



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA DE LOS TOTORALES SEGÚN PERÍODO FENOLÓGICO EN LA BAHÍA DE PUNO, LAGO TITICACA

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ciencias Biológicas	Recursos naturales y medio ambiente	Ciencias Naturales

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	<input checked="" type="radio"/>
Multidisciplinario	<input type="radio"/>
Director de tesis pregrado	<input type="radio"/>

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	LOZA DEL CARPIO ALFREDO LUDWIG
Escuela Profesional	Biología
Celular	966005601
Correo Electrónico	Al_lozadc@hotmail.com ; aloza@unap.edu.pe

I. Título

DINÁMICA DE LA PRODUCTIVIDAD PRIMARIA NETA DE LOS TOTORALES SEGÚN PERÍODO FENOLÓGICO EN LA BAHÍA DE PUNO, LAGO TITICACA

II. Resumen del Proyecto

La totora (*Schoenoplectus tatora*) en el lago Titicaca constituye un recurso de gran importancia socioeconómica por su intenso uso en la alimentación ganadera, artesanía e incluso en la construcción de viviendas; además conforma un hábitat trascendental para la fauna lacustre. El presente estudio está orientado a caracterizar el potencial productivo y sus cambios en el año de los totorales, a través de la evaluación de su productividad primaria, fenología y contenido nutricional de los tallos aéreos. Para ello se realizarán evaluaciones en tres zonas representativas de la bahía de Puno: sector Chucuito, Sector Capachica y Kalapajra Uros entre los meses de marzo del 2021 a febrero del 2022, determinándose la biomasa de los tallos aéreos para conocer el efecto de la productividad primaria según épocas y



zonas, para lo cual se monitoreará las biomásas a través de cuadrantes de 0.25 m² en materia verde y en materia seca (a través de submuestras en laboratorio); además el desarrollo fenológico se evaluará mediante mediciones de altura y diámetro de tallos aéreos, densidad de cobertura e intensidad de floración y semillamiento y se correlacionará con la productividad. Se espera conocer el estado actual de los totorales en la bahía de Puno, aportar en su conocimiento de su bioecología y promover un plan de manejo sostenible para garantizar su permanencia en el tiempo.

III. Palabras claves (Keywords)

Biomasa, conservación, productividad primaria, totora, Titicaca

IV. Justificación del proyecto

La totora, *Schoenoplectus tatora* (Kunth) Palla, constituye la macrófita acuática emergente más importante en el lago Titicaca, no sólo por su abundancia que le permite conformar la pradera lacustre más grande del Perú y del mundo, superando las 50 mil hectáreas en el territorio peruano (PELT 2003), sino por su trascendencia ecológica y económica. Este recurso es la base estructural de las redes tróficas en las zonas litorales, provee de hábitat, refugio, alimento y áreas de reproducción para especies de la fauna acuática como macroinvertebrados, peces, anfibios y aves, donde la mayoría de estas especies usan los totorales como sus principales áreas de reproducción. La totora además brinda múltiples beneficios a los pobladores circunlacustres, aportando significativamente a los sistemas productivos y al desarrollo socioeconómico, ya que es utilizada intensivamente en la alimentación de ganado vacuno, ovino y otros y es crucial en las épocas de sequía. Es también utilizada en la alimentación humana por el consumo de sus tallos basales ("chullo") y los rizomas ("sipi" y "saka") en determinadas épocas. Los tallos aéreos son utilizados tradicionalmente para la fabricación de artesanías, embarcaciones (balsas), construcción de viviendas y otros utensilios; incluso está demostrada la eficiencia de la totora como fitoremediador en los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales y es fundamental componente del paisaje altiplánico que promueve el advenimiento de visitantes nacionales y extranjeros aportando con su valor existencial al desarrollo de la actividad turística. Por ello se considera que la totora constituye uno de los recursos naturales más importantes y promisorios que nos ofrece el lago Titicaca, cuya necesidad de conservación, manejo y aprovechamiento sostenible son hechos imperativos.

