

<https://doi.org/10.56469/rcti.vol20n26.713>

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE *FESTUCA DOLICHOPHYLLA* EN LA MICRO CUENCA DE CALIENTES, PROVINCIA DE CANDARAVE, REGIÓN TACNA, PERÚ – 2017

CONSERVATION STATUS OF THE *FESTUCA DOLICHOPHYLLA* SPECIES IN THE CALIENTES MICRO BASIN, CANDARAVE PROVINCE, TACNA REGION, PERU – 2017

Eleocadio Dionisio Tirado Paz¹

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Doctorado en Ciencias Ambientales ¹

Leo Ulises Michael Tirado Rebaza²

Universidad Privada de Tacna, Maestría en Investigación Científica e Innovación ²

Edwin Gonzalo Montanez Picardo³

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Doctorado en Administración ³

Recibido 23-8-22, Aceptado 27-9-22

Resumen

La búsqueda de la sostenibilidad en los países en vías de desarrollo han logrado que prevalezca el interés por el manejo de territorios y recursos naturales, para lo cual, es requerido realizar diagnósticos previos que permitan tener pleno conocimiento sobre las potencialidades que una región posee. La presente investigación tuvo como objetivo analizar el estado de conservación de la especie “chilligua” (*Festuca dolichophylla*) en la micro cuenca de Calientes, Tacna, Perú, a través de la metodología de cuadrantes aleatorios para poder estimar su distribución espacial y cobertura vegetal en dicho territorio. Con los datos obtenidos, se realizaron modelamiento matemáticos para predecir la distribución espacial y cobertura vegetal de la *F. dolichophylla* en función a la altitud de la zona, obteniendo modelos de tipo “Exponencial -2” y “Polinómico”, respectivamente. Se determinó que la chilligua se distribuye de forma aleatoria en la zona media y baja de la micro cuenca de

Calientes y, de forma contagiosa, en la zona alta. Asimismo, la especie posee una cobertura vegetal moderada en la zona alta y media de la micro cuenca y, una cobertura vegetal baja en la zona de menor altitud.

Palabras clave: Altitud, distribución espacial, cobertura vegetal, *Festuca dolichophylla*, modelo matemático.

Abstract

The search for sustainability in developing countries has led to prevailing interest in the management of territories and natural resources, for which it is required to carry out previous diagnoses in terms of having full knowledge of the potential that a region may possess. This paper aims at analyzing the conservation status of the “chilligua” specie (*Festuca dolichophylla*) in the micro-basin of Calientes, Tacna, Peru, through the random quadrant methodology in order to estimate

its spatial distribution and plant cover in this territory. With the data obtained, a mathematical modeling was performed to predict the spatial distribution and plant cover of *F. dolichophylla* based on the area altitude. This made possible to obtaining type models as “Exponential -2” and “Polynomic”. It was also determined that the chillihua is distributed randomly in the middle and lower zones of the Calientes micro-basin and, that spreads in the upper zone. Likewise, this specie has a moderate vegetation cover in the upper and middle zones of the micro-basin and a low vegetation cover in the lower altitude zone.

Keywords:

Altitude, spatial distribution, vegetation cover, *Festuca dolichophylla*, mathematical model.

Introducción

El Perú es un país poseedor de un patrimonio natural incalculable, lo cual le ha permitido evolucionar económica y socialmente a lo largo del tiempo, sin embargo, la necesidad de alcanzar el desarrollo sostenible, hace necesaria la preocupación por la preservación, aprovechamiento sustentable y conservación de su biodiversidad para asegurar el progreso regional y nacional (Consejo Nacional del Ambiente del Perú, 2002). Bajo este enfoque, los estudios de flora son vitales si se desea conocer la densidad, dominancia, abundancia, diversidad, relevancia ambiental y potencial de las plantas para ser empleadas como medicinas, materiales de construcción, combustibles, alimentos, ornamentos, fibras y demás formas de uso (Martínez et al. 2012; Aguirre, 2013), siendo la indagación de la cobertura vegetal y distribución espacial, algunos de los métodos usualmente empleados (Comisión Técnica Regional de Junín, 2015).

