Vanbreuseghem, 19 muestras mostraron crecimiento de dermatofitos, ya sea en agar DTM o SHP.

### 7.3 CRECIMIENTO DE DERMATOFITOS EN PLAZAS Y PARQUES

**Tabla 8.** Crecimiento de dermatofitos en plazas y parques de la ciudad de Talca en estudio. Se observa detalladamente cuales presentaron crecimiento y cuáles no.

N°	PLAZA/PARQUE	Crecimiento de dermatofitos
1	Bosque Utalca	NO
2	Sector Canchas de Futbol Utalca	NO
3	Jardín Botánico Utalca	NO
4	Plaza Las Heras	NO
5	Plaza José Fernández Llorens	SI
6	Plaza La Victoria (Pentágono)	SI
7	Plaza La Loba	SI
8	Alameda	NO
9	Plaza Bicentenario	NO
19	Plaza Los Tulipanes	NO
11	Plaza Lomas de Lircay	SI
12	Plaza Villa Don Sebastián	SI
13	Plaza Recreativa Villas Unidas	NO
14	Plaza Villa Don Arturo II	NO
15	1 pte, 24/25 sur	NO
16	Plaza Villa Pucará	SI
17	Plaza de Armas	SI
18	Plaza Arturo Prat	SI
19	Plaza Cienfuegos	SI
20	Plaza Cardenal Raúl Silva Henríquez	NO
21	Plaza Abate Molina	SI
22	Plaza Aurora de Chile	SI
23	Plaza San Agustín	NO
24	Cerro La virgen	SI
25	Rio Claro	SI
26	Plaza Don Bosco	NO
27	Plaza Juan Antonio Ríos	NO
28	Plaza Marta Jofré	NO
29	Plaza Norte Verde	SI
30	Plaza El Cañón	NO
31	Plaza Gabriela Mistral	NO
32	Parque Costanera	SI



**Figura 31.** Cantidad de plazas/parques en donde hubo crecimiento de dermatofitos. De las 32 áreas verdes en estudio, 15 resultaron ser positivas para dermatofitos.

#### 7.4 DERMATOFITOS IDENTIFICADOS

**Tabla 9.** Especies de dermatofitos identificados.

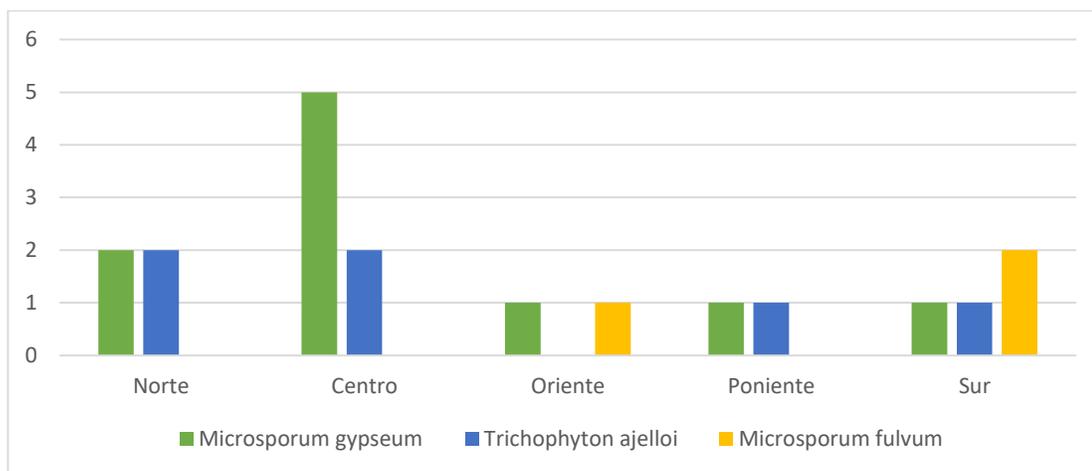
Nombre Plaza/Parque	Sector de Talca	Dermatofito
José Fernández Llorens (1)	Centro	<i>Microsporum gypseum</i>
La Victoria (1)	Centro	<i>Microsporum gypseum</i>
La Victoria (2)	Centro	<i>Trichophyton ajelloi</i>
La Loba (1)	Centro	<i>Microsporum gypseum</i>
Lomas de Lircay (1)	Norte	<i>Microsporum gypseum</i>
Villa Don Sebastian (1)	Norte	<i>Trichophyton ajelloi</i>
Villa Don Sebastian (2)	Norte	<i>Trichophyton ajelloi</i>
Villa Pucará (1)	Sur	<i>Microsporum gypseum</i>
Plaza de armas (1)	Centro	<i>Microsporum gypseum</i>
Plaza de armas (2)	Centro	<i>Microsporum gypseum</i>
Arturo Prat (1)	Oriente	<i>Microsporum fulvum</i>
Arturo Prat (2)	Oriente	<i>Microsporum gypseum</i>
Cienfuegos (2)	Centro	<i>Trichophyton ajelloi</i>
Abate Molina (2)	Sur	<i>Microsporum fulvum</i>
Aurora de Chile (2)	Sur	<i>Trichophyton ajelloi</i>
Cerro la virgen (2)	Poniente	<i>Microsporum gypseum</i>
Rio Claro (1)	Poniente	<i>Trichophyton ajelloi</i>
Norte Verde (1)	Norte	<i>Microsporum gypseum</i>
Parque Costanera (3)	Sur	<i>Microsporum fulvum</i>