El presente estudio aportará al mejor conocimiento de los aspectos bioecológicos de un recurso importante como es la totora, además aportará principios para su manejo adecuado, ya que permitirá entender aspectos de su producción y su posterior cosecha para diversos usos, de modo que proveerá el contexto científico para su aprovechamiento sostenible. En la actualidad no se cuenta con esta información, que permita definir técnicamente las acciones de manejo a considerar para su extracción.

Desde el punto de vista socioeconómico se determinará si las actuales prácticas tradicionales son compatibles con la productividad del recurso y por lo tanto con su valor económico, ya que, a menor productividad, redundará en un menor potencial de cosecha del producto que podría ser aprovechado con fines forrajeros o como materia prima.

V. Antecedentes del proyecto

Pratolongo et al. (2008) muestran sus resultados sobre la productividad primaria neta aérea (PPNA) en diferentes condiciones hidrológicas para *S. californicus*, encontrando valores significativamente más altos en el pajonal afectado directamente por la marea (1999.41 ± 211.97 g m⁻² año⁻¹). En lugares menos proclives a la inundación por mareas, *S. californicus* tuvo una menor PPNA (1299.17 ± 179.48 g m⁻² año⁻¹) y el sistema mostró una mayor capacidad para retener la biomasa producida dentro del pajonal, con cantidades significativamente mayores de biomasa muerta en pie (1316.00 ± 336.01 versus 112.40 ± 55.05 g m⁻²) y mayores contenidos de materia orgánica en el suelo (16.20 ± 0.12 % versus 0.70 ± 0.08 %).

Los resultados de Pratolongo y Kandus (2005) sobre la dinámica de la biomasa de *S. giganteus* y *S. californicus*, indican que, si bien los valores medios de productividad primaria en los juncales de *S. californicus* son más altos que en los pajonales de *S. giganteus* ($1999,41 \pm 211,97$ y $1866,09 \pm 258,55$ g m⁻² año⁻¹, respectivamente) esta diferencia no es significativa ($t=1,26$, $P>0,05$). Sin embargo, los pajonales de *S. giganteus* mostraron una mayor capacidad para retener la biomasa producida, ya sea como biomasa seca en pie o como biomasa seca depositada sobre la superficie del suelo. Además, en los juncales de *S. californicus* el periodo de floración se extiende prácticamente a lo largo de todo el año y en el momento de máxima floración todos los tallos presentaron estructuras florales. En los pajonales de *S. giganteus*, en cambio, sólo aparecieron matas con flor entre septiembre y febrero y sólo florecieron el 10,8% de las matas presentes.

Los datos disponibles sólo para el ámbito de la RNT, revelan que la biomasa de los totorales en ha ido variando con el tiempo; para el año 1978 se alcanzó un promedio anual de 36.33 Kg/m² de totora verde (Herbas, 1978) y desde el año 1996 hasta la actualidad se ha registrado un promedio anual que apenas supera los 11 Kg/m² en algunos pocos años, e incluso se ha llegado a una biomasa de 3 kg/m² en el año 2010 (RNT 1996 – 2010). Estas variaciones al parecer están sujetas al régimen de precipitaciones que determina los niveles del lago y probablemente también a la influencia de actividades antrópicas inadecuadas como la quema incontrolada de totorales, extracciones no planificadas e incluso la contaminación. Ello pone en evidencia que actualmente existe mucho menos productividad de totorales que hace unas tres décadas (RNT, 2015).

Con los datos de los informes de monitoreo de la RNT (2008 – 2014), se determina que la mayor productividad en biomasa de totora se da en el segundo semestre (abril, mayo y junio) donde en la mayoría de lugares la totora alcanza su máxima madurez y concluye su desarrollo fenológico. El período de senescencia empieza a partir de julio y abarca hasta setiembre donde se presenta justamente la menor biomasa verde. Con esta información resulta un promedio histórico de biomasa de 53.55 ton/ha (Cuadro 7).