La cobertura vegetal permite analizar biofísicamente un territorio, independientemente de su origen (antrópico o natural), involucrando su fisionomía (Castilla, 2003; González y Romero, 2013). Las variaciones en la cobertura vegetal suelen ser estudiados de forma concomitante a procesos como la deforestación, la erosión de suelos, estimación de recursos hidrológicos, las pérdidas de hábitat, e incluso, al cambio climático (Seingier et al. 2009). Por otro lado, la distribución espacial es un fenómeno dinámico espacio – temporal, por ser el resultado de la historia evolutiva y ecológica que se encuentra en función a las necesidades de una especie (Maciel et al. 2015). Actualmente se ha logrado identificar patrones de ciertas especies, referente a su tamaño, forma, límites, estructura y sobre – posiciones (Zunino y Zullini, 2003).

En la zona altoandina de Tacna, Perú, específicamente en la Provincia de Candarave, la chillihua (*Festuca dolichophylla*) es uno de los pastizales dominantes más empleados como alimento de rumiantes, gracias a su potencial productivo, resistencia al pisoteo de animales y persistencia a climatologías extremadamente frías (Merlo et al. 2018; Merlo et al. 2019). Sin embargo, las actividades antropogénicas sumadas al calentamiento global han provocado la pérdida de este tipo de especies palatables, provocando un grave desbalance en su disponibilidad (Villalta et al. 2016).

La *F. dolichophylla* es perenne y suele crecer en manojos de alta densidad posicionados sobre suelos relativamente húmedos y profundos, poseyendo una altura que varía desde los 30 a 100 cm, hojas de 10 a 35 cm de largo y floración en forma de espiga con dimensiones de 9 a 10 cm de largo (Ministerio del Ambiente del Perú, 2014). Esta especie posee un enorme valor social, por su aporte en la belleza paisajística;

además de una gran trascendencia económica, por servir como forraje y techo de viviendas (Ramos, 2011) e; importancia ambiental, por ser un sumidero de carbono (Huamán et al. 2021), por lo cual, la presente investigación pretende dar a conocer la forma en la que se conserva una de las especies florísticas de mayor relevancia en la zona altoandina de la región de Tacna, Perú.

El objetivo general de la presente investigación fue analizar el estado de conservación de la especie *F. dolichophylla* en la zona alta, media y baja de la micro cuenca de Calientes, Provincia de Candarave, Región de Tacna. Mientras tanto, los objetivos específicos fueron estimar la distribución espacial y evaluar la cobertura vegetal de la especie *F. dolichophylla* en la zona alta, media y baja de la micro cuenca

de Calientes, Provincia de Candarave, Región de Tacna.

Metodología

Tipo y diseño de investigación

La presente investigación fue no experimental, debido a que no se manipularon las variables; transversal, por tomarse los datos en un determinado momento y; descriptiva, por especificar los resultados obtenidos (Hernandez et al. 2010).

Criterio de muestreo

En la Tabla N° 1 se muestran las coordenadas obtenidas vía GPS (Garmin Nuvi 30LM) para cada zona de investigación de la micro cuenca de Calientes.

