

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EFFECTO DE LA QUEMA DEL TOTORA *Schoenoplectus tatora* EN SU CRECIMIENTO Y BIOMASA EN EL SECTOR CHUCUITO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Br. KEVIN MARVIN GONZALES NALVARTE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO - PERU**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EFFECTO DE LA QUEMA DEL TOTORAL *Schoenoplectus tatora* EN SU  
CRECIMIENTO Y BIOMASA EN EL SECTOR CHUCUITO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

Br. KEVIN MARVIN GONZALES NALVARTE

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

**PRESIDENTE:**

M.Sc. GILMAR G. GOZUETA CAMACHO

**PRIMER MIEMBRO:**

Ing.M.Sc. EDWIN FEDERICO ORNA RIVAS

**SEGUNDO MIEMBRO:**

Mg. MARIA ISABEL VALLENAS GAONA

**DIRECTOR DE TESIS:**

M.Sc. ALFREDO LUDWIG LOZA DEL CARPIO

**Fecha de sustentación: 27 / 10 / 2017**

**Área:** Ciencias Biomédicas.  
**Sub Línea:** Conservación y aprovechamiento de recursos naturales.  
**Temas:** Ecosistemas acuáticos continentales

**DEDICATORIA**

*Con todo mi amor y cariño a mi familia*

*Que son mi inspiración para poder superarme cada día*

*A mi madre Roxana*

*Por darme la vida, el amor, apoyo y*

*Hacerme sentir que mi mejor refugio es su corazón.*

*A mi padre Robert*

*Por los ejemplos de perseverancia y constancia*

*Y siempre sentirlo presente en mi vida*

*A mis hermanos*

*Bryan, que junto a sus ideas hemos pasado momentos inolvidables, llevando la música  
en cada paso de nuestras vidas*

*Marilia, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.*

*A Victoria*

*Mujer luchadora, quien demuestra humildad, sencillez y*

*Ampara un gran corazón que me vio crecer desde el*

*Primer momento de mi vida.*

## AGRADECIMIENTOS

Mi más grande y sincero agradecimiento a mi director de tesis M.Sc. Alfredo Ludwig Loza del Carpio, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y motivación me oriento durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Dr. Belisario Mantilla Mendoza, Director del CIPP-Chucuito por permitir realizar la ejecución de este trabajo de investigación en el sector barco Chucuito y por haberme brindado las facilidades del caso.

A los miembros del jurado M. Sc. Gilmar Goyzueta Camacho, Ing.M.Sc. Edwin Orna Rivas y a la Mg. María Isabel Vallenas Gaona, quienes con el aporte y enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron más sustancial el trabajo de investigación.

A Blgo. Cesar Gamarra Peralta y a todo el personal del Instituto del Mar Peruano, Puno, por brindarme las facilidades para el uso de laboratorios de la muestras de la investigación.

A Noely mi amor incondicional, que me dio todo su apoyo, comprensión y con paciencia me ayudo durante todas las evaluaciones del trabajo de investigación.

A mis amigos Cristian, Sthewar, Beto, Nuria, Lupe y Juan Carlos que me dieron todo siempre su apoyo incondicional y ánimos para salir siempre adelante.

