

Evaluación de la relación entre la deshidratación de poblaciones de Quisco (*Echinopsis chiloensis*) con distintos niveles de riesgo de desertificación en la Región Metropolitana, Chile.

Autor: Gonzalo Ponce M., Isabel Mass

Profesor Asesor: Carlos Zurita Redón

Centro de Investigación Científica Escolar (CICE)
Santiago, Región Metropolitana, Chile

Resumen:

La desertificación es una de las grandes amenazas que se aproxima cada vez más desde el norte a la región Metropolitana. Dentro de la vegetación que se está viendo afectada por este avance de la desertificación se encuentra el quisco (*Echinopsis chiloensis*), una planta perteneciente a la familia Cactaceae que juega un rol importante dentro de las tramas tróficas además de ser nicho para una gran variedad de vertebrados e invertebrados. En este estudio se buscó establecer una relación entre la hidratación de *E. chiloensis* con el riesgo de desertificación de la región Metropolitana de Chile, para esto se registraron distintos datos de individuos de esta especie, que permiten determinar el nivel de hidratación de las poblaciones pertenecientes a las zonas con distintos riesgos de desertificación. Para lograr medir la deshidratación se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP), la masa húmeda, masa seca y la diferencia entre la masa húmeda y masa seca. Como resultados se obtuvieron diferencias significativas entre las variables de masa húmeda y masa seca para las zonas de alto riesgo y riesgo moderado mientras que en las zonas de muy alto riesgo se estableció que no habían diferencia significativas entre estas variables, indicando que estas zonas poseen una menor diferencia entre las masas y por lo tanto una menor hidratación con respecto a las poblaciones de las otras zonas de riesgo. También se establecieron correlaciones entre estas mismas variables, donde el valor más fuerte y positivo fue para la correlación entre masa húmeda y diferencia entre las masas, observándose también que esta misma correlación fue aumentando a medida que el riesgo de desertificación fue disminuyendo, indicando que a mayor humedad habrá una mayor diferencia entre sus masas.

INTRODUCCIÓN:

Echinopsis chiloensis, de nombre común Quisco, es una especie endémica de Chile perteneciente a la familia Cactaceae (Schlumpberger. 2012). Esta especie es la cactácea más abundante de la Zona Central del país encontrándose desde la región de Coquimbo (IV) hasta la Región del Maule (VII), entre los 29° 40' y los 35° 30', desde los 0 msnm hasta los 2000 msnm (Guerrero & León-Lobos. NN). Morfológicamente posee un cuerpo de 8 m de altura y 12-15 cm de diámetro en estado adulto, en general con ramificaciones que surgen cerca de la base y crecen paralelas entre sí, el cuerpo con sus ramificaciones poseen 12-16 costillas, cada areola con 8-12 espinas radiales y una espina central, su raíz es fasciculada, sus flores surgen lateralmente en toda la extensión del tallo, son blancas y diurnas (Señoret-Espinos & Acosta-Ramos. 2013).

Como todo miembro de la familia Cactaceae, *E. chiloensis* presenta adaptaciones morfológicas y fisiológicas que le permiten habitar de manera eficiente en ambientes áridos y semiáridos. Características tales como sus tallos gruesos que le permiten almacenar gran cantidad de agua, sus espinas, que son hojas modificadas para protección de los rayos UV y para la condensación de la humedad atmosférica (Señoret-Espinos & Acosta-Ramos. 2013).

E. chiloensis cumple un papel importante en ambientes áridos y semiáridos, esto gracias a su participación en interacciones interespecíficas, tales como el mutualismo. Esta interacción se caracteriza por ser beneficiosa para ambos participantes, y se observa en procesos como la polinización y la frugivoría, donde una gran diversidad de especies de invertebrados y vertebrados encuentran su nicho trófico en sus flores y frutos. Dentro de los órdenes de insectos que visitan la flor y se benefician del néctar de *E. chiloensis* podemos encontrar *Hymenoptera*, *Diptera*, *Coleoptera* y *Lepidoptera* (Ossa & Medel). 2011). Por su lado, *E. chiloensis* presenta una dependencia con las interacciones mutualistas de las que participa, ya que estas son fundamentales para su reproducción al necesitar de estas especies para su polinización y posterior dispersión de semillas (Cares & Medel. 2013).