**Tabla 10.** Cantidad y porcentaje de dermatofitos identificados.

Dermatofito	Cantidad	Porcentaje
<i>Microsporium gypseum</i>	10	52,63%
<i>Trichophyton ajelloi</i>	6	31,57%
<i>Microsprum fulvum</i>	3	15,8%



**Figura 32.** Especies de dermatofitos identificados. **A.** *Microsporium gypseum* de Villa Pucará. **B.** *Microsporium fulvum* de la plaza Arturo Prat. **C.** *Trichophyton ajelloi* de plaza La Victoria.



**Figura 33.** Dermatofitos identificados en relación al sector de la ciudad de Talca en el cual está ubicada la plaza/parque en estudio.

## 8. DISCUSIÓN

El suelo es conocido por ser un reservorio potencial para las infecciones por hongos en humanos y animales debido a la existencia de hongos queratinofílicos permanentes o transitorios. Los dermatofitos son un grupo de hongos filamentosos que colonizan naturalmente diferentes materiales queratínicos en la naturaleza, algunos de los cuales están asociados con humanos (antropofílicos) y animales (zoofílicos) en su hábitat natural, mientras que el tercer grupo se encuentra en el suelo (geofílico) (65).

Vanbreuseghem (62) informó por primera vez la presencia de dermatofitos en el suelo utilizando la técnica de cebo de pelo. Desde entonces, investigadores de todo el mundo están utilizando la técnica de cebo de pelo para el aislamiento de hongos queratinófilos del suelo.

Los dermatofitos que habitan el suelo se ven afectados por la microflora del suelo e indican actividad antagonista e hipoparasitaria. Se supone que la participación de varios metabolitos tóxicos inhibe el crecimiento de un hongo involucrado en las interacciones. Singh et al (19), demostró que en cultivos no puros, la mayoría de los hongos inhiben el crecimiento de las especies de *Microsporum* incluso en cultivos duales, agares y filtrados de cultivos. De esto se puede deducir que quizás hubieron otras especies de dermatofitos presentes en la muestras de suelo, específicamente del genero *Microsporum* pero el crecimiento de estas especies fueron inhibidas por otros hongos u otros microorganismos acompañantes que no necesariamente correspondían a dermatofitos.

Los resultados concuerdan con los demostrados por Piontelli (63) en 1974, en el estudio realizado en suelos de la zona central y sur de Chile, en donde *Microsporum gypseum* fue la especie de dermatofito más prevalente, seguida por *Trichophyton ajelloi*, Su alta frecuencia es totalmente justificada, debido a la existencia de factores climáticos favorables para su desarrollo, como climas templados y húmedos, además de ser dermatófitos de amplia distribución geográfica.

La aparición en todo el mundo de infecciones humanas por *Microsporum gypseum*, la escasez de casos en animales y el descubrimiento de que este hongo prevalece en el suelo lleva a la conclusión de que el suelo debe considerarse la principal fuente de infección humana. Los animales inferiores, por lo tanto, ya no pueden ser implicados como la fuente principal de *Microsporum gypseum*. Los animales, como el hombre, están infectados del suelo. Sólo con poca frecuencia las infecciones se transmiten de animal a animal. En la naturaleza, *Microsporum gypseum* probablemente desempeña un papel altamente especializado, al provocar, junto con otros organismos queratinófilos, la degradación microbiológica de la queratina en elementos simples (66).