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| Dedicatoria   |    |
| Agradecimientos   |    |
| RESUMEN .....   | 11 |
| ABSTRACT.....   | 12 |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 13 |
| 1.1    OBJETIVO GENERAL.....  | 14 |
| 1.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                  | 14 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA.....                                     | 15 |
| 2.1    ANTECEDENTES .....   | 15 |
| 2.1.1    Estudios relacionados a la biomasa y crecimiento.....      | 15 |
| 2.1.2    Revisión de informes y memorias .....                      | 17 |
| 2.2    MARCO TEORICO .....  | 19 |
| 2.2.1    Características del Lago Titicaca.....                     | 19 |
| 2.2.2    Limnología del Lago Titicaca.....                          | 19 |
| 2.2.3    Taxonomía y ecología de <i>Schoenoplectus tatora</i> ..... | 20 |
| 2.2.4    Morfología .....   | 20 |
| 2.2.5    Distribución .....   | 21 |
| 2.2.6    Crecimiento de la totora.....                              | 21 |
| 2.2.7    Perspectivas en torno al concepto de sustentabilidad ..... | 21 |
| 2.2.8    Biomasa, crecimiento y humedales .....                     | 22 |
| 2.2.8.1    Biomasa .....  | 22 |
| 2.2.8.2    Crecimiento .....  | 22 |
| 2.2.8.3    Humedales .....  | 23 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.2.9    | Características morfológicas de la totora.....    | 24 |
| 2.2.9.1  | Rizoma:.....                                      | 24 |
| 2.2.9.2  | Tallo:.....                                       | 24 |
| 2.2.9.3  | Hojas:.....                                       | 25 |
| 2.2.9.4  | Inflorescencia: .....                             | 25 |
| 2.2.9.5  | Flores: .....                                     | 25 |
| 2.2.9.6  | Reproducción.....                                 | 25 |
| 2.2.10   | Importancia de la totora .....                    | 25 |
| 2.2.10.1 | Importancia ecológica. ....                       | 25 |
| 2.2.10.2 | Importancia para el poblador circunlacustre ..... | 26 |
| 2.2.11   | Resiliencia e incendios.....                      | 28 |
| 2.3      | MARCO CONCEPTUAL .....                            | 28 |
| 2.3.1    | Dinámica de poblaciones .....                     | 28 |
| 2.3.2    | Biomasa .....                                     | 28 |
| 2.3.3    | Densidad-dependiente.....                         | 28 |
| 2.3.4    | Productividad primaria neta.....                  | 29 |
| 2.3.5    | Humedal.....                                      | 29 |
| 2.3.6    | Quema prescrita .....                             | 29 |
| 2.3.7    | Degradación ambiental .....                       | 29 |
| 2.3.8    | Resiliencia.....                                  | 29 |
| 2.3.9    | Perturbación.....                                 | 29 |
| 2.3.10   | Balance hídrico. ....                             | 29 |
| 2.3.11   | Senescencia de tallos .....                       | 30 |
| III.     | MATERIALES Y METODOS .....                        | 31 |
| 3.1      | Área de estudio .....                             | 31 |
| 3.2      | Ubicación del estudio de laboratorio .....        | 31 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.3   | Frecuencia y horarios de evaluación.....   | 31 |
| 3.4   | Métodos .....  | 32 |
| 3.4.1 | Determinación del efecto de la quema de totorales en la biomasa verde durante su desarrollo .....          | 32 |
| 3.4.2 | Determinación del efecto de quema de totora en el crecimiento durante su desarrollo. ....                  | 33 |
| IV.   | RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 35 |
| 4.1   | Efecto de la quema en la biomasa de la totora <i>Schoenoplectus tatora</i> durante su desarrollo. ....     | 35 |
| 4.1.1 | Biomasa verde.....   | 35 |
| 4.1.2 | Porcentaje de biomasa seca y verde.....  | 40 |
| 4.1.3 | Contenido de humedad y materia seca .....  | 41 |
| 4.2   | Efecto de la quema en el crecimiento de la totora <i>Schoenoplectus tatora</i> durante su desarrollo. .... | 43 |
| 4.2.1 | Efecto de la quema en la longitud de tallos de totora. ....  | 43 |
| 4.2.2 | Efecto de la quema en diámetro de los tallos de totora. ....   | 45 |
| 4.2.3 | Relación de la longitud y diámetro en el total con quema y el sin quema.<br>47                             |    |
| 4.2.4 | Efecto de la quema en el número de tallos verdes (densidad) .....  | 49 |
| 4.2.5 | Efecto de la quema de total en su velocidad de crecimiento. ....   | 50 |
| V.    | CONCLUSIONES .....   | 52 |
| VI.   | RECOMENDACIONES .....  | 54 |
| VII.  | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....   | 55 |
|       | ANEXOS .....   | 60 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Ubicación zona de estudio. Chucuito, Barco.2016 .....   | 31 |
| <b>Figura 2.</b> Estructura del trayecto y ubicación de cuadrantes aleatorios (0.25 m <sup>2</sup> ) por zonas en la parcela de totoral quemada y sin quema, Barco Chucuito..... | 32 |
| <b>Figura 3.</b> Fluctuaciones de la biomasa verde por muestreo en la parcela de totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016. ....  | 35 |
| <b>Figura 4.</b> Variaciones de la biomasa verde mensual en totoral quemado y sin quema, Barco Chucuito. ....  | 37 |
| <b>Figura 5.</b> Variación del porcentaje de materia seca mensual en el totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016.....  | 41 |
| <b>Figura 6.</b> Fluctuaciones de la Longitud mensual de los tallos verdes en totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016. ....   | 44 |
| <b>Figura 7.</b> Fluctuaciones de diámetro mensual de los tallos verdes en totoral quemado y sin quema, Barco Chucuito, 2016.....  | 46 |
| <b>Figura 8.</b> Relación entre el tamaño de la longitud y diámetro de los tallos verdes de <i>S. tatora</i> de la parcela con quema. ....                                       | 47 |
| <b>Figura 9.</b> Relación entre el tamaño de la longitud y diámetro de los tallos verdes de <i>S. tatora</i> de la parcela sin quema.....  | 48 |
| <b>Figura 10.</b> Oscilaciones mensuales del número de tallos verdes en la parcela de totoral quemado y sin quema, Barco Chucuito. ....  | 49 |
| <b>Figura 11.</b> Velocidad de crecimiento mensual (cm/día) de la longitud de tallos verdes en la parcela de totoral quemada y la sin quema, Barco Chucuito. ....                | 51 |
| <b>Figura 12.</b> Parcela de totoral quemada de la zona de estudio 01/01/2016, Chucuito, Barco. ....   | 75 |
| <b>Figura 13.</b> Evaluación de brotes nuevos en la parcela quemada. 08/01/2016, Chucuito, Barco.....  | 75 |
| <b>Figura 14.</b> Cuadrantes Aleatorios sobre tallos de totora, 04/02/2016, Barco Chucuito.  | 76 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 15.</b> Tallos verdes de <i>S. tatora</i> cortados dentro del cuadrante. 04/02/2016. Chucuito, Barco. ....  | 76 |
| <b>Figura 16.</b> Pesaje de submuestras para la determinación de materia seca. Balanza marca: Mettler Toledo, modelo: ML 4002/01, calibración: Gesmin. Laboratorio del IMARPE. .... | 77 |
| <b>Figura 17.</b> Estufa para la determinación de materia seca, marca: Venticell, modelo: LSIS-B2V/VC111, calibración: Gesmin. Laboratorio del IMARPE. ....                         | 77 |
| <b>Figura 18.</b> Medición de la longitud de tallos verdes dentro del cuadrante, 04/02/2016, barco Chucuito. ....   | 78 |
| <b>Figura 19.</b> Cuadrantes fijos sin perturbación para la determinación de la velocidad de crecimiento 08/01/2016, Chucuito, Barco. ....  | 78 |

**INDICE DE CUADROS**

|   |    |
|---|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Variación mensual de biomasa verde según condición, Barco Chucuito. ....   | 39 |
| <b>Cuadro 2.</b> Porcentaje de biomasa verde y seca mensual en totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco. ....   | 40 |
| <b>Cuadro 3.</b> Fluctuaciones de la precipitación total y temperatura media mensual, estación Puno, CP. 100010, 2016. Nivel del lago y variaciones mensuales de la profundidad en la parcela de totoral quemado y sin quema, Barco, Chucuito. .... | 42 |
| <b>Cuadro 4.</b> Variaciones mensuales de la profundidad en el totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016. ....   | 51 |