Esta especie presenta amenazas causadas por factores antrópicos, por ejemplo, la destrucción de su hábitat, cambio de uso de suelo y los efectos generados por el cambio climático. El humano ha alterado los ecosistemas con distintas intenciones, de las cuales destacan la industria agrícola y las costumbres culturales. La necesidad de aumentar la

producción agrícola involucra la expansión de los terrenos para dicha actividad y el aumento en la demanda del agua, provocando la devastación y reemplazo de los ecosistemas colindantes por terrenos agrícolas. Otra amenaza corresponde a la extracción indiscriminada e insostenible de sus tallos para la fabricación de palos de agua, lo cual es causante de la disminución de sus tamaños poblacionales y la afectación de su fitness. (Guerrero & León-Lobos. NN; Montero & Atala, 1999).

La desertificación corresponde a la degradación de tierras áridas, semiáridas y subhúmedas, las cuales van perdiendo su fertilidad y capacidad de sustentar la vida. Este fenómeno se ha transformado, con el tiempo, en otra fuente importante de amenaza para las poblaciones de *E. chilensis*. Es un proceso resultante de la suma de distintos factores, de los que se destacan las variaciones climáticas, que generan erosión de suelo, pérdida de cualidades y posterior pérdida de fertilidad, y la interacción humana. Este último engloba la actividad silvoagropecuaria, forestal y minera, (actividades productivas) siendo estas el potenciador de dicho proceso (Greenpeace, 2021; Goudie, 2019).

Las poblaciones de *E. chilensis* se ven afectadas directamente por la desertificación, proceso potenciado por el cambio climático y que en la zona central de Chile se ha caracterizado por la erosión del suelo, mediado por la variación y disminución en las precipitaciones (Emanuelli. et al., 2016). La desertificación altera los servicios ecosistémicos de los hábitats de tierras secas, en donde las poblaciones de *E. chilensis* son particularmente vulnerables a estos cambios, al alterar la capacidad regenerativa de sus semillas, disminuyendo su viabilidad poblacional (Goudie, 2019; Guerrero & León-Lobos. NN). Un suelo con alto riesgo de desertificación provoca una disminución en la tasa de germinación de semillas de *E. chilensis*; con el tiempo, esto puede llevar a una reducción de los tamaños poblacionales de la especie, incluso por debajo de un tamaño mínimo viable, lo que puede llevarla a estar en peligro crítico de conservación (CONAF, 2021).

CONAF (2021) calculó el riesgo de desertificación, a partir del análisis de cuatro variables: intensidad de aridez, riesgo de erosión, factor de incendios forestales e índice de presión humana, clasificando las zonas en estudio en Muy Alto riesgo de desertificación, Alto riesgo, Moderado, Bajo y Muy bajo; resultando un mapa de calor del territorio nacional que categoriza a la gran mayoría de la Región Metropolitana como territorio de "Muy alto riesgo de desertificación", sobre todo los sectores de la cordillera de la costa y depresión intermedia (ver anexo 1).

Teniendo en consideración que la desertificación es una de las principales amenazas para *E. chilensis* (Guerrero & León-Lobos. NN), una de las causas de este fenómeno es el déficit hídrico que ataca hoy en día a varias regiones de Chile. Es por esto que el objetivo de este estudio es evaluar la correlación entre la deshidratación de poblaciones de *E. chilensis* y el nivel de riesgo de desertificación de diferentes sectores de la Región Metropolitana, de tal manera de poder inferir aquellos hábitats donde *E. chilensis* podría verse fuertemente afectado.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué diferencias existen en la deshidratación de poblaciones de *E. chilensis* entre zonas que difieren en el nivel de riesgo de desertificación en la Región Metropolitana entre los meses marzo y junio del año 2022?

HIPÓTESIS:

En zonas de mayor riesgo de desertificación, *E. chilensis*, presentará una mayor deshidratación que en zonas con menor riesgo de desertificación, dado a la baja disponibilidad hídrica que presentarán los suelos, entre los meses de marzo y junio del año 2022 en la Región Metropolitana.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la correlación entre la deshidratación de poblaciones de *E. chilensis* y el nivel de riesgo de desertificación del suelo en sectores de la Región Metropolitana entre los meses de marzo y junio del año 2022.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la hidratación de poblaciones de *E. chilensis* en zonas de diferente nivel de riesgo de desertificación.
2. Comparar el grado de deshidratación de poblaciones de *E. chilensis* entre zonas que difieren en el nivel de riesgo de desertificación.
3. Analizar la correlación entre la deshidratación de poblaciones de *E. chilensis* y el grado de desertificación de cada sector.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada es de tipo transversal observacional analítico. Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo y fue llevada a cabo a partir de un análisis de la realidad objetiva, con el propósito de evaluar la correlación entre la deshidratación de poblaciones de *E. chilensis* y el nivel de riesgo de desertificación del suelo en sectores de la Región Metropolitana.