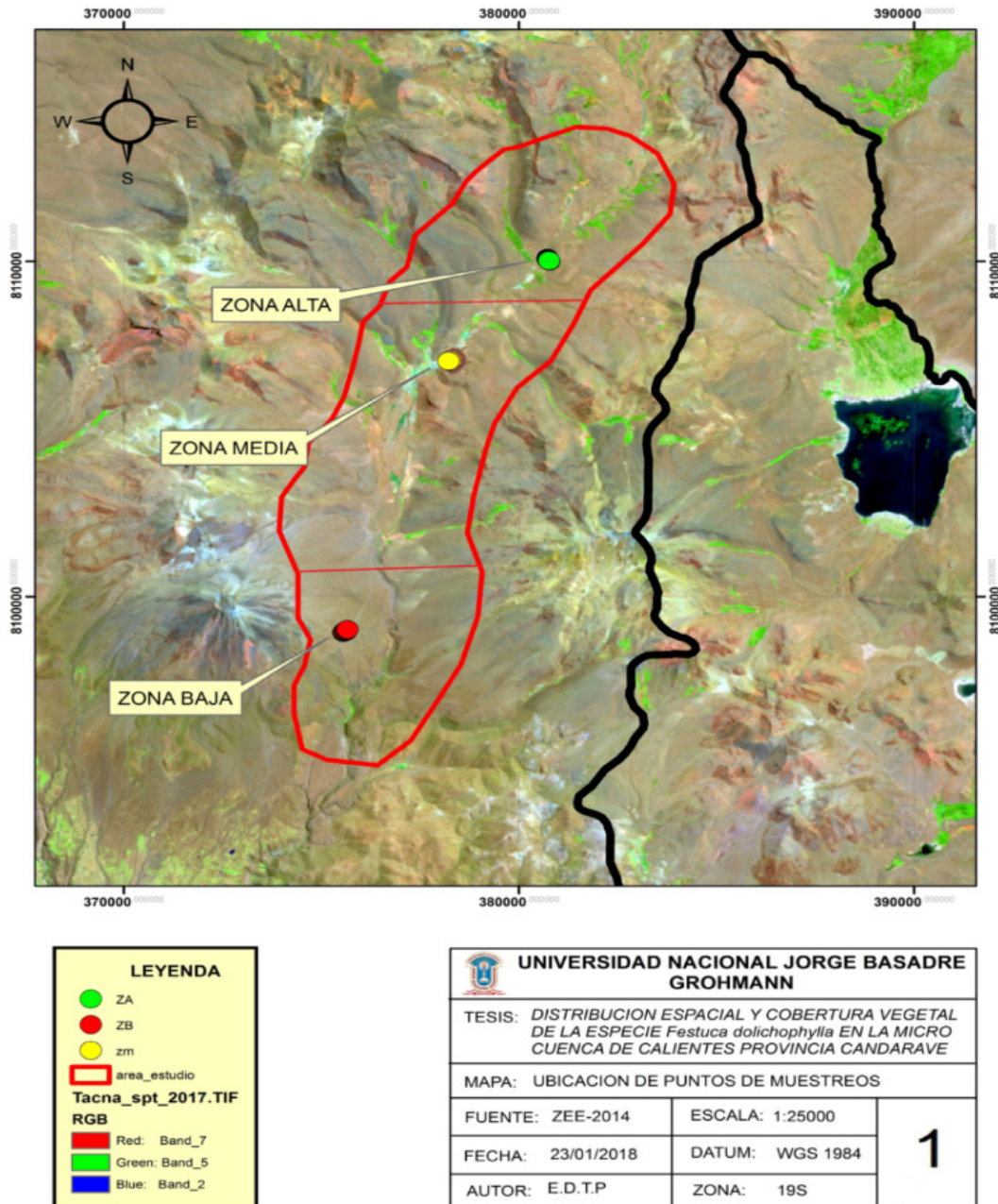
Tabla N° 1. Coordenadas de las zonas de estudio

ZONA DE LA MICRO CUENCA	ALTITUD PROMEDIO (M.S.N.M.)	COORDENADAS UTM WGS84
Alta	4455	4455; 19k (0380738; 8110052)
Media	4335	4335; 19k (0378338; 8107096)
Baja	4164	4164; 19k (0375623; 8098994)

En la Figura N° 1 se muestran las tres zonas de estudio sectorizadas en un terreno de interés de 120 m², los cuales, siguiendo la metodología de Mostacedo y Fredericksen (2000), fueron cubiertos por 30 cuadrantes aleatorios de 4 m² (2 m x 2 m) cada una, previa realización de pre muestreos por zona, que aseguraron carecer de cuadrantes con exceso o ausencia de individuos. Cabe destacar que la decisión metodológica

concerniente a la cantidad de cuadrantes a analizar en este tipo de investigaciones se vincula directamente con el recurso humano y el tiempo (Meneses et al. 2014).

Figura N° 1. Zonificación del estudio. Determinación de la distribución espacial



Para la determinación de la distribución espacial de *F. dolichophylla* se consideraron las fórmulas propuestas por Southwood (1978) y se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Frecuencias observadas: Calculadas tras el conteo de ejemplares por simple inspección.

- Media de frecuencias: $\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i}$

- Varianza: $S^2 = \frac{1}{\sum f_i} \left[(\sum x_i^2 \cdot f_i) - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i} \right]$
- Índice de Dispersión: $ID = \frac{S^2}{\bar{x}}$
- Grados de Libertad: $(n - 1)$, $n = 30$ en cada zona.
- Nomograma de Clapham

El Nomograma de Clapham es un instrumento que permite identificar el tipo de distribución que sigue una especie florística en base a su índice de dispersión (ID) y sus grados de libertad, pudiendo ser uniforme, aleatoria o contagiosa (Canales 2011), como se muestra en la Figura N° 2.