## RESUMEN

La investigación se realizó en el sector de Chucuito – Puno, durante los meses de enero a agosto del 2016, con el objetivo de evaluar el efecto de la quema de totoral *Schoenoplectus totora* en su crecimiento y biomasa durante su desarrollo. Se utilizó el método de cuadrantes aleatorios ( $0,25 \text{ m}^2$ ), aplicados en la parcela quemada y sin quema, cortando los tallos que se encontraban dentro del cuadrante, donde se evaluó la densidad, biomasa verde y seca y materia seca (submuestra del cuadrante), además se seleccionaron diez tallos aleatorios para la evaluación de longitud y diámetro. En los meses de enero y febrero la parcela quemada presenta valores mínimos de biomasa verde ( $< 2 \text{ kg/m}^2$ ), a diferencia del sin quema cuya biomasa es mayor ( $> 4 \text{ kg/m}^2$ ). Sin embargo en abril y mayo la parcela quemada se sobrepone ( $> 6 \text{ kg/m}^2$ ) a la parcela sin quema ( $< 5 \text{ kg/m}^2$ ) y para julio y agosto ambas parcelas presentan valores mínimos y similares ( $< 1 \text{ kg/m}^2$ ) de biomasa verde. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre la biomasa verde de la parcela quemada y sin quema, siendo la parcela sin quema la que presenta mayor biomasa media ( $3.465 \text{ kg/m}^2$ ) en correspondencia a la quemada ( $2.706 \text{ kg/m}^2$ ). En el crecimiento de la longitud de tallos verdes se encontró variaciones significativas ( $p < 0.05$ ) entre parcelas, la parcela sin quema presenta una media de  $157.3 \text{ cm}$  que supera a la quemada ( $104.7 \text{ cm}$ ). En relación a los meses en enero y febrero la parcela quemada presenta longitudes menores ( $< 80 \text{ cm}$ ) a la sin quema ( $> 120 \text{ cm}$ ), en abril y mayo se mantiene este predominio de la parcela sin quema ( $> 160 \text{ cm}$ ) con la con quema ( $< 150 \text{ cm}$ ) hasta el final de la evaluación. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el tamaño del diámetro de los tallos verdes para ambas parcelas. En los meses de enero y febrero la parcela quemada presenta mínimos valores ( $< 0.7 \text{ cm}$ ), en marzo, abril y mayo ( $> 0.8 \text{ cm}$ ) y en descenso en posteriores meses. Por el contrario en la parcela sin quema en toda la evaluación presenta declive en tamaño de diámetros ( $< 1 \text{ cm}$ ). Llegando a la conclusión de que la quema favorece el aumento de biomasa verde y el tamaño de los diámetros, ya que se eliminan los tallos secos, sin embargo las longitudes de los tallos no alcanzaron su valor original.

## PALABRAS CLAVE

Biomasa, biomasa seca, crecimiento, densidad, dinámica, materia seca

## ABSTRACT

The research was carried out in the Chucuito - Puno sector, during the months of January to August of 2016, in order to evaluate the effect of the burning of totoral *Schoenoplectus totora* in its growth and biomass during its development. The random quadrants method (0.25 m<sup>2</sup>) was applied to the burned and non-burning plot, cutting the stems within the quadrant, where the density, green and dry biomass and dry matter (sub-sample of the quadrant), in addition ten random stems were selected for the evaluation of length and diameter. In the months of January and February, the burned plot presents minimum green biomass values (<2 kg / m<sup>2</sup>), as opposed to no burning with biomass greater (> 4 kg / m<sup>2</sup>). However, in April and May, the plot was overlapped (> 6 kg / m<sup>2</sup>) to the plot without burning (<5 kg / m<sup>2</sup>) and for July and August both plots had minimum and similar values (<1 kg / m<sup>2</sup>) of green biomass. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found between the green biomass of the burned and no burning plot, with the highest biomass (3,465 kg / m<sup>2</sup>) corresponding to the burned (2,706 kg / m<sup>2</sup>). Significant variations ( $p < 0.05$ ) were observed in the growth of green stem lengths between plots, the plot without burning has an average of 157.3 cm that exceeds the burned (104.7 cm). In relation to the months in January and February, the burned plot has lesser lengths (<80 cm) than the non-burning (> 120 cm), in April and May this predominance of the plot without burning (> 160 cm) was maintained with burning (<150 cm) until the end of the evaluation. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found in the size of the green stem diameter for both plots. In the months of January and February, the burned plot presented minimum values (<0.7 cm), in March, April and May (> 0.8 cm) and decreasing in subsequent months. On the contrary, in the plot without burning in the whole evaluation, it presents a decline in diameter size (<1 cm). We conclude that the burning favors the increase of green biomass and the size of the diameters, since the dry stems are eliminated, however the lengths of the stems did not reach their original value.

**KEY WORDS** Biomass, dry biomass, growth, density, dynamics, dry matter

## I. INTRODUCCIÓN

Los totorales del Titicaca, requieren la atención de todos los que habitan esta zona alto andina, para evitar prácticas inadecuadas en el manejo y uso de recursos naturales. A nivel mundial y en comparación con los ecosistemas terrestres, los humedales han sido poco estudiados en relación con los efectos del fuego y el funcionamiento de estos entornos (Bixby et al., 2015), los efectos del fuego en estos ecosistemas son complejos y dependen de ciertas características tales como el tamaño, la gravedad y la frecuencia de la quema, además de estar relacionado con factores internos como la hidrología y geomorfología del humedal (Bixby et al., 2015; Watts et al., 2015). Lo ideal y técnico es aprovechar el mayor volumen de biomasa del totoral, que implique dejar material de desecho, y que al no ser utilizada toda la totora se practica la quema de los mismos, con el objeto de dar paso al rebrote o regeneración de materia verde para que el ganado consuma directamente de esta, siendo así el sostén de la ganadería local y otros usos (Goyzueta *et al*, 2009).

Si bien es cierto la quema de totorales contribuye a que no se origine un proceso de colmatación en un área de totoral, proceso que traería consigo un riesgo potencial de eutrofización, en la actualidad esta práctica muchas veces escapa de ser controlada generando consigo el consecuente deterioro de la zona, provocando una alteración en el ecosistema y sus componentes, como la acidificación del medio acuático, suscitando como uno de sus efectos la disminución de la poblaciones de peces. Por otro lado el humo generado en consecuencia de la quema de totorales causa contaminación en la calidad del aire (gases) y del ambiente (material particulado), y que a su vez pueden provocar afecciones respiratorias en las comunidades aledañas a la zona de quema.

En la actualidad la práctica de quema de totorales y su paradigma de generar un acelerado crecimiento y desarrollo de la totora, no posee un sustento científico, los resultados cualitativos y cuantitativos que se obtendrán nos permitirán tener un mayor conocimiento en el desarrollo fenológico de la totora post-quema, tanto en biomasa, materia seca, longitud, diámetro, densidad y velocidad de crecimiento de los tallos de totora, resultados que aportaran a la elaboración de un plan de gestión y manejo sostenible de los totorales, que nos permita reducir impactos negativos en el aspecto social, económico y ambiental, garantizando la estabilidad de los totorales como un ecosistema vital para la permanencia de la biodiversidad del Lago Titicaca

## **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de quema de totoral en su crecimiento y biomasa en el sector Chucuito.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de quema de totoral en su biomasa durante su desarrollo.
- Determinar el efecto de quema de totoral en su crecimiento durante su desarrollo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 ANTECEDENTES