Aunque Huanacuni (2009) en 22 zonas del lago Titicaca ha encontrado una biomasa promedio global de 3.98 kg/m² en materia verde, con 399 tallos /m² en densidad (entre verde y secos). Aunque esto varía según la zona desde 1.0 kg/m² en Pomata, 3.1 kg/m² en Chinchera Chucuito, hasta 9 kg/m² en Ramis, siendo le número de tallos para estas zonas de 110 , 265 y 760 respectivamente; el promedio de tallos verdes fue de 211.26 tallos/m² y 197.06 tallos amarillos (secos)/m². La altura promedio fue de 2.08 m.

VI. Hipótesis del trabajo

- La productividad primaria y la biomasa será mayor en el ámbito de Capachica y en la época lluviosa, cuando la totora alcanza su mayor desarrollo fenológico.
- El estado de brote se da en diciembre, el desarrollo vegetativo en febrero y marzo, la floración en marzo, semillamiento y madurez en abril y mayo y la senescencia en junio y julio.

VII. Objetivo general

Evaluar la productividad primaria de los totorales en la bahía de Puno, lago Titicaca de acuerdo a las zonas y períodos fenológicos de la planta.

VIII. Objetivos específicos

- Determinar los niveles de productividad primaria de los tallos aéreos de la totora según zonas y períodos fenológicos.
- Caracterizar los períodos fenológicos que presenta la totora en el ámbito del lago Titicaca.

IX. Metodología de investigación

Ámbito de estudio

El estudio de campo y los lugares de muestreo serán en tres sectores del lago Titicaca, pertenecientes al sector peruano:

- Kala Pajra: al Oeste de la bahía de Puno, también en la jurisdicción de la RNT y cercanías a las islas flotantes Uros.
- Chucuito: hacia el Suroeste de la bahía de Puno, hacia las orillas del poblado del mismo nombre.
- Capachica: al oeste de la bahía de Puno, en cercanías a la localidad de Yapura.

a) Productividad primaria de los totorales

Los muestreos se realizarán colocando un cuadrante de 0.25 m² en cada parcela del totoral según zonas, de modo aleatorio hasta cubrir ocho muestras determinadas por zona y por mes de evaluación. El inicio de los tratamientos se llevará a cabo el 20 de marzo del 2021 y se evaluará hasta marzo del 2022.

Una vez colocado el cuadrante, se realizarán los cortes de los tallos de totora que se encuentran dentro de la unidad de muestreo con una “quinina” (segadora artesanal exclusiva para cortar totora utilizada por los usuarios) a unos 30 cm por encima del lecho acuático. Luego estos tallos serán pesados con una balanza digital y registrados en una planilla; en seguida se realizarán los análisis biométricos (densidad, longitud, diámetro, inflorescencias) para evaluar la fenología con esta misma muestra y posteriormente una submuestra de 10 tallos serán colocadas en bolsas de polietileno convenientemente rotuladas (fecha, hora, muestreador, peso) y llevadas al laboratorio a estufa para determinar la biomasa en materia seca (a 60°C por 24 horas). Los valores en biomasa por 0.25 m², serán llevados kg/m².

1. Variables



Variable independiente: lugares de muestreo (tres zonas), meses de muestreo (durante un año mensual en cada zona)

Variable dependiente: Biomasa (en materia seca y húmeda), longitud y densidad de tallos.