En el estudio de Kachuei et al (67) la mayoría de las especies de hongos queratinófilos se aislaron de muestras de suelo de ciudades con climas fríos y semi húmedos, por ende concluyeron que el tipo de clima es efectivo en la frecuencia de los hongos queratinófilos. Suelos ricos en material orgánico proporcionan las condiciones para la propagación de hongos en el suelo.

A pesar de que *Microsporum fulvum* fue una de las especies identificadas, algunos estudios no lo consideran como una especie de dermatofito geofílico, sino que antropofílico (10). En cambio en otros estudios si lo consideran como parte de los dermatofitos que habitan en el suelo (18), lo que puede generar debate en cuanto a su afinidad u origen en la naturaleza. En un estudio realizado en Irán, concluyeron que *Microsporum fulvum* tuvo un gran porcentaje de aislados de suelo en una ciudad de aquel país, la razón principal y posiblemente más importante para la alta frecuencia de *Microsporum fulvum* puede ser la aplicación de métodos moleculares para la discriminación de las especies geofílicas como *Microsporum gypseum*. En otras palabras, *Microsporum fulvum* puede ser realmente un dermatofito dominante en los suelos de muchos lugares debido a las heterogeneidades ecológicas en otras partes del mundo, y la única forma de reconocer eso es aplicar los métodos moleculares como identificación (65).

Dentro de los medios de cultivo, el agar DTM fue el que entregó mejor rendimiento, ya que en presencia de dermatofitos provoca el viraje a color rojo como consecuencia de la alcalinización producida por el crecimiento del hongo (20), lo cual es muy notorio en el reverso de la placa, aunque muchas veces no resultó ser positivo para dermatofito aun estando de color rojo, resultando en crecimiento de otros tipos de hongos filamentosos. El agar SHP presentó menor rendimiento, ya que crecía mucha contaminación acompañante, como otros hongos filamentosos. El tiempo y temperatura de almacenaje de los medios de cultivo en el refrigerador pudieron haber afectado en su rendimiento (68).

Algunas muestras no presentaron crecimiento fúngico en pelo, esto se pudo haber provocado por la mala recolección de muestra, ya que el método sugiere excavar de 2 a 5 cm de profundidad para poder extraer la tierra (64), en cambio estas muestras fueron tomadas desde la capa más superficial, el cual mezclado con los 10 ml de agua estéril no generó la

consistencia necesaria provocando una especie de barro en la cual los dermatofitos no tuvieron un ambiente óptimo para crecer.

## 9. CONCLUSIÓN

Los dermatofitos identificados en las plazas y parques de la ciudad de Talca corresponden a: *Microsporum gypseum*, *Trichophyton ajelloi* y *Microsporum fulvum*.

A pesar de que el método del anzuelo descrito por Raymond Vanbreuseghem fue implementado hace más de medio siglo, en este estudio tuvo un buen rendimiento, llegando a cerca del 60% de muestras con crecimiento fúngico.

*Microsporum gypseum* predomina en plazas y parques de todos los sectores de la ciudad de Talca que entraron en este estudio y en donde hubo crecimiento fúngico, lo cual indica que el clima de la ciudad de Talca genera las condiciones propicias para su crecimiento.

Actualmente no existe un número significativo de estudios similares en Chile que permitan comparar resultados, se requiere más continuidad y actualización para poder conocer más especies de dermatofitos que puedan estar poblando nuestro ecosistema, y poder estar en conocimiento de que podrían eventualmente causar alguna patología si estuviésemos en contacto con estos microorganismos .