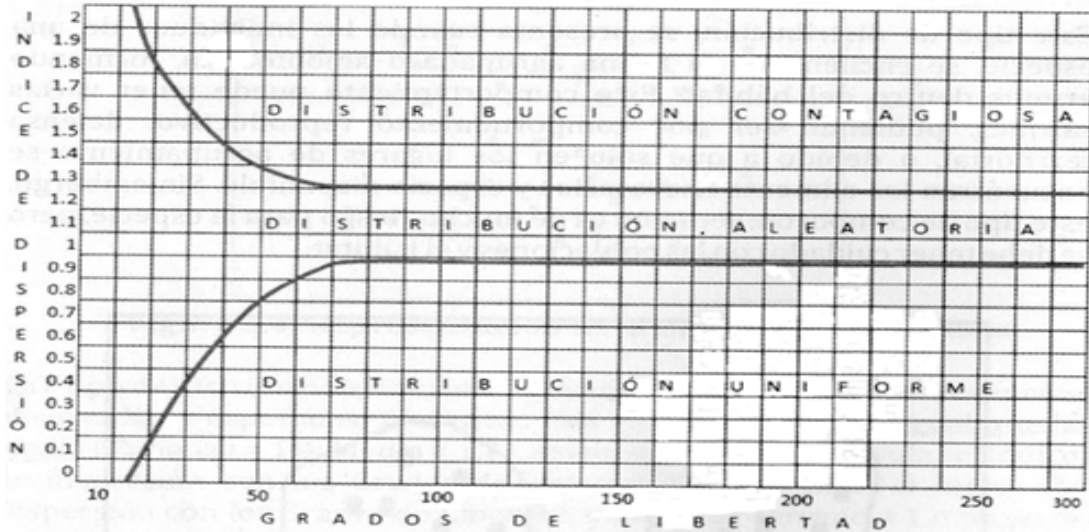


Figura N° 2. Nomograma de Clapham

Fuente: Canales (2011).

Para Clavijo (1993), una distribución espacial contagiosa hace alusión a las circunstancias en las que la presencia del individuo genera una mayor probabilidad de encontrar muy cerca a otros de la misma población, lo que genera que la \bar{x} de las muestras generalmente se encuentre por debajo de S^2 de las mismas. Por otro lado, una distribución uniforme se materializa al encontrar a los individuos siguiendo un patrón determinado, por lo que la \bar{x} de las muestras generalmente se encuentra por encima de la S^2 de las mismas. Aunado a ello, una distribución espacial aleatoria se evidencia cuando cualquier lugar del espacio posee la misma probabilidad de ser ocupado

por los individuos de la población, sin que dicha ocupación represente algún cambio en la ubicación de otros individuos pertenecientes a esta población, por lo que se caracteriza porque la \bar{x} de las muestras es prácticamente igual a la S^2 .

Determinación de la cobertura vegetal

Para la determinación de la cobertura vegetal de *F. dolichophylla*, el cálculo de porcentaje se realizó por simple inspección, teniendo en cuenta el siguiente criterio, por recomendación del Dr. Juan Pablo Franco León, prestigioso ecólogo investigador peruano:

- Cobertura baja: Desde 0 a 33 %
- Cobertura moderada: Desde más del 33 a 66 %
- Cobertura alta: Mayor al 66 %

Modelos matemáticos

Para la obtención de los modelos matemáticos se empleó el software MATLAB.

En el caso del modelo para la distribución espacial de la *F. dolichophylla*, se probaron ciertos modelos lineales, polinómicos y exponenciales, sin embargo, todos fueron descartados por incongruencias en la evaluación numérica, con la excepción del siguiente modelo exponencial calculado con la programación que se muestra a continuación:

```
>> f = inline ( 'exp ( 0.01855668781 * x - 77.45603123 ) + 132.1697124' );
```

```
>> x = [ 4164, 4335, 4455 ];
```

```
>> y = f ( x )
```

```
y = 133; 152; 316.
```

Además, para determinar la gráfica se aplicó el siguiente comando:

```
>> ezplot ( f, [ 4100, 4500 ] ), grid on, axis equal, hold on, plot ( x, y, 'ro' )
```