A. Revisión Bibliográfica.

Para la construcción del marco teórico, se buscó información sobre la especie *Echinopsis chilensis*, su morfología, su rol ecológico y factores perturbadores, como por ejemplo, la desertificación. Utilizando los siguientes motores de búsqueda mediante estas palabras clave:

Motores de búsqueda	Palabras clave
Google Académico Google.cl Science direct PubMed Springer	Cactáceas <i>Cactaceae</i> <i>Cactaceae</i> + deshidratación Quisco <i>Echinopsis chilensis</i> Taxonomía <i>E. chilensis</i> Desertificación Desertificación en Chile <i>E. chilensis</i> + Historia natural <i>E. chilensis</i> + Morfología <i>E. chilensis</i> + Rol ecológico <i>E. chilensis</i> + Relaciones interespecíficas <i>E. chilensis</i> + Factores alteradores <i>E. chilensis</i> + Desertificación <i>E. chilensis</i> + Deshidratación Diagnóstico Desertificación

Tabla 1: Motores de búsqueda y palabras claves para la investigación.

B. Trabajo en terreno (método de transecto).

Para la recolección de muestras, se seleccionaron sitios con diferente riesgo de desertificación, utilizando como criterio la información recopilada en la revisión bibliográfica. Se determinó un total de 4 sectores, 2 con nivel de riesgo "Muy Alto", 1 con nivel de riesgo "Alto" y 1 con nivel de riesgo "Moderado", se descartó el nivel de riesgo "Bajo" debido a la distribución que presenta *E. chilensis* en esos sectores. Para esto se utilizó el programa *Google Earth Pro*, donde se superpuso el mapa de calor de niveles de riesgo de desertificación extraído de CONAF (2021) (Anexo 1) con el mapa de la Región Metropolitana. Esto permitió determinar con mayor precisión los lugares muestreados y su clasificación según la información extraída de la bibliografía.

En cada sector se realizaron 2 transectas de 200 m de longitud y de 20 m de ancho cada una, con una cantidad mínima de 30 individuos por sector:

- El sector 1, clasificado como "muy alto riesgo", fue en La Esmeralda, Colina, su transecta 1 fue realizada entre las coordenadas latitud 33°11'49,64"S longitud 70°33'39,14"O y latitud 33°11'55,25"S longitud 70°33'35,27"O y su transecta 2 entre las coordenadas latitud 33°12'18,57"S longitud 70°34'22,48"O y latitud 33°12'25,11"S longitud 70°34'22,81"O.
- El sector 2, clasificado como "muy alto riesgo", fue en la cuesta de Chacabuco, Colina, su transecta 1 fue entre coordenadas latitud 32°59'14,20"S longitud 70°42'54,23"O y latitud 32°59'15,27"S longitud 70°42'46,58"O y la transecta 2 entre coordenadas latitud 32°58'4,33"S longitud 70°42'19,94"O y latitud 32°58'3,27"S longitud 70°42'12,31"O.
- En el sector 3, San Carlos, clasificado como "alto riesgo", Las Condes, se realizó la transecta 1 entre las coordenadas latitud 33°24'20.00"S longitud 70°29'16.00"O y latitud 33°24'24.00"S longitud 70°29'7.00"O y la transecta 2 entre las coordenadas latitud 33°24'27.00"S longitud 70°28'53.00"O y latitud 33°24'26.92"S longitud 70°28'45.24"O.
- El sector 4, clasificado como "riesgo moderado", Pichi, Alhué, la transecta 1 fue entre coordenadas latitud 34°1'18.00"S longitud 71°4'24.00"O y latitud 34°1'12.31"S longitud 71°4'20.09"O y la transecta 2 entre las coordenadas latitud 33°58'0.06"S longitud 71°2'59.26"O y latitud 33°58'4.31"S longitud 71°2'54.41"O.