## REFERENCIAS

1. Koneman E, Allen S, Janda W, Schreckenberger P, Winn W. *Diagnostico Microbiologico*. 6ta Edición ed2008.
2. Montes B, Restrepo A, McEwen J. Nuevos aspectos sobre la clasificación de los hongos y su posible aplicación médica. Bogotá, D.C., Colombia, S.A: Instituto Nacional de Salud; 2003.
3. Ruggiero M, Gordon D, Orrell T, Bailly N, Bourgoin T, Brusca R, et al. *A Higher Level Classification of All Living Organisms*. 2015.
4. Hawksworth DL. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycological Research*. 1991;95(6):641-55.
5. Marín C. Conceptos fundamentales en ecología de hongos del suelo: una propuesta pedagógica y de divulgación. *Boletín Micológico*. 2018;33(1):32-56.
6. Correa O. *Los microorganismos del suelo y su rol indiscutido en la nutrición vegetal*. 1era Edition ed: Editorial de la Facultad de Agronomía; 2013.
7. Pfenning LH, de Abreu LM. Hongos del suelo saprófitos y patógenos de plantas.
8. Arias E, Piñeros P. Aislamiento e identificación de hongos filamentosos de muestras de suelo de los paramos de Guasca y Cruz Verde. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana; 2008.
9. Sarmiento MM, Mangiaterra M, Bojanich MV, Basualdo JÁ, Giusiano G. Hongos queratinofílicos en suelos de parques de la ciudad de Corrientes, Argentina. *Revista Iberoamericana de Micología*; 2016.
10. Molina de Diego A. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. Elsevier. 2011.
11. Walter Gubelin H, Rodrigo de la Parra C, Laura Giesen F. Micosis superficiales. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2011;22(6):804-12.
12. Burgos Zuleta J, Batallanos Aguirre J. Hongos dermatofitos en botas de alquiler público de Danzarines (Caporales). *Sociedad Científica de Estudiantes de Medicina de la UMSA*. 2009;7.
13. Zaror L, Moreno M, Vega K, Hering M, Frick P. AGENTES DE ONICOMICOSIS EN MANOS Y PIES EN VALDIVIA (CHILE). *Boletín Micológico*. 1995.
14. Díaz M, Díaz P, Espinoza J, Carrillo-Muñoz A. Evaluación del perfil de sensibilidad in vitro de aislamientos clínicos de *Trichophyton mentagrophytes* y *Trichophyton rubrum* aislados en Chile. Santiago, Chile.: *Revista Iberoamericana de Micología*; 2013.
15. Tartabini ML, Bonino GS, Racca L, Luque AG. Estudio taxonómico de aislamientos clínicos de *Trichophyton* en Rosario, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*. 2013;45(4):248-53.

16. Sharma R, Presber W, Rajak R, Gräser Y. Molecular detection of *Microsporium persicolor* in soil suggesting widespread dispersal in central India. India: Department of Biological Sciences, Rani Durgavati University; 2008.
17. Martínez E, Ameen M, Tejada D, Arenas R. *Microsporium* spp. onychomycosis: disease presentation, risk factors and treatment responses in an urban population. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 2014;18(2):181-6.
18. Sánchez-Saldaña L, Matos-Sanches R. Infecciones micóticas superficiales. *Dermatología peruana*. 2009;19.
19. Singh I, Dixit K, Kushwaha R. Antagonism of *Microsporium* species by soil fungi. Gour University, Sagar, India. 2008.
20. Lloret A, Segarra C, Bosque M. *Microsporium canis*: Características y diagnóstico. Unidad de Microbiología del Hospital Arnau de Vilanova, Valencia. 2001.
21. García-Agudo L, Espinoza-Ruiz J. Tiña capitis por *Microsporium gypseum*, una especie infrecuente. Servicio de Dermatología, Hospital de Tomelloso, Tomelloso, Ciudad Real, España; 2018.
22. Frankel DH, Soltani K, Medenica MM, Rippon JW. Tinea of the face caused by *Trichophyton rubrum* with histologic changes of granuloma faciale. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 1988;18(2):403-6.
23. *Trichophyton* [cited 2018 9 de Diciembre]. Available from: <https://mycology.adelaide.edu.au/descriptions/dermatophytes/trichophyton/>.
24. Rivas L, Mülhauser M. Complejo *Trichophyton mentagrophytes*: *Rev. chil. infectol.*; 2015 [cited 2018 Dec 09]. Available from: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182015000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=en](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182015000400009&lng=en&nrm=iso&tlng=en).
25. Cruz R, Carvajal L. Frecuencia de *Epidermophyton floccosum* en dermatofitos aislados en un laboratorio de la Región de Valparaíso, Chile. Período 1980-2010. *Revista chilena de infectología*. 2018;35(3):262-5.
26. Uribe MP, Cardona-Castro N. MECANISMOS DE ADHERENCIA E INVASIÓN DE DERMATOFITOS A LA PIEL. 1 ed. Medellín, Colombia: Facultad de Medicina, Universidad CES.; 2013.
27. Baldo A, Monod M, Mathy A, Cambier L, Bagut ET, Defaweux V, et al. Mechanisms of skin adherence and invasion by dermatophytes. *Mycoses*. 2011;55(3):218-23.
28. Duek L, Kaufman G, Ulman Y, Berdicevsky I. The pathogenesis of dermatophyte infections in human skin sections. *Journal of Infection*. 2004;48(2):175-80.
29. Vermout S, Tabart J, Baldo A, Mathy A, Losson B, Mignon B. Pathogenesis of Dermatophytosis. *Mycopathologia*. 2008;166(5):267.
30. Kaufman G, Horwitz BA, Duek L, Ullman Y, Berdicevsky I. Infection stages of the dermatophyte pathogen *Trichophyton*: microscopic characterization and proteolytic enzymes. *Medical Mycology*. 2007;45(2):149-55.
31. Wagner DK, Sohnle PG. Cutaneous defenses against dermatophytes and yeasts. *Clinical microbiology reviews*. 1995;8(3):317-35.
32. Hernández MB, Campos M, Saavedra-Lozano J. Infecciones fúngicas superficiales. 2013.