Referente al modelo para la cobertura vegetal de la *F. dolichophylla*, se elaboró una interpolación con el polinomio de Lagrange empleando la siguiente programación:

```
>> x = 4130: 1: 4500;
```

```
>> P ( x ) = [ ( x - 4335 ) .* ( x - 4455 ) ] .* ( 14.4 ) / [ ( 4164 - 4335 ) .* ( 4164 - 4455 ) ] + [ ( x - 4164 ) .* ( x - 4455 ) ] .* ( 51.56 ) / [ ( 4335 - 4164 ) .* ( 4335 - 4455 ) ] + [ ( x - 4164 ) .* ( x - 4335 ) ] .* ( 48.43 ) / [ ( 4455 - 4164 ) .* ( 4455 - 4335 ) ];
```

Además, para determinar la gráfica se aplicó el siguiente comando:

```
>> plot ( x, y ).
```

Resultados y discusión

Evaluación de la distribución espacial

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la distribución espacial de la *F. dolichophylla* en la microcuenca Calientes.

Tabla N° 2. Tabla resumen del tipo de distribución espacial de *F. dolichophylla*

ZONA DE LA MICRO CUENCA	TIPO DE DISTRIBUCIÓN				
Alta	10,53	27,36	2,59	29	Contagiosa
Media	5,06	4,54	0,89	29	Aleatoria
Baja	4,43	5,21	1,17	29	Aleatoria

Condori (2012) alega que *F. dolichophylla* siguió una distribución espacial aleatoria en una zona no fragmentada de la localidad

Huerta Huaraya - Puno, sin embargo, en una zona fragmentada de la misma localidad, esta especie tuvo una distribución uniforme, lo cual

se debió a una fuerte competencia con otras especies en la disponibilidad de nutrientes, recurso hídrico y espacio. Estos resultados concuerdan con lo evidenciado en la presente investigación, ya que la zona media y baja de la micro cuenca Calientes, caracterizada por ser una zona no fragmentada, también evidenció una distribución espacial aleatoria. Además, se sabe que la chillihua es un pastizal que lleva a cabo una estrategia adaptativa de ocupación de espacio, lo cual le brinda mayores oportunidades a la hora de realizar fotosíntesis en comparación con otras especies (Trillo et al. 2020).

Modelo matemático para la distribución espacial

A través de la aplicación del Polinomio de Lagrange, se encontró un modelo idóneo y sin errores de tipo “Exponencial”, definido de la siguiente forma:

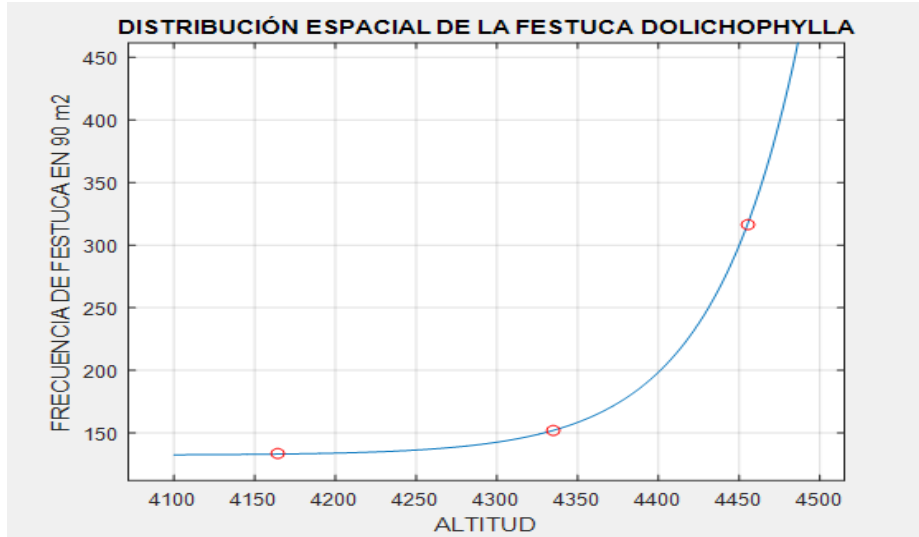
$$f(x)=e^{(0,01855668781x-77,45603123)+132,1697124}$$

Donde:

(x) = Frecuencia de *F. dolichophylla*

x = Altitud dentro de la cuenca

Figura N° 3. Representación gráfica de la distribución espacial de *F. dolichophylla*



En la Figura N° 3 se evidencia que a mayor altitud existe una mayor frecuencia de chillihua, siendo estas diferencias, mucho más marcadas a partir de los 4300 m.s.n.m. en adelante. Esto puede deberse a factores como el clima, el balance hídrico, la temperatura y las precipitaciones, las cuales suelen determinar presiones selectivas naturales que aportan las condiciones requeridas para la presencia, desarrollo y abundancia de una especie en un determinado ambiente (Villaseñor y Téllez,

2010; Villagra et al. 2011; Gardón, 2014). El poder conocer la forma de distribución espacial de las distintas especies y su velocidad de avance resulta bastante conveniente para lograr un manejo efectivo y controlado (Salazar et al. 2013).