En estas áreas se identificaron los individuos adultos, y de la rama central a la altura del pecho se extrajeron los siguientes datos: diámetro a la altura del pecho (DAP) de la rama central del individuo y una muestra de cutícula, de la misma rama, de 5x2x1cm la cuál fue masada y registrada, como "Masa Húmeda".

C. Análisis de muestras - datos

Las muestras de cutícula de cada terreno fueron llevadas a una estufa de secado, donde se les aplicó una temperatura 70° C, durante 72 horas con el fin de deshidratarlas. Luego se masaron en su estado seco, para poder comparar su masa húmeda y su masa seca. Las diferencias entre masas (DIF) corresponden a los gramos de líquido que fue evaporado (Gonzalez & Álvarez. 2018).

Los datos extraídos por terreno y del análisis de las muestras, se ordenaron en un Excel con los cuales se realizaron distintos test estadísticos.

Utilizando el test de Kolmogorov-Smirnov se realizó la prueba de normalidad de las variables de masa húmeda, masa seca, diámetro a la altura del pecho y diferencia entre masa. Esto para clasificar a nuestras variables como paramétricas o no paramétricas.

Para medir la significancia de diferencia entre las medias de las variables de masa húmeda y masa seca se realizó la prueba de Kruskal Wallis. Se analizaron las diferencias significativas entre la masa húmeda y masa seca por cada zona de riesgo.

Y por último, para medir la correlación entre las variables de diámetro a la altura del pecho, masa húmeda y diferencia entre masa húmeda y masa seca; se realizó un test Spearman.

RESULTADOS

La cantidad de individuos muestreados fue de 132 en total, siendo 78 de zona de muy alto riesgo de desertificación, 30 de alto riesgo y 30 de moderado riesgo.

Masa Húmeda	0.002	No paramétrica
Masa Seca	<0.001	No paramétrica
Diámetro a la altura del pecho (DAP)	<0.001	No paramétrica
Diferencia entre Masas (DIF)	0.002	No paramétrica

Tabla 2: Test Kolmogorov-Smirnov para las variables masa húmeda, masa seca, DAP y diferencias entre masas.

En la tabla 2 se evidencia el test Kolmogorov-Smirnov dando como resultado que todas las variables se ajustan a una distribución no paramétrica, con valores $p < 0,05$.

Zonas	p-value
Muy alto riesgo de desertificación	0,0612
Alto riesgo de desertificación	$8,6073 \times 10^{-32}$
Moderado riesgo de desertificación	$2,2404 \times 10^{-27}$

Tabla 3: Prueba Kruskal Wallis para estimar diferencias significativas entre las masas húmedas y secas de las cutículas de *E. chilensis* en las 3 zonas de estudio.

Para medir la diferencia entre las medias de las variables se realizó la prueba de Kruskal Wallis (post hoc). Se analizaron las diferencias significativas entre las masas húmedas y masas secas por zona de riesgo. La zona de muy alto riesgo resultó con un p-value de 0,0612, lo que significa que no hay diferencias significativas entre los valores de más húmeda y masa seca, mientras que las zonas de alto riesgo y riesgo moderado poseen p-value muy por debajo de 0,05, lo que indica que ambas tienen diferencias significativas entre las masas húmedas y secas ($8,6073 \times 10^{-32}$ y $2,2404 \times 10^{-27}$ respectivamente).

El gráfico 1 representa a la zona de muy alto riesgo en la cual los promedios entre las variables no tuvieron diferencias significativas. En cambio los gráficos 2 y 3, que representan los promedios de las zonas de alto riesgo y riesgo moderado respectivamente, se aprecian diferencias significativas entre las variables.

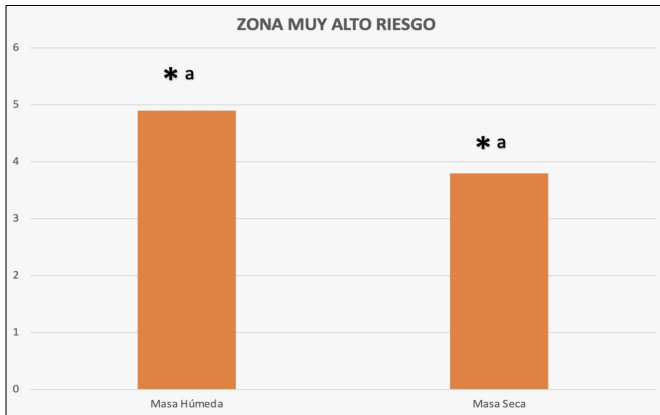


Gráfico 1: Promedio de las masas húmedas y secas de trozos de *E. chilensis* obtenidos de sectores de muy alto riesgo de desertificación