#### 2.1.1 Estudios relacionados a la biomasa y crecimiento

Biamont (2011), considerando el efecto del nivel del agua en la cobertura de *S. tatora* señala que la densidad de tallos verdes en Carata-1 es de 58 a 152 tallos/m<sup>2</sup> y en Carata-2 el rango oscila de 47 a 143 tallos/m<sup>2</sup> donde se encontraron profundidades máximas de 2.2 m y mínimas de 0.2 a 0.3 m, con longitudes del tallo de totora de 2.5 m, por otro lado para la zona de Yapura-1 la densidad fue de 56 a 79 tallos/m<sup>2</sup> y en Yapura-2 de 78 a 159 tallos/m<sup>2</sup>, teniendo una profundidad máxima de 2.05m y la mínima de 0.9 m, sin embargo en zonas oligotróficas y eutróficas Chacón (2014) señala que la densidad promedio de *S.tatora* es de 322 y 178 tallos por m<sup>2</sup> respectivamente y según el gradiente tramo del rio (fluvio-estuarino) en *S. californicus* Sabaj (2011) reporta que Delta presentó significativamente mayor densidad de tallos que Brujas ( $214.92 \pm 40.98$  y  $188.33 \pm 37.85$  tallos verdes m<sup>-2</sup>, respectivamente;  $74 \pm 32.73$  y  $47.92 \pm 30.18$  tallos secos m<sup>-2</sup>, respectivamente).

Pratolongo & Kandus (2005) en su estudio de dinámica de biomasa aérea a lo largo de un ciclo anual reporta que los valores medios de productividad primaria en los juncales de *S. californicus* son más altos que en los pajonales de *S.giganteus* ( $1999,41 + 211,97$  y  $1866,09 + 258,55$  g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente); en relación a la abundancia y morfometría de *S. californicus* según el gradiente tramo del rio (fluvio-estuarino) Sabaj (2011) indica que la biomasa verde fue significativamente mayor en Brujas ( $1099.94 \pm 298.65$  g m<sup>-2</sup>) en relación a Delta ( $803.75 \pm 253.39$  g m<sup>-2</sup>), por otro lado en la variación temporal a mediados de verano se registraron valores significativamente mayores de biomasa verde ( $1146.25 \pm 337.59$  g m<sup>-2</sup>) respecto a los demás muestreos, percibiendo que el material seco aumentó significativamente en otoño tanto en densidad de tallos secos ( $78.00 \pm 32.11$  tallos m<sup>-2</sup>) como en biomasa seca ( $327.69 \pm 145.08$  g m<sup>-2</sup>); en Nueva Zelanda, donde *S. californicus* es una planta exótica, alcanza valores de biomasa verde de  $2100 \pm 270$  g m<sup>-2</sup> y aún más altos en humedales construidos ( $> 5$  kg m<sup>-2</sup>) (Lange *et al.* 1998)

Sabaj (2011) reporta que la altura de *S. californicus* fue mayor en Brujas ( $173.46 \pm 14.45$  cm) en comparación a Delta ( $137.33 \pm 12.37$  cm), mostrando diferencias en las alturas máximas para cada tramo ( $267.22 \pm 14.31$  y  $211.81 \pm 18.17$  cm, respectivamente), el diámetro también fue significativamente mayor en Brujas que en Delta ( $11.02 \pm 3.51$  y  $8.94 \pm 2.52$  mm, respectivamente); por otro lado en el gradiente nivel de inundación la altura promedio fue significativamente mayor en el nivel alto que en el nivel bajo de inundación ( $158.71 \pm 19.91$  y  $152.07 \pm 24.68$  cm, respectivamente), sin embargo Brujas bajo presentó diámetros significativamente más anchos (2.0 - 19.1 mm) y la menor densidad de tallos secos, diferenciándose de los demás sitios, esto con relación a la abundancia y morfometría de según el gradiente tramo del río (fluvio-estuarino); por otro lado según la variación estacional a mediados de verano se registraron valores significativamente mayores de altura ( $167.43 \pm 22.82$  cm) en comparación a otoño.

Pratolongo *et al.* (2008) en su estudio comparativo que realiza en dos pantanos del río Delta Paraná a lo largo de un gradiente fluvial, reportan valores de biomasa verde de *S. californicus* significativamente mayor en el pantano directamente afectado por las mareas ( $1999,41 \pm 211,97$  g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>), en comparación al menos afectado ( $1299,17 \pm 179,48$  g m<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>), sin embargo en la comparación de biomasa verde en dos zonas de lagos (oligotrófico y eutrófico) Chacón (2014) registra valores de 2681 g m<sup>2</sup> y 3123 g m<sup>2</sup> respectivamente y en el crecimiento presenta rangos de 89 a 142 cm en la zona oligotrófica y 93 a 292 cm en la eutrófica con un promedio de diámetro para ambos de 8.5 mm.

Sabaj (2011) en su análisis de crecimiento de *S. californicus* luego de corte reporta que un grupo de tallos alcanzó alturas máximas de 100 a 140 cm, los cuales fueron principalmente tallos de diámetros intermedios (7 a 12 mm en Brujas, y 5 a 12 mm en Delta), teniendo una correlación significativamente positiva entre altura y diámetro por tallo en un juncal control ( $R=0.71$   $p<0.01$ ), dichos valores de diámetro intermedio corresponderían a tallos juveniles de altura entre 100 a 200 cm, un segundo grupo de tallos alcanzó la mitad de altura que el grupo anterior ( $51.53 \pm 22.33$  cm), con un rango de diámetro restringido en Delta (3 a 9 mm) y más amplio en Brujas, un tercer grupo fue el de renuevos de diámetros delgado ( $3.8 \pm 1.1$  mm), pero que no pasaron la altura inicial de corte y por último, un



cuarto grupo de tallos cortados fueron los que no crecieron (<25cm de altura) con diámetros de hasta 13.9 mm en Delta y hasta 17.7 mm en Brujas; en relación al restablecimiento, a los 180 días del corte el juncal extraído presentó valores significativamente menores que el control en biomasa verde ( $545.56 \pm 182.28$  y  $955.58 \pm 209.99$  g m<sup>-2</sup>, respectivamente) y en altura ( $138.88 \pm 16.86$  y  $161.33 \pm 23.60$  cm, respectivamente)

Aponte, Ramirez y Vargas (2016) en su estudio de primeros estadios en la regeneración natural de la vegetación post-incendio indica que la longitud promedio después de 155 días fue 63,78 cm para *S. americanus*, 34,61 cm para *D. spicata*-*S. Virginus* (saltgrass), 34,07 cm para *S. neei*, 33,33 cm para *T. dominguensis* y 18,72 cm para *B. maritimus*, siendo *Schoenoplectus americanus* “juncos” el que se recuperó con mayor rapidez (post los efecto de fuego diferencial), solo *S. americanus* presentó tallos que sobrevivieron al incendio, los cuales fueron muriendo a partir del día 45 y a lo largo del estudio, la única especie que entró en floración fue *S. americanus*, la cual se encontró en floración a partir del día 31.