Evaluación de la cobertura vegetal

En la Tabla N° 3 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la cobertura

vegetal de la chillihua en la micro cuenca Calientes.

Tabla N° 3. Tabla resumen de la cobertura vegetal de *F. dolichophylla*

ZONA DE LA MICRO CUENCA					TIPO DE COBERTURA
Alta	48,43	616,04	12,71	30	Moderada
Media	51,56	853,97	16,56	30	Moderada
Baja	14,40	51,14	3,55	30	Baja

La Festuca es un género florístico xerofítico, es decir, que puede prosperar en ambientes pobres en nutrientes y agua (Stancik, 2003), sin embargo, la baja humedad propia de zonas con menor altitud en parajes altoandinos probablemente sea el motivo por el cual la chillihua no se ha desarrollado idealmente su cobertura vegetal.

Modelo matemático para la cobertura vegetal

A través de la aplicación del Polinomio de Lagrange, se encontró un modelo idóneo de tipo “Polinómico”, el cual forma una parábola definida de la siguiente forma:

$$p(x) = \left[\frac{(x - 4335) * (x - 4455) * (14,4)}{(4164 - 4335) * (4164 - 4455)} + \frac{(x - 4164) * (x - 4455) * (51,56)}{(4335 - 4164) * (4335 - 4455)} + \frac{(x - 4164) * (x - 4335) * (48,43)}{(4455 - 4164) * (4455 - 4335)} \right]$$

Donde:

(x) = Cobertura vegetal de *F. dolichophylla*

x = Altitud dentro de la cuenca

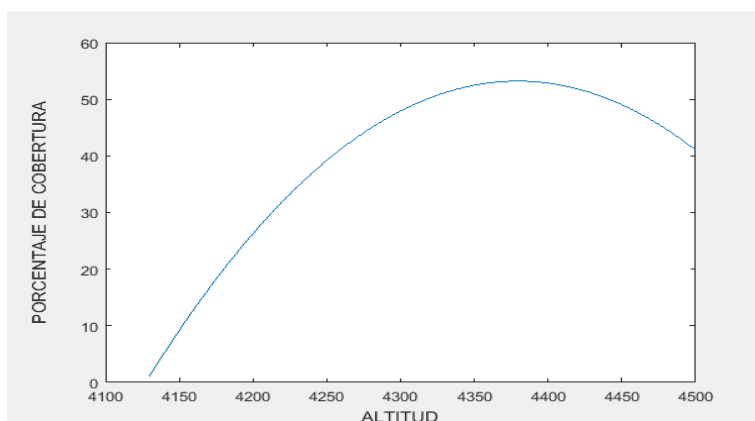


Figura N° 4. Representación gráfica de la cobertura vegetal de *F. dolichophylla*

En la Figura N° 4 se evidencia que el porcentaje de cobertura vegetal de chillihua llega a su punto más alto a una altitud comprendida entre los 4350 y 4400 m.s.n.m., para luego descender a medida que se reduce la altitud. Cabe resaltar que los beneficios que aporta la cobertura vegetal pueden ser trasladados a términos económicos que calculen su valor a escala regional o global a través de los denominados servicios ecosistémicos (Rosas et al. 2005). La cobertura vegetal de una especie beneficia al ambiente a través del control de los microclimas, la regulación de caudales y la protección contra la erosión en suelos (Snigh y Yadava, 2003), sin embargo, puede verse afectada por variaciones climatológicas extremas, siendo capaz de modificar la distribución temporal y espacial del agua en el perfil del suelo (Celette et al., 2008; Tiedemann et al., 2010).