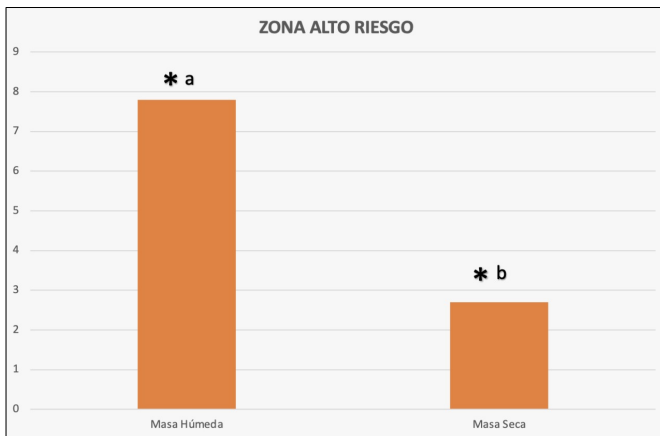


Gráfico 2: Promedio de las masas húmedas y secas de trozos de *E. chilensis* obtenidos de sectores de alto riesgo de desertificación

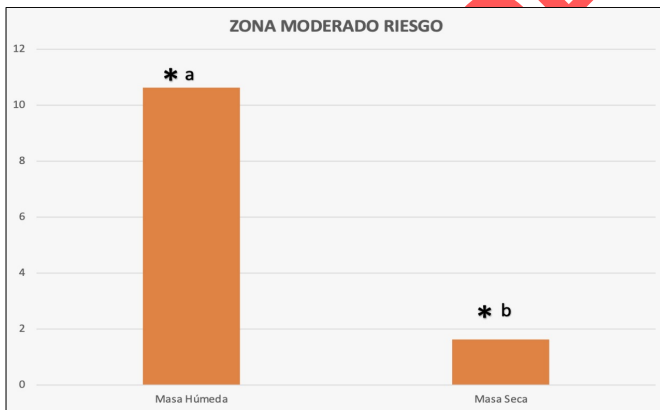


Gráfico 3: Promedio de las masas húmedas y secas de trozos de *E. chilensis* obtenidos de sectores de Moderado riesgo de desertificación.

Otra forma de establecer la deshidratación de los individuos es por la correlación entre la masa húmeda, el DAP y la diferencia entre la masa húmeda y seca (DIF). Las tablas 1, 2 y 3 corresponden a los resultados de las correlaciones de Spearman entre las variables anteriormente mencionadas.

La tabla 4 muestra la correlación de las variables en la zona de muy alto riesgo, observándose que los valores correlacionados más fuertemente, con un valor de 0,933, son la masa húmeda con la diferencia de masas, mostrando que a mayor masa húmeda, mayor será la diferencia entre las masas húmeda y seca. Por otro lado, la correlación entre el DAP y la masa húmeda es más baja, con un valor de 0,438, mostrando que su correlación no es significativa. Así mismo, la correlación entre el DAP y la diferencia de masas no es significativa, presentando un valor de 0,358.

Tabla 4: correlación en zona muy alto riesgo entre DAP, masa húmeda (húmedo) y diferencia entre masa húmeda y masa seca (DIF).

Correlaciones Muy alto riesgo

			Correlaciones		
			DAP	humedo	Dif
Rho de Spearman	DAP	Coefficiente de correlación	1,000	,438**	,358**
		Sig. (bilateral)	.	<,001	,001
		N	78	78	78
	humedo	Coefficiente de correlación	,438**	1,000	,933**
		Sig. (bilateral)	<,001	.	<,001
		N	78	78	78
	Dif	Coefficiente de correlación	,358**	,933**	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	<,001	.
		N	78	78	78

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 5 muestra la correlación entre las variables en la zona de alto riesgo de desertificación. Se observa que los datos correlacionados más fuertemente son la masa húmeda y la diferencia entre masas, con un valor de 0,975. Y al igual que en la tabla 4, se observa que la correlación de los datos DAP y masa húmeda, junto la de DAP y diferencia de masas, no están correlacionadas significativamente, con valor de 0,322 y 0,295 respectivamente.