### 2.1.2 Revisión de informes y memorias

La RNT (2001), en el análisis de la biomasa de *S. totora* indica un promedio de 4.56 Kg/m<sup>2</sup>, que corresponde a 45,6 ton/ha, durante el año el comportamiento del nivel del lago fue relativamente estable hasta concluir el año con la cota del nivel del lago de 3 809.59 msnm próximo al promedio de la cota histórica, la biomasa presenta diferencias altamente significativas entre los diferentes meses del año, presentando mayor biomasa los meses de diciembre, julio, octubre y setiembre y menor en enero, agosto, febrero, mayo, junio, marzo y noviembre, por otro lado en condiciones del lago desfavorables con respecto al nivel del lago con un descenso del nivel del lago hasta 1.68 metros correspondiente a la cota de 3808.32 msnm, la RNT (2000) registra una valor de biomasa verde de 2.59 kg/m<sup>2</sup>; empero evaluaciones del año 1999 registran un promedio de 4.71 Kg/m<sup>2</sup> de biomasa verde, esto debido a que el muestreo fue realizado en “Quilli” o totoral de mayor desarrollo.

Según la RNT (2001), reporta que la altura promedio del tallo de totora es 1.67 metros entre un rango de 0.69 metros para el primer trimestre del año y una

longitud máxima de 2.50 metros correspondiente al último trimestre del año, la variación en longitud de los tallos se inicia con tallos de cinco o más centímetros hasta llegar a encontrar tallos mayores de 2.75 metros, la RNT (2000) registra que la longitud promedio de los tallos de totora fue de 1.36 metros, con un rango mínimo de 87 cm para el mes de marzo y 1.72 metros en el mes de mayo, sin embargo para año 1999 la longitud del tallo de totora fue de 1.27 metros, es necesario indicar que el grosor del tallo de totora tiene relación directa entre el crecimiento y desarrollo de la totora y este a su vez relacionado con las condiciones del nivel lago, precipitaciones y presencia de bajas temperaturas “heladas” que afectan el ápice del tallo e inicia un proceso de retardo del crecimiento.

La RNT (2001), afirma que existe diferencia significativa del grosor del tallos entre meses, con un promedio de 1.02 cm, con una variación de 0.66 cm a 1.49 cm., debido al proceso de crecimiento y desarrollo los meses de mayor grosor del tallo de la totora son diciembre, setiembre, octubre, julio y noviembre, y demuestra que la fase de desarrollo de la totora se inicia en el mes de julio hasta finalizar el año, mientras la fase de crecimiento corresponde a los meses con menor grosor del tallo, es decir los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio. Esta variable de análisis también es influenciada por las bajas temperaturas sobre los tallos de totora, los que afectan el ápice de los tallos, lo cual detiene el crecimiento e inicia el desarrollo de los tallos y consecuentemente presentan mayor diámetro o grosor.

RNT (2003<sup>a</sup>), reporta que el promedio de biomasa verde es de 4.7 kg/m<sup>2</sup>, para los meses de enero y febrero, esta tiene una relación directa con el número de tallos así por ejemplo una muestra con 4 Kg/m<sup>2</sup> de biomasa tiene aproximadamente de 110 a 113 tallos, en cambio una muestra evaluada con 9 Kg/m<sup>2</sup> presenta aproximadamente 244 tallos, así mismo durante el bimestre se afirma que 147 tallos m<sup>2</sup> tiene una longitud de tallo de 221 cm, con un diámetro de 1,4 cm y un promedio de inflorescencias de 22, seguidamente el promedio de biomasa verde para marzo y abril es 4,4 kg/m<sup>2</sup>, estimando que 161 tallos m<sup>2</sup> presentan una longitud de tallo de 108 cm con un diámetro de 0,8 cm y el número de tallos que presenta inflorescencia en promedio es 56.

RNT (2003<sup>b</sup>) registra para el mes de julio un valor de 5.4 kg/m<sup>2</sup>, un estimado de 132 tallos m<sup>2</sup>, la longitud promedio del tallo evaluado es de 223 cm, con un diámetro de 1,4 cm y un promedio de 29 tallos con inflorescencia y para el mes de agosto 5.09 kg/m<sup>2</sup>, 137 tallos m<sup>2</sup>, una longitud de tallo de 217 cm, un diámetro de 1,5 cm y un promedio de 21 tallos con inflorescencias, seguidamente los meses de setiembre y octubre 6.16 kg/m<sup>2</sup> de biomasa verde, 139 tallos m<sup>2</sup>, una longitud de tallo de 239 cm, un diámetro de 1,54 cm con un promedio de 17 inflorescencias y para los últimos meses noviembre y diciembre se registró 6.6 kg/m<sup>2</sup> de biomasa verde, 143 tallos por metro cuadrado, una longitud de tallo de 245 cm con un diámetro de 1,5 cm y un promedio de 27 tallos con inflorescencias.

## 2.2 MARCO TEORICO

### 2.2.1 Características del Lago Titicaca

En las zonas de altitud inferior a 4 000 msnm, las temperaturas medias anuales varían entre 7 y -10 °C. Alrededor del lago mismo, las temperaturas son sin embargo superiores a 8 °C debido al efecto térmico de la masa del agua del Lago Titicaca, el conjunto de la cuenca recibe una precipitación de 758 mm/año, o sea un volumen de 43,6x10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>; la lluvia media interanual sobre la totalidad del lago es de 880 mm/año, que representa un volumen de agua de 7,47 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/año, equivaliendo a un caudal de 236,7 m<sup>3</sup>/s; las diferencias de nivel en el curso de un mes son en general máximas en febrero con un valor medio de 0,26 m, corresponden entonces al fuerte ascenso de las aguas provocado por el máximo de los aportes globales de las lluvias y de los tributarios y las diferencias mensuales mínimas de nivel tienen lugar generalmente en diciembre y abril, correspondiendo a los escalonamientos de los niveles mínimo y máximo anuales (MINAN 2013)

### 2.2.2 Limnología del Lago Titicaca

El ecosistema acuático en equilibrio es ideal para la vida en general y sus interacciones, pero al ser afectado por cualquier contaminante como por productos de desecho de una población urbana, este ecosistema se altera, entrando en acción procesos diversos, la materia orgánica de la bahía interior de puno proviene de dos fuentes: de origen autóctono a causa de que sintetiza esta materia orgánica y es descompuesta en el mismo cuerpo de agua; origen alóctono, por que se encuentra, en gran cantidad en los desechos domésticos (Norcote, *et al.* 1991).