33. Romero Navarrete M, Castillo A, Sánchez AF, Arenas R. Tiña negra. Revisión de la literatura internacional y énfasis de casos publicados en México. Cuestionario de recertificación. *Dermatología Cosmética, Médica y Quirúrgica*. 2012;10(3):205-11.
34. Diaz MC, Roessler P, Fich F, Gómez O, Ostornol P, Pérez L. Dermatofitosis. Etiología y susceptibilidad antifúngica “in vitro” en tres centros hospitalarios de Santiago (Chile). *Boletín Micológico*. 2002;17.
35. Martínez Roig A. Infecciones cutáneas micóticas. 2012.
36. Crocker Sandoval AB, Soto Ortiz JA, Mayorga Rodríguez J, García Vargas A, Villanueva Quintero DG. Hallazgos dermoscópicos en tinea capitis. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2010;27(3):151-2.
37. Desgarenes MdCP, Ruiz JJT, Rodríguez AS. Tiña inflamatoria de la cabeza por *Trichophyton tonsurans*, comunicación de dos casos. *Revista del Centro Dermatológico Pascua*. 2000;9(3):172-6.
38. Allevato M. Tiña capitis. Actualizaciones terapéuticas. 2005.
39. Ilkit M. Favus of the Scalp: An Overview and Update. *Mycopathologia*. 2010;170(3):143-54.
40. Higgins EM, Fuller LC, Smith CH. Guidelines for the management of tinea capitis. *British Journal of Dermatology*. 2001;143(1):53-8.
41. Frieden IJ, Howard R. Tinea capitis: Epidemiology, diagnosis, treatment, and control. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 1994;31(3):S42-S6.
42. Nistal Nuño B, Del Pozo Losada J. Dermatofitosis o tiñas. Guías clínicas. 2005.
43. Fernández AC, Roiga AM, Balzab OR, Álvez F, González AHH, Artigaoa FB, et al. Documento de consenso. *Rev Pediatr*. 2016;18:e149-e72.
44. Rhee D-Y, Kim M-S, Chang S-E, Lee M-W, Choi J-H, Moon K-C, et al. A case of tinea manuum caused by *Trichophyton mentagrophytes* var. *erinacei*: the first isolation in Korea. *Mycoses*. 2009;52(3):287-90.
45. Lin RL, Szepietowski JC, Schwartz RA. Tinea faciei, an often deceptive facial eruption. *International Journal of Dermatology*. 2004;43(6):437-40.
46. Sabota J, Brodell R, Rutecki GW, Hoppes WL. Severe Tinea Barbae Due to *Trichophyton verrucosum* Infection in Dairy Farmers. *Clinical Infectious Diseases*. 1996;23(6):1308-10.
47. Valdes MdP. Nuevos antimicóticos orales: Alternativas en el tratamiento de las micosis superficiales. *Revista Chilena de Infectología*; 2000.
48. Sandoval N, Arenas R, Giusiano G, García D, Chávez L, Zúniga P. Diagnóstico y tratamiento de dermatofitosis y pitiriasis versicolor. *Rev Med Hondur*. 2012;80(2):66-74.
49. Carrillo-Muñoz AJ, Tur-Tur C, Hernández-Molina JM, Santos P, Cárdenes D, Giusiano G. Antifúngicos disponibles para el tratamiento de las micosis ungueales. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2010;27(2):49-56.
50. Rubio MC, Rezusta A, Tomás JG, Ruesca RB. Perspectiva micológica de los dermatofitos en el ser humano. *Rev Iberoam Micol*. 1999;16:16-22.
51. Monzón de la Torre A, Cuenca-Estrella M, Luis Rodríguez-Tudela J. Estudio epidemiológico sobre las dermatofitosis en España (abril-junio 2001). *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2003;21(9):477-83.