Tabla 5: correlación en zona alto riesgo entre DAP, masa húmeda (húmedo) y diferencias entre masa húmeda y masa seca (DIF).

Correlaciones alto riesgo

			Correlaciones		
			DAP	humedo	Dif
Rho de Spearman	DAP	Coefficiente de correlación	1,000	,322	,295
		Sig. (bilateral)	.	,082	,113
		N	30	30	30
	humedo	Coefficiente de correlación	,322	1,000	,975**
		Sig. (bilateral)	,082	.	<,001
		N	30	30	30
	Dif	Coefficiente de correlación	,295	,975**	1,000
		Sig. (bilateral)	,113	<,001	.
		N	30	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 6 muestra la correlación de estas variables en la zona de moderado riesgo de desertificación, observándose nuevamente que los valores más fuertemente correlacionados son la masa húmeda y la diferencia de masas, con un valor de 0,978. Y nuevamente los valores menos correlacionados son DAP y masa húmeda, junto a los datos DAP y diferencia entre masas, con valores de -0,097 y 0,117 respectivamente.

Tabla 6: correlación en zona riesgo moderado entre DAP, masa húmeda (húmedo) y diferencias entre masa húmeda y masa seca (DIF).

Correlaciones riesgo moderado

			Correlaciones		
			DAP	humedo	Dif
Rho de Spearman	DAP	Coefficiente de correlación	1,000	-,097	-,117
		Sig. (bilateral)	.	,611	,540
		N	30	30	30
	humedo	Coefficiente de correlación	-,097	1,000	,978**
		Sig. (bilateral)	,611	.	<,001
		N	30	30	30
	Dif	Coefficiente de correlación	-,117	,978**	1,000
		Sig. (bilateral)	,540	<,001	.
		N	30	30	30

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

DISCUSIÓN

La diferencia entre la masa húmeda y masa seca son indicadores del nivel de hidratación de *E. chilensis* en las distintas zonas de estudio, permitiendo explicar cuál de estas posee individuos más deshidratados frente a los individuos de otras zonas. Es importante destacar que esta diferencia no indica el grado (numérico) de hidratación de un individuo o el conjunto de individuos de una zona, sólo permite comparar qué individuo o poblaciones están más hidratados frente a otros. Entonces, aquellas zonas que poseen mayor diferencia en los promedios de masa seca y húmeda, indican estados de mayor hidratación.

Como muestran los gráficos 1, 2 y 3 la diferencia entre las masas es menor en las zonas de muy alto riesgo, luego le sigue la zona de alto riesgo y finalmente la zona de moderado riesgo, la cual tiene la diferencia más alta. Esto puede ser explicado por la variación en las precipitaciones que se ha registrado en Chile y la intensidad de aridez en las zonas más desertificadas (CONAF, 2021). Así mismo, estos gráficos concuerdan con los resultados del test de Kruskal Wallis, los cuales corroboran lo expuesto. No obstante, en la comparación de los gráficos 2 y 3 con los valores del test Kruskal Wallis, el gráfico que expresa mayor diferencia entre promedios es el gráfico 3 que corresponde a la zona de riesgo moderado, mientras que, según los valores del test Kruskal Wallis, es la zona de riesgo alto la que posee un mayor diferencia significativa. Esto podría deberse a que el nivel de hidratación de *E. chilensis* en estas zonas (alto y moderado riesgo) es más alto, ya que su nivel de riesgo de desertificación es menor, lo que significa que sus suelos, a diferencia con zonas de muy alto riesgo, tienen mayor fertilidad, lo que para el quisco significa mayor disponibilidad para la retención de agua y nutrientes (Goudie, 2019).

Con respecto a las tablas 4, 5 y 6, las correlaciones entre las zonas variaron de forma no esperada, ya que se especulaba obtener correlaciones significativas en cada una de las variables. Sin embargo, a pesar de que las correlaciones obtenidas entre las variables DAP-Masa húmeda (húmedo) y DAP-Diferencia entre masas (DIF) fueron mayores en la zona de muy alto riesgo, estas, no alcanzaron valores significativos para su correlación. Los valores de estas variables fueron disminuyendo a medida que el nivel de riesgo de desertificación en las zonas estudiadas se fue reduciendo, lo que pone en evidencia que el mayor nivel de hidratación de los individuos disminuye las correlaciones y/o propicia a que otras variables no consideradas en este estudio tomen roles más significativos en la variación de las correlaciones.