A lo largo del tiempo, las diferentes especies florísticas han modificado su comportamiento y estructura funcional, en función a la disponibilidad de luz, temperatura, agua y nutrientes (Lambers et al. 2008; Mordecai, 2012; Stewart y Verman, 2012; Anthelme y Peyre, 2020). Por tanto, es transcendental promover un ordenamiento ecológico en los territorios para que de esta forma, aplicando una metodología efectiva, la oferta ambiental se pueda integrar a la demanda social (Bocco et al. 1996), permitiendo evidenciar los elementos determinantes que deben ser tomados en cuenta durante la propuesta de estrategias de gestión (Galeana et al. 2009).

Conclusiones

La *F. dolichophylla* se distribuye de forma aleatoria en la zona media y baja de la micro cuenca de Calientes. Por otro lado, en la zona alta, se distribuye de forma contagiosa, compartiendo en cierta forma su nicho ecológico

con otras especies de pastizales. Asimismo, la frecuencia de la especie depende de forma directa de la altitud en la micro cuenca.

La chillihua posee una cobertura vegetal moderada en la zona alta y media de la micro cuenca de Calientes. Por otro lado, en la zona baja, posee una cobertura baja, lo cual podría deberse a bajos niveles de humedad.

La *F. dolichophylla* posee una buena cantidad de ejemplares (distribución espacial), los cuales poseen una cobertura vegetal significativa únicamente en la zona alta de la micro cuenca de Calientes, por lo cual, se recomienda promover proyectos de capacitación vinculados a técnicas de pastoreo y ecoturismo a los campesinos autóctonos para poder desarrollar una economía sostenible en la zona.

Referencia Bibliograficas

Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Anthelme, F. y Peyre, G. (2020). Biogeography of South American highlands. *Encyclopedia of the World's Biomes*. Springer. 978-0128160961.

Bocco, G., Velázquez, A., Torres, A. y Chávez, A. (1996). *Evaluación automatizada del paisaje, biodiversidad y ordenamiento territorial en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. Taller Trabajo en Comunidades. Manejo ambiental integral en comunidades*. Programa Universitario de Medio Ambiente (PUMA). Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal, México.

Canales, A. (2011) *Bioestadística Herramienta para la Investigación*. Primera edición. Corporación MERÚ E.I.R.L, Puno, Perú.

- Castilla, G. (2003). Análisis orientado a objetos de imágenes de teledetección para cartografía forestal: bases conceptuales y un método de segmentación para obtener una partición inicial para la clasificación. (Tesis Doctoral), Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
- Celette, F., Gaudin, R., y Gary, C. (2008). Spatial and temporal changes to the water regime of a Mediterranean vineyard due to the adoption of cover cropping. *European Journal of Agronomy*, 29(4), 153-162.
- Clavijo, S. (1993). *Fundamentos de manejo de plagas*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.
- Comisión Técnica Regional de Junín. (2015). *Memoria descriptiva del estudio de cobertura vegetal del Departamento de Junín a escala 1:100000*. Zonificación Ecológica y Económica de la Región Junín, Junín, Perú.
- Condori, G. (2012). Influencia de la fragmentación en la diversidad de la flora silvestre y en los cambios de uso de suelo y cobertura vegetal en Huerta Huaraya, Puno. *Ecosistemas*, 21(1-2): 230-234.
- Consejo Nacional del Ambiente del Perú. (2002). *Informe Geo Juvenil Perú*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe (PNUMA), Lima, Perú.
- Galeana, J., Corona, N. y Ordoñez, A. (2009). Análisis dimensional de la cobertura vegetal – uso de suelo en la Cuenca del Río Magdalena. *Ciencia Forestal en México*, 34(105), 135-156.
- Gardón, R. (2014). Distribución espacial de especies de la flora del monte occidental de la provincia de La Pampa y su relación con factores abióticos. (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Argentina.
- González, L. y Romero, A. (2013). Análisis multitemporal de los cambios de la cobertura de la tierra e incidencia del cultivo de palma en el territorio del municipio de Villanueva Casanare. (Tesis de Maestría), Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Hernández, S., Fernandez, C. y Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. Mc Graw Hill, México Distrito Federal, México.
- Huamán, M., Espinoza, F., Barrial, A. y Ponce, Y. (2021). Influencia de la altitud y características del suelo en la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), 83-90.
- Lambers, H., Stuart, F. y Pons, T. (2008). *Plant physiological ecology. Segunda edición*. Springer, Nueva York, Estados Unidos.
- Maciel, C., Manríquez, N., Octavio, P. y Sánchez, G. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19.
- Martínez, A., López, P., Gil, A. y Cuevas, J. (2012). Plantas silvestres útiles y prioritarias identificadas en la Mixteca Poblana, México. *Acta botánica mexicana*, (98), 73-98.
- Merlo, F., Ku, J., Condori, R., Pérez, L. y Albarracín, A. (2018). *Efecto de la edad y la época del año sobre el rendimiento y composición química del pastizal chilliwar Festuca dolichophylla en Tiahuanaco, Bolivia*. XXII Reunión Nacional de Asociación Boliviana de Producción Animal: 11 al 13 de Octubre de 2018, Santa Cruz, Bolivia.