52. Riaño RP, Arocas JMJ, Avilés LF, Martínez LI, Menéndez AA, Martín MCG. Diagnóstico de infecciones por dermatofitos en uñas con detección rápida específica de *Trichophyton rubrum*. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*. 2011;5(2):9-16.
53. Santamaría L, Escobar ML, Moncada LH, Guzmán G, Montoya F. Evaluación de cuatro medios selectivos para aislamiento de hongos patógenos. *AMC Acta médica colombiana*. 1986;11(4):225-9.
54. Taplin DD, Zaias NN, Rebell GG, Blank HH. Isolation and recognition of dermatophytes on a new medium (dtm). *Archives of Dermatology*. 1969;99(2):203-9.
55. Kwon-Chung KJ, Bennett JE. *Medical mycology: Philadelphia (Pa.)* : Lea & Febiger; 1992.
56. Taplin D. The use of gentamycin in mycology media. *Journal of Investigative Dermatology*. 1965;45(6):549-50.
57. Georg LK, Ajello L, Papageorge C. Use of cycloheximide in the selective isolation of fungi pathogenic to man. *The Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 1954;44(3):422-8.
58. Gumral R, Dogen A, Ilkit M. *Turkish Journal of Medical Sciences Comparison of the contamination rates of culture media used for isolation and identification of dermatophytes*2015.
59. Betancourt O, Salas V, Otarola A, Zaror L, Salas E, Neumann J. *Microsporium canis en gatos dermatológicamente sanos en Temuco, Chile*. *Revista Iberoamericana de Micología*. 2009;26(3):206-10.
60. Toromoreno C, González Miranda FE. *Determinación de mohos y levaduras del sistema de agua de la junta administradora de agua potable de la parroquia Baños*. 2012.
61. Apolo Aguilar VL. *Identificación del agente causal de micosis superficial y su relación con el hacer productivo de la Parroquia Buenavista del Cantón Chaguarpamba*. 2013.
62. Vanbreuseghem R. *Technique biologique pour l'isolement des dermatophytes du sol*. *Ann Soc Belge Med Trop*. 1952;32(2):173-8.
63. Piontelli E, Toro MA. *Hongos queratinófilos aislados de la zona central y sur de Chile*. *Arch. Biol. Med. Exper.*; 1974. p. 68-72.
64. Pontes ZBVdS, Oliveira ACd, Guerra FQS, Pontes LRdA, Santos JPd. *Distribution of dermatophytes from soils of urban and rural areas of cities of Paraíba State, Brazil*. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*. 2013;55(6):377-83.
65. Rezaei-Matehkolaei A, Jahangiri A, Mahmoudabadi AZ, Najafzadeh MJ, Nouripour-Sisakht S, Makimura K. *Morpho-molecular characterization of soil inhabitant dermatophytes from Ahvaz, Southwest of Iran, a high occurrence of Microsporium fulvum*. *Mycopathologia*. 2017;182(7-8):691-9.
66. Ajello L. *The Dermatophyte, Microsporium Gypseum, As A Saprophyte and Parasite*1. *Journal of Investigative Dermatology*. 1953;21(3):157-71.
67. Kachuei R, Emami M, Naeimi B, Diba K. *Isolation of keratinophilic fungi from soil in Isfahan province, Iran*. *Journal de Mycologie Médicale/Journal of Medical Mycology*. 2012;22(1):8-13.

68. Merck©. Agar selectivo para dermatofitos (DTM) según Taplin [cited 2018 25 DIC]. Available from: [http://www.merckmillipore.com/CL/es/product/Dermatophyte-selective-agar-DTM-according-to-TAPLIN,MDA\\_CHEM-110896#overview](http://www.merckmillipore.com/CL/es/product/Dermatophyte-selective-agar-DTM-according-to-TAPLIN,MDA_CHEM-110896#overview).