En contraste, la correlación entre Húmedo-DIF fue significativamente alta ($>0,9$) en todas las zonas. Se destaca que los valores fueron aumentando a medida que el riesgo fue disminuyendo, a pesar de que esta variación fue baja, lo cual podría ser explicado por la diferencia en la degradación del suelo, el estado de los ecosistemas perteneciente a las zonas de riesgo, las diferencias en la pluviometría de las zonas, etc. (CONAF, 2021; Goudie, 2019).

Esta diferencia encontrada en la hidratación de las distintas poblaciones de *E. chilensis* podría deberse a condiciones de los factores abióticos. Como factores abióticos encontramos la temperatura y el contenido de agua del suelo, que afectan directamente al desarrollo de aquellos individuos jóvenes así como déficit de vegetación (Cares, et al., 2013). La sequía por su parte, propiciada por la disminución de las precipitaciones, el caudal superficial y subterráneo, entre otros, que en conjunto a la degradación del suelo juegan papeles importantes en el proceso de desertificación (Emanuelli, et al., 2016; Goudie, 2019), en donde se ve afectado la productividad biológica, la integridad ecológica y los servicios ecosistémicos por la degradación del suelo producida (Olsson, et al., 2019).

Es muy probable que en los próximos años aumente el grado de desertificación en la región, especialmente en las zonas con mayor riesgo (CONAF, 2021), por lo que la hidratación de *E. chilensis* podría variar, alterando negativamente sus poblaciones (Guerrero & León-Lobos, NN). Esto implicaría un efecto en los ecosistemas debido a que esta especie de cactáceas son nicho para diversas especies de vertebrados e invertebrados. Es en esta especie que una gran variedad de polinizadores invertebrados encuentran alimento en su néctar como algunas especies pertenecientes al orden *Hymenoptera*, *Diptera* o *Coleoptera* (Ossa & Mendel, 2011; MMA-ONU Medio Ambiente, 2020). De esta misma manera, aves y mamíferos se alimentan del fruto, algunas de las especies de aves son *Mimus thenca*, mientras que en las especies de mamíferos podemos encontrar a *Octodon degus*, *Lycalopex cupeo*, *Phyllotis darwini*, entre otros. Otras especies pueden encontrar refugio y realizar su nidificación en estos cactus como es el ejemplo del Mero o Gaucho Grande (*Agriornis lividus*).

CONCLUSIÓN

En base a los resultados del test Kruskal Wallis, los gráficos de promedios y las correlaciones, podemos concluir que efectivamente la deshidratación del quisco está relacionada con el riesgo de desertificación, mostrándose que en lugares con mayor riesgo de desertificación nuestro objeto de investigación presenta mayor grado de deshidratación, mientras que en lugares con menor riesgo, se encuentra menos deshidratado. Esto se puede observar al contrastar los resultados expuestos en los gráficos y el Kruskal Wallies, en zonas de menor riesgo de desertificación el estado de hidratación del cactus es mayor en comparación a las otras zonas, lo que se corrobora principalmente, gracias a la diferencia de masa húmeda y masa seca de las muestras.

Este estudio podría ser la base para la creación de iniciativas, programas, e incluso leyes, que se enfoquen en disminuir y/o prevenir la sequía, sobre todo en zonas de muy alto riesgo de desertificación, para así mantener el rol ecológico que cumple el cactus en la región.

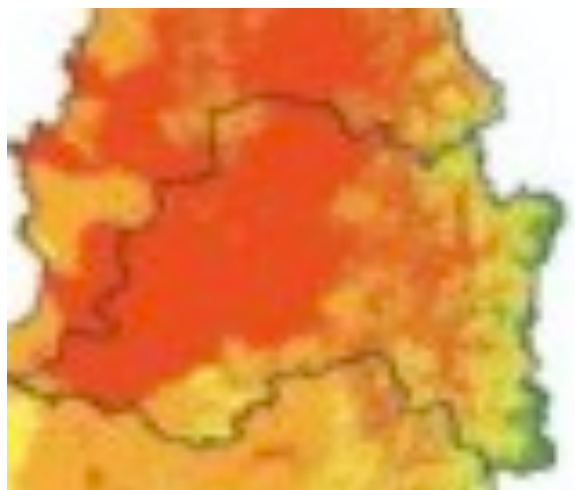
PROYECCIONES

- Evaluar estados de hidratación de los quiscos menor en otros sectores para ver si la correlación entre las variables DAP-Húmedo y DAP-DIF aumenta.
- Investigar el efecto de la desertificación en otras especies vegetales.
- Evaluar otras posibles variables relacionadas a la desertificación que alteren a poblaciones de *E. chilensis*.