La calidad de agua del Lago Titicaca, es muy buena en forma global, a pesar de ello hay polución que felizmente está restringida a unas cuantas áreas localizadas, probablemente la más seria sea la bahía interior peligrosamente mala calidad de agua (Norcote, *et al.* 1991).

### 2.2.3 Taxonomía y ecología de *Schoenoplectus tatora*

*Schoenoplectus tatora* (N. M. Kunth) pertenece a la familia Cyperaceae, esta familia incluye una amplia cantidad de especies de humedal, siendo la segunda familia con mayor aporte de riqueza de especies acuáticas (176 especies) luego de Podostemaceae (Chambers *et al.* 2008), posición taxonómica de la totora *Schoenoplectus tatora* (Collot, 1981).

|              |  |
|--------------|--|
| Dominio      | : Eucarya                                  |
| Reyno        | : Plantae                                  |
| División     | : Phanerogamae                             |
| Sub división | : Angiospermae                             |
| Clase        | : Monocotyledoneae                         |
| Super orden  | : Glumiferas                               |
| Orden        | : Cyperales                                |
| Familia      | : Cyperaceae                               |
| Género       | : <i>Schoenoplectus</i>                    |
| Especie      | : <i>tatora</i>                            |
| N.C.         | : <i>Schoenoplectus tatora</i> Kunth Palla |
| N.V.         | : Totora                                   |

### 2.2.4 Morfología

*Schoenoplectus tatora* es una planta rizomatosa, con tallo trígono de hasta 3 m de altura, hojas reducidas a vainas basales, la flor carece de pétalos y sépalos, inflorescencia en antelas compuestas, que florece de setiembre a enero y el fruto

es un aquenio plano convexo (Lombardo 1984, Goyzueta *et al.* 2009, Alonso-Paz 1997). Durante la primavera y comienzo del verano se da el mayor crecimiento de *S. tatora* (Oliveira & Nhuch 1986, Pratolongo *et al.* 2008).

### **2.2.5 Distribución**

La totora se distribuye en diferentes lugares del Lago Titicaca en Bolivia en el Lago Poopo ocupando dos tercios del territorio correspondiente a aguas poco profundas y un tercio en aguas profundas y en el Perú se tiene la mayor extensión de totorales se encuentra en el golfo comprendido entre las penínsulas Capachica y Chucuito (INRENA, 2003).

### **2.2.6 Crecimiento de la totora**

La totora crece normalmente entre 2.5 y 4.5 metros de profundidad (Collot, 1981), alcanzando su máximo crecimiento en épocas de lluvias (enero, febrero y marzo), época donde la floración es mayor, llegando a su edad madura a los 4 años y según sea la profundidad de su hábitat, en aguas superficiales de 2 a 3 años, pero en aguas profundas tarda de 4 a 5 años, además se considera que no se puede precisar que años tienen que pasar para que se considere vieja o senil (Goyzueta *et al.*, 2009).

### **2.2.7 Perspectivas en torno al concepto de sustentabilidad**

Actualmente se promueve un uso sustentable de los recursos naturales en varios escenarios que van desde predios particulares a áreas protegidas, las áreas protegidas son un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado mediante medios legales u otros medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza, sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (Dudley, 2008).

Satisfacer las necesidades de la generación presente son comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades fue la definición original del desarrollo sustentable, las características intrínsecas del concepto de sustentabilidad han llevado, por un lado, a formar teorías muy generales y poco aplicables, y por otro lado emplear evaluaciones con sesgos en las diversas disciplinas, el concepto sustentabilidad tiene dos visiones complementarias, en el caso de ecosistemas naturales, se debería focalizar en la integridad biológica del mismo y de los procesos ecológicos que allí ocurren,

mientras que en ecosistemas antropizados, se debería priorizar la salud del ecosistema, mediante usos que sean compatibles con la conservación de la biodiversidad (Callicott & Munford, 1998).

La sustentabilidad económica hace énfasis en el mantenimiento del stock del capital natural (reserva de bienes o servicios que adquieren un valor para el futuro), mediante un impuesto al uso exhaustivo del capital natural, lo cual conllevará a la conservación de los recursos e incrementará el precio del mismo, induciendo a rápidos cambios tecnológicos, las tasas de extracción no pueden exceder las tasas de regeneración del recurso, así mismo el uso de recurso no renovables se debería complementar con proyectos de usos renovables (Foladori & Tammasino, 2000).

## **2.2.8 Biomasa, crecimiento y humedales**

### **2.2.8.1 Biomasa**

La biomasa se refiere a la cantidad de materia viva existente por unidad de volumen o por unidad de superficie, puede expresarse en peso fresco total, después de secar o descontar el agua, en ambos casos su medición es en gramos por metro cuadrado ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ), otra forma de interpretación de biomasa puede ser como peso de algún elemento característico de la vida (Margalef, 1983).

Un factor que pondría regular la producción de biomasa es la cantidad de horas acumuladas de insolación directa (heliofanía). De esto depende la cantidad de energía disponible, que las plantas utilizaran para realizar la fotosíntesis y generar biomasa vegetal. Así, a mayor cantidad de horas de sol las plantas responderán incrementando la biomasa vegetal (Faccio, 2011)

### **2.2.8.2 Crecimiento**

Al evaluar el crecimiento de la totora, se determinó que el comportamiento de esta planta está ligado a los cambios climáticos que se presentan en la zona, observando un crecimiento retardado en los meses de mayo – agosto, desarrollando hasta  $0.5\text{cm}/\text{día}$ , esto debido a la presencia de heladas, presentan una coloración amarillenta con tendencia a café, características necróticas; mientras que en los meses de septiembre a diciembre presenta un crecimiento normal registrado en  $1.0\text{ cm}/\text{día}$  por día, con características de rebrotes y durante

los meses de enero – abril se presenta el máximo desarrollo y crecimiento del tallo, con índices de 1.5 cm/día (ALT 2003).

La totora se propaga por semillas y por trasplante de vástagos o retoños, que son prolongaciones de rizomas; en la reproducción vegetativa mediante vástagos o retoños pudiendo observar que a más o menos tres prenden, al año florecen y a los dos años ocupan un área de 0.25m<sup>2</sup> aproximadamente, por otro lado totora alcanza su mayor crecimiento en épocas de lluvia o vale decir en los meses de enero, febrero y marzo época que la floración también es mayor (Galiano, 1987).