- Merlo, F., Loza, M., Ku, J., Condori, R., Pérez, L. y Albarracín, A. (2019). Degredación in situ del pastizal Chilliwär *Festuca dolichophylla*: una alternativa para la alimentación animal. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 6(2), 47-56.
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2014). *Manual Técnico 2: Manejo de pastos naturales altoandinos*. Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACCPERÚ), Lima, Perú.
- Mordecai, E. (2012). Soil moisture and fungi affect seed survival in California grassland annual plants. *PLoS One*, 7: e39083.
- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS), Santa Cruz, Bolivia.
- Meneses, R., Loza, S., Lliully, A., Palabral, A. y Anthelme, F. (2014). Métodos para cuantificar diversidad y productividad vegetal de los bofedales frente al cambio climático. *Ecología en Bolivia*, 49(3), 42-55.
- Ramos, V. (2011). *Manejo y mejoramiento de pasturas naturales altoandinas*. Fundación Suyana. La Paz, Bolivia.
- Rosas, I., Carranza, G., Nava, Y. y Larqué, A. (2006). *La percepción sobre la conservación de la cobertura vegetal. Más allá del cambio climático*. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. México Distrito Federal, México.
- Salazar, J., Barri, F. y Cardozo, G. (2013). Distribución espacial y tasa de invasión de flora exótica en la Reserva Natural de Vaquerías – Provincia de Córdoba (Argentina). *Quaderni di Botanica ambientale e applicata*, 24, 3-12.
- Seingier, G., Espejel, I. y Fermán, J. (2009). Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental*, 1(1), 54-69.
- Snigh, V. y Yadava, R. (2003). *Watershed Management*. Allied Publishers, Nueva Delhi, India.
- Southwood, T. (1978). *Ecological methods*. Chapman and Hall. London, Inglaterra.
- Stancik, D. (2003). Las especies del género *Festuca* (Poaceae) en Colombia. *Darwiniana*, 41(1-4), 93-153.
- Stewart, J., Verma, S. (2012). Comparison of surface fluxes and conductances at two contrasting sites within the FIFE area. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 97: 18623-18628.
- Tiedemann, J., Zerda, H., Grilli, M. y Ravelo, A. (2010). Distribución espacial de anomalías del NDVI derivado del sensor VEGETATION SPOT 4/5 y su relación con las coberturas vegetales, usos de la tierra y características geomorfológicas en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. *Ambiencia Guarapuava*, 6(3), 379-391.
- Trillo, F., Nuñez, J., Aguirre, L., Barrantes, C. y Flores, E. (2020). Comparación de indicadores autoecológicos en dinámica de crecimiento de *Festuca dolichophylla* (Presl, 1830) y *Festuca humilior* (Nees & Meyen, 1841). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18743.
- Villagra P., Giordano, C. Alvarez, J., Bruno, J., Guevara, A., Sartor, C., Passera, C., y Greco, S. (2011). Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecología austral*, 21(1), 29-42.

Villalta, P., Zapana, J., Zapana, J. y Escobar, F. (2016). aluación de pastos y capacidad de carga animal en el fundo “Carolina” de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno Perú. *Revista de Investigación Altoandina*, 18(2), 303-310.

Villaseñor, J., y Téllez, O. (2010). Distribución potencial de las especies del género *Jefea* (Asteraceae) en México. *Anales del Instituto de Biología*, 75(002).

Zunino, M. y Zullini, A. (2003). *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*. Fondo de Cultura Económico, México Distrito Federal, México.

CORRESPONDENCIA

La presente investigación deriva de la Tesis Doctoral denominada “Distribución espacial y cobertura vegetal de la especie *Festuca dolichophylla* en la Micro Cuenca de Calientes - Provincia de Candarave - Tacna - 2017”, sustentada y aprobada por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, Perú.

CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.