2. Estadística

Se utilizará ANVA en DBCA, siendo los tratamientos las zonas de muestreo y los bloques los meses.

b) Caracterización de los períodos fenológicos de la totora

De los mismos cuadrantes muestreados y considerados para la evaluación de biomasa se contará el número de tallos ubicados dentro de ellos, el número total de botones florales y/o inflorescencias y el peso, para esto se cortarán las inflorescencias y se llevarán a gabinete previamente rotulados para su análisis. Luego se extraerá una submuestra de 10 tallos al azar de cada cuadrante y se evaluará lo siguiente:

- La longitud total de cada tallo (cm), con ayuda de cinta métrica.
- El grosor en la base de cada tallo (cm) con cinta vernier
- La profundidad del agua (m) con una varilla graduada.
- El número de flores en antesis (con ayuda de lupa 40X)
- Número de semillas verdes o maduras por inflorescencia (en gabinete)

Así mismo, en cada parcela se marcarán 10 brotes recién emergidos de totora con cintas de color blanco y georreferenciadas con GPS, a los cuales se realizará mediciones interdiarias durante la primera semana, a partir de la segunda semana hasta la cuarta mediciones semanales y desde la quinta semana se medirán quincenalmente, con ayuda de una regla milimetrada. Esto permitirá conocer la velocidad de crecimiento de los tallos de totora en los diferentes tratamientos.

1. Frecuencia y horario de muestreo

Los muestreos serán mensuales y en horas de la mañana de preferencia.

2. Variables

Variable independiente: épocas y zonas de muestreo.

Variable dependiente: parámetros biométricos de la planta.

3. Estadística

Similarmente se utilizará ANVA s para determinar dieferencias entre zonas y meses de evaluación.



X. Referencias

- Afif Khouri E. y J. Oliveira Prendes. (2006). Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo. *Invest Agrar: Sist Recur For.* 15(3): 262-270.
- Aguirre, L. y G. Argote. (2003). Efecto de la quema prescrita focal sobre la producción primaria, composición química y condición ecológica de un pastizal de *Festuca dolichophylla* y *Calamagrostis antoniana* en la sierra central. *Anales Científicos UNALM.* 55: 210 – 217.
- Aguirre, L. y G. Argote. (2003). Influencia de la quema controlada sobre las características físico-químicas del suelo y la composición florística de un pastizal alto andino. *Anales Científicos UNALM.* 55: 228 – 239.
- Arivilca, M.R. (2003). Soportabilidad del recurso totora (*Schoenoplectus tatora*) para la alimentación animal y los efectos de su corte en la Reserva Nacional del Titicaca. Informe de Investigación. Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA, Reserva Nacional del Titicaca. Puno, Perú. 63 p.
- Bernardis, Aldo, Fernández, Juan, Goldfarb, María, Casco, José. (2005). Efecto de la frecuencia de quema prescrita sobre la biomasa aérea de un pastizal. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas.* Artículo A-031. s/p.
- Bernardis, A., Fernandez, J., Céspedes Flores F. Goldfarb, M. y Casco, J. (2008). Efecto de la quema prescrita de un pastizal sobre el balance de CO₂. *Agrotecnia* 18: 11 – 16.
- Collot, D. (1980). Les macrophytes de quelques lacs andins (lac Titicaca, lac Poopo, lacs des vallées d'Hichu Kkota et d'Ovejhujo). ORSTOM, La Paz, multigraf. 115 p.
- Herbas, P. (1978). Evaluación preliminar de la producción de totora (*Scirpus totora* Kunth) del lago Titicaca, sector peruano. Tesis Ingeniería Agronómica. UNA Puno.
- Huanacuni, V. (2009). Evaluación de factores de degradación de la totora (*Schoenoplectus tatora*) en el ecosistema del lago Titicaca, Perú. Tesis Magister Scientiae Desarrollo Rural, Escuela de Post Grado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 133 p.
- Huanacuni, V. (2012). Restauración de ecosistemas del lago Titicaca con técnicas del trasplante de totora *Schoenoplectus tatora*. Tesis Doctoris Scientiae, Escuela de Post Grado, Doctorado en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. 139 p.
- Iltis, A. y P. Mourguiart. (1991). Repartición y biomazas (Macrófitas). En: el lago Titicaca, síntesis del conocimiento limnológico actual. Dejoux e Iltis *Edit.* ORSTOM – HISBOL. La Paz, Bolivia. p: 251 – 262.
- Reserva Nacional del Titicaca (RNT). (2014). Monitoreo de totora – Reserva Nacional del Titicaca, Informe Anual. Servicio Nacional de Áreas naturales Protegidas – SERNANP. Puno, Perú. 48 p.
- Reserva Nacional del Titicaca (RNT). (2015). Plan de Manejo de Totora y Llachos en la Reserva Nacional del Titicaca. SERNANP. Puno, Perú. 87 p.
- Roque, B., M. Echevarría y C. Gomez. (2003). Determinación de la producción forrajera y valor nutricional de totora (*Scirpus totora*, Kunth) en vacunos. *Anales Científicos UNALM.* 55: 218 – 227.



XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Los resultados servirán para conocer la dinámica bioecológica de la totora en el lago Titicaca, su aporte en la producción biológica y aportará bases para su uso sostenible.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Proveerá un aporte a las ciencias de la naturaleza altoandina y específicamente del lago Titicaca con la generación de conocimientos sobre la productividad primaria de los totorales y su posterior determinación de cosecha sostenible.

ii. Impactos económicos

La totora es un recurso que genera beneficios económicos a la población aledaña, ya que se usa como materia prima para diferentes usos y como forraje para el ganado. Conocer su potencial productivo permitirá entender mejor el valor de dicho recurso y su situación actual en volumen de modo que será posible cuantificarlo y extrapolarlo en beneficios económicos.

iii. Impactos sociales

La totora es también un recurso de gran importancia para la sociedad, de ahí la necesidad de conservarlo y de que la población lo aproveche racionalmente y de acuerdo a las tasas disponibles. Este estudio permitirá aportar en esta labor.

iv. Impactos ambientales

La totora es también un recurso de importancia ambiental, ya que aporta en la captura de carbono, en el mantenimiento del recurso hídrico, en la calidad del paisaje y es fundamental para la dinámica del ecosistema lacustre. Por ello, el presente estudio aportará al mejor entendimiento y del papel que cumple este recurso ecológica y ambientalmente.

XIII. Recursos necesarios

GPS, cámara fotográfica, tijeras de podar, cuadrante de 0.25 m², cuchillo para corte, bolsas de polietileno, cuerda de rafia, planillas de registros, bolsas zipfloc, balanza analítica y de precisión digital, flexómetro, vernier, estufa.

XIV. Localización del proyecto

El proyecto se llevará a cabo en el distrito de Chucuito Puno, ubicado en la provincia de Puno y departamento de Puno, a 3810 m.s.n.m., en el distrito de Capachica a 3810 msnm y en la localidad de Calapajra Uris Chulluni, en la misma altitud. Los trabajos de Laboratorio necesarios se realizarán en el Laboratorio de Ecología Acuática de la DCCBB de la UNA Puno.



XV. Cronograma de actividades

Actividad	2021										
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene
Elaboración proyecto	X										
Revisión bibliográfica	X										
Recolección de muestras de totora	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Análisis de materia seca en laboratorio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sistematización de datos						x	x	x	X	x	
Análisis estadístico									X	x	
Redacción del informe final										x	x

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad medida	de	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Personal					
Asistente	Sueldo		1000	4	4000
Material de campo					
GPS Garmin	Unidad		1000	1	1000
Cámara fotográfica	Unidad		2500	1	2500
Tijeras de podar	Unidad		80	1	80
Bolsas de polietileno	Paquete		10	15	150
Cuerda de rafia	Metro		1	15	15
Libreta de campo	Unidad		5	1	5
Cinta maskentape	Unidad		2	5	10
Cuadrantes de 0.25 m2	Unidad		50	3	150
Vernier	Unidad		50	3	150
Flexómetro	Unidad		15	3	45
Regla de metal	Unidad		6	3	18
Balanza de precisión digital	Unidad		150	3	450
Bolsas zipfloc	Bolsa		25	5	125
Cuchillo de corte	Unidad		15	03	45
Pasajes y viáticos	Viaje		50	45	2250
Otros					300
Total					11293.00