En la totora trasplantada en aguas residuales se observó que la floración de la totora se inició a los tres meses de trasplantando presentando a 15 cm de altura desde la superficie del agua, llegando a su floración final a los 8 meses cuando los tallos se amarillean y caen la semillas, para llegar a la floración final se contó hasta 8 fases de procesos de floración (Canales, 1991).

### 2.2.8.3 Humedales

Es un ecosistema que presenta condiciones de inundación, con un sustrato predominante saturado o cubierto por una capa somera de agua somera (Corwardin *et al.* 1979) en donde dominan los procesos anaeróbicos y la vegetación presenta adaptaciones para tolerar dichas condiciones (Keddy 2000).

Dentro de las funciones se encuentra la regulación hidrológica se da por recarga de agua subterránea, protección de la línea de costa, mitigación de inundaciones y erosión, además los procesos biogeoquímicos que ocurren en el humedal como sedimentación y reducción del sulfato, promueve en la calidad de aguas (Cronk & Fenessy 2001). El humedal es hábitat para diversos organismos, este sitio de alimento y anidamiento para las aves, sustrato para algas epífitas y microorganismos, para invertebrados y peces juveniles (Scheffer 1998). Las funciones biológicas del humedal benefician a la sociedad y proveen de recursos naturales, además de ser sitio recreación y poseer alto valor paisajístico.

Los humedales pueden clasificarse de diferentes formas entre los objetivos de la clasificación se encuentra la descripción de la estructura y funcionamiento, la estimación de la funciones ambientales y la evaluación de los bienes y servicios para la sociedad (Malvárez & Lingua 2004), la clasificación más simple



diferencia cuatro tipos de humedales según la vegetación dominante: Bosque inundable (“swamp”), bañado (“marsh”), arbustal inundable (“bog”) y pradera inundable (“fen”) (Keddy 2000), por otro lado Cowardin señala la clasificación jerárquica separándolo según el tipo de sistema (marino, estuario, fluvial, lacustre, palustre), subsistemas (submareal, intermareal, permanente, temporario) y clase (fondo, costa, lecho, formación vegetal, predominante), la los criterios de clasificación Ramsar (2009) en humedales se basa en la singularidad de los sitios, presencia de especies endémicas o amenazadas y la importancia para las aves acuáticas y peces, con un orden jerárquico según tipos de sistema (marino costeros continentales y artificiales), clasificar permite agrupar según similitudes, facilita la comparación y es la base para el desarrollo de una estrategia del manejo del sistema.

### **2.2.9 Características morfológicas de la totora**

Planta herbácea emergente, perenne; y pese a su implantación en una zona relativamente poco profunda, el funcionamiento metabólico de esta especie es esencialmente aéreo

#### **2.2.9.1 Rizoma:**

Tallo grueso con hojas escamosas que crecen bajo la tierra, de forma horizontal presenta una textura esponjosa de color rojo oscuro, en la parte inferior el rizoma escamoso presenta un color amarillo brillante; existen yemas, sitios donde nacen raíces adventicias que sirven para fijar la planta, estas yemas dan lugar a nuevos brotes, el cuerpo de los rizomas puede variar de espesor desde 0.5 a 40 cm. (Goyzueta *et al*, 2009).

#### **2.2.9.2 Tallo:**

El tallo aéreo es de forma triangular, carece de ramificación pues no tienen nudos. Los tallos superan los 3 m de altura, alcanzando 5 m de longitud desde el fondo (la parte emergida se eleva de 1 a 2 m encima del agua). La totora está formado por un tallo primario subterráneo siendo este un rizoma llamado “Siphi”, (rizoma maduro) de color café brillante y la Sacca (rizoma tierno) es de color blanco marfil brillante, de consistencia esponjosa, el tallo aéreo de la totora presenta un meristemo terminal que determina el crecimiento en la longitud (Goyzueta *et al*, 2009).



### 2.2.9.3 Hojas:

Las hojas se forman a nivel del nacimiento de los tallos, es decir a nivel donde se desprende el tallo aéreo del rizoma y se caracterizan por ser verticiladas de vaina entera y larga, con borde enteros y rectinervios (Goyzueta *et al*, 2009).

### 2.2.9.4 Inflorescencia:

La totora desarrolla inflorescencia en umbella, con umbelillas dispuestas en sus ejes terminales, el número de flores en cada eje terminal está cubierto de una bráctea escamosa de color marrón de 3 a 5 mm de longitud (Goyzueta *et al*, 2009).

### 2.2.9.5 Flores:

Presenta flores completas; sus verticilos externos están compuestos por cuatro escamas que hacen las veces de perigonio haploide como en algunas dicotiledóneas y en este caso vendrían a ser como las glumas de las gramíneas tomando una disposición parecida al trigo, el perigonio es tetrámero actimorfo, el androceo está dispuesto en dos verticilos recubiertos por unas escamas, cuya base es blanquecina y que protege concretamente a 3 estambres cuyo filamento estaminal es corto y la antera alargada siendo el número de estambres 12, dispuestos en dos verticilos; (Goyzueta *et al*, 2009).

### 2.2.9.6 Reproducción.

La reproducción de la totora es sexual mediante semilla y asexual mediante vástagos, considerando que la segunda es la más utilizada por los mejores resultados, logrando un rápido prendimiento y desarrollo (PELT 2000).

## 2.2.10 Importancia de la totora

### 2.2.10.1 Importancia ecológica.

- **Alimento para la fauna silvestre:** La totora, como la macrófita más abundante del lago, tiene importancia en el mantenimiento del equilibrio dentro del ecosistema, como el organismo vegetal de mayor productividad en la red trófica de este sistema acuático natural, en primer lugar cabe destacar que la totora cumple importante función al constituirse como alimento para diferentes especies de animales silvestres en el lago Titicaca, es así que las semillas de la totora son alimento para algunas especies de aves granívoras u omnívoras, tales como el “Chenko” *Agelaius thilius*, “totorero” *Phleocryptes melanops* y “siete colores”

*Tachuris rubrigastra*; además se ha observado ocasionalmente a la “pichitanka” *Zonotrichia capensis* alimentarse sobre las cabezuelas florales en totorales cercanos a las orillas (RNT 2000)

- **Hábitat para animales silvestres:** Los totorales como la vegetación más conspicua en el lago Titicaca, que constituye aproximadamente el 80% de la cobertura de la RNT, también proporciona hábitat a diferentes organismos de la fauna de vertebrados silvestres u de invertebrados, distintas aéreas de totorales son utilizadas para la construcción de nidos y búsqueda de refugio por la mayoría de aves, como las “chokas” *Fulica ardesiaca* y los “Tikichos” *Gallinula chloropus* construyen sus nidos utilizando tallos de esta planta en lugares de vegetación densa; así mismo se refugian en estas aéreas durante las noches y cuando necesitan esconderse de algún predador, igualmente ocurre con los “zambullidores” (Podicipedidae), el “mototo” *Pardirallus sanguinolentus* y “patos silvestre” como el “pato pana” *Oxyura Ferruginea* (RNT 2000), así mismo, el “siete colores”, el “totorero” y el “chenko” construyen sus nidos sobre tallos aéreos de la totora, utilizando las hojas membranosas, además muchos peces del lago, se dirigen también hacia las áreas de totorales para depositar sus ovas ya sea utilizando el tallo sumergido como sustrato o por buscar zonas de mayor seguridad contra sus predadores (RNT 2001).