BIBLIOGRAFÍA

- Cares, R. A., Muñoz, P. A., Medel, R., & Botto-Mahan, C. (2013). Factors affecting cactus recruitment in semiarid Chile: A role for nurse effects? *Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 208(5–6), 330–335. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2013.04.005>
- Cares, R. A., Medel, R., & Botto-Mahan, C. (2013). Frugivory in *Echinopsis chiloensis* (Caryophyllales: Cactaceae) Frugivoría en *Echinopsis chiloensis* (Caryophyllales: Cactaceae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 86(4), 489–491. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000400011>
- CONAF. (2021). *Actualización a escala nacional de los mapas de Desertificación, Degradación de las Tierras y Sequía (DDTS) de Chile*.
- *Día Mundial de Lucha contra la Desertificación y la Sequía: “La disponibilidad de agua podría bajar un 50% dentro de los próximos 10 años”* - Greenpeace Chile. (n.d.). Retrieved July 3, 2022, from <https://www.greenpeace.org/chile/noticia/uncategorized/dia-mundial-de-lucha-contra-la-desertificacion-y-la-sequia/>
- Emanuelli, P., Duarte, E., Milla, F., & Garrido, C. (2016). *Diagnóstico de la desertificación en Chile y sus efectos en el desarrollo sustentable*. January 2017, 0–32
- González, D., Álvarez Hernández, U., & Lima Orozco, R. (2018). Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí - sorgo. *Centro Agrícola*, 45(2), 77–82. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000200011
- Goudie, A. S. (2019). Desertification. *Encyclopedia of Environmental Health*, 46–51. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10971-6>
- Guerrero, P., & León-Lobos, P. (NN). *FICHA DE ANTECEDENTES DE ESPECIE: Trichocereus chiloensis (Colla)* (pp. 1–6).
- OSSA, C. G., & MEDEL, R. (2011). Notes on the floral biology and pollination syndrome of *Echinopsis chiloensis* (Colla) Friedrich & G.D.Rowley (Cactaceae) in a population of semiarid Chile. *Gayana. Botánica*, 68(2), 213–219. <https://doi.org/10.4067/s0717-66432011000200012>.
- Marín, M. (2021). Biología reproductiva e historia natural del Mero (*Agriornis lividus*) en Chile central. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 70(2), 5–20. <https://doi.org/10.54830/bmnhn.v70.n2.2021.205>
- MMA-ONU Medio Ambiente. (2020). *Guía de Bolsillo: Insecto Polinizadores Nativos de la Zona Central de Chile*. Especialista co-autores: Víctor Monzón, Luisa Ruz, Rodrigo Barahona, Vanessa Durán, Cristian Villagra, Patricia Henríquez-Piskulich y Patricia Estrada. Desarrollado y financiado en el marco del Proyecto GEFSEC ID 5135 Ministerio del Medio Ambiente - ONU Medio Ambiente. Santiago, Chile. 68p.
- Montero, G., Atala, D., Gomez, M., Martínez, V., Iturriaga, L., Echenique, P., Mujica, A. M., & Timmerman, B. (1999). *Impacto de la producción de palos de agua*.
- Olsson, L., Barbosa, H., Bhadwal, S., Cowie, A., Delusca, K., Flores-Renteria, D., Hermans, K., Jobbagy, E., Kurz, W., Li, D., Sonwa, D. J., & Stringer, L. (2019). Land Degredation. *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, 345–436.
- Señoret, F., & Acosta Ramos, J. (2013). Cactáceas endémicas de Chile, Guía de Campo. In *Geo Chile y Universidad de Chile*.

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de calor del riesgo de desertificación en la Región Metropolitana. En rojo se ve el área con un riesgo "Muy alto" de desertificación, en naranja el área con un riesgo "Alto", en amarillo el área de con un riesgo "Moderado" y en verde las con un riesgo "Bajo".

EN VÍAS DE PUBLICACIÓN