#### 2.2.10.2 Importancia para el poblador circunslacustre

- **Forraje para el ganado:** Cuando los totorales se encuentran en estado vegetativo de crecimiento y desarrollo, es decir cuando la totora es verde y tierna, los pobladores ribereños la utilizan en gran magnitud como forraje para su ganado. Los totorales en este caso, pueden ser aprovechados de dos maneras: la primera, haciendo sacas a través de cortes de totora, la cual es extraída en botes con ayuda de “quiminas” o “cajllunas” (cuchillos atados a palos de hasta dos metros o de 40 cm, a manera de guadañas u hoz) con los cuales se realiza los cortes aproximadamente a unos 35 cm por debajo de la superficie, luego la totora es juntada para formar los denominados “pichus” (atado de totora de manera que puede ser rodeado por ambos brazos de un hombre adulto), que pesan aproximadamente entre 12 y 14 Kg, una vez logrado varios “pichus”, estos son amarrados unos a otro y luego jalados con la lancha hasta llegar a la orilla; la segunda forma de aprovechamiento de la totora como alimento para ganado es

introduciendo a los animales (especialmente vacunos) hasta el mismo total., esto se hace cuando el nivel del lago empieza a descender y los retiran cuando se reinician las lluvias, es decir permanecen desde junio diciembre aproximadamente (RNT 2000).

- **Como alimento Humano.** La parte basal del tallo verde de la totora, es decir la porción que se encuentra debajo de la superficie del agua, adquiere una coloración blanquecina debido a que los rayos solares no llegan hasta estos y por lo tanto carecen de clorofila. A esta porción de totora, de unos 30 a 40 cm, los pobladores circunslacustres le denominan “chullo” y lo utilizan ampliamente para alimentación por consumo directo, su extracción, es juntamente con toda la longitud del tallo verde, pero esta vez no hacen cortes, sino es arrancada desde la raíz, por lo cual muchos campesinos no extraen el “chullo” de las zonas que conservan para alimentar su ganado, ya que su recuperación es difícil y lenta quedando el cuerpo esponjoso y blanco apto para consumo directo, se ha observado además que en zonas de totorales donde se proliferan plantas flotantes, como la “lenteja de agua” *Lemna giba*, el “chullo” logra tomar mayor desarrollo en cuanto a grosor y longitud (cuando el nivel del lago es alto) (RNT 2000).

**Como materia prima para construcción.** La gran mayoría de pobladores de las riberas del lago Titicaca utilizan la totora como materia prima en la construcción de viviendas y medio de transporte acuático (balsas), unos la utilizan solamente para los techos en viviendas de adobe y otros para la construcción total de la casa, tal como los pobladores Uros, y para la construcción de refugios provisionales (“chujllas”) con fines de pastoreo o de vigilancia de sus chacras en el caso de pobladores dedicados a la ganadería y agricultura (RNT 2000).

- La construcción de las balsas puede ser de diferentes tamaños, desde pequeñas de unos 2 m de largo, construidas con fines de cacería de aves silvestres del lago, hasta de 5 m de largo con fines de recreación turística tal como lo hacen los Uros.

- **Como leña.** La totora seca o amarilla es frecuentemente utilizada como leña, ya sea para atizar fogones en la preparación de sus diversas comidas o para calentar hornos de piedra donde se preparan las “huatias” de pescado.

- **Artesanía.** Especialmente los pobladores de los Uros, fabrican con la totora diversos utensilios y souvenirs, tales como adornos, sobrillas, cestos, balsas en miniatura, etc., los cuales se comercializan especialmente entre los turistas.

### 2.2.11 Resiliencia e incendios

Los incendios causan graves impactos en los ecosistemas. Entre ellos, podríamos mencionar la pérdida de especies, la modificación de la composición del suelo y el perjuicio para la calidad del aire local. Por otro lado, se ha observado que la vegetación de los humedales aparentemente resiste muy bien a los incendios y se recupera rápidamente después de estos eventos (Aponte 2015), en caso de *S. californicus* Salvia (2010) señala que con una intensidad de quema total los juncales se recuperaron parcialmente, y con una quema parcial la recuperación es mayor pero no alcanzan la densidad original, además se observó que los juncales con sustrato seco tuvieron la menor recuperación, debido a que los rizomas fueron mayormente afectados. Además se ha reportado que la perturbación del fuego favorece a las especies que tienen rasgos que les permiten establecerse y crecer rápidamente, ya que también existe la posibilidad de que el fuego elimine una mayor proporción de biomasa invasiva que podría restringir el crecimiento en sitios no quemados (Hoffmann et al. 2009).

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1 Dinámica de poblaciones

Se refiere al estudio de los factores y mecanismos que provocan cambios en el número y en la densidad de poblaciones en el tiempo y espacio (Odum 2006)

### 2.3.2 Biomasa

Cantidad de materia viva existente por unidad de volumen o por unidad de superficie, puede expresarse en peso fresco total, después de secar o descontar el agua, en ambos casos su medición es en gramos por metro cuadrado ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ). Otra forma de medir biomasa puede ser como peso de algún elemento característico de la vida (Margalef, 1983).

### 2.3.3 Densidad-dependiente.

Es el proceso de regulación del tamaño de una población por mecanismos que son controlados por ella misma (ej. disponibilidad de recursos) y que incrementan la

efectividad tanto como el incremento del tamaño de la población. (Neiff, Casco y Arias. 2003)

#### **2.3.4 Productividad primaria neta**

Tasa de materia orgánica almacenada en los tejidos vegetales, que excede al uso respiratorio por la plantas durante el periodo de medición (Odum 2006)

#### **2.3.5 Humedal**

Es un ecosistema que presenta condiciones de inundación, con un sustrato predominante saturado o cubierto por una capa somera de agua somera (Corwardin *et al.* 1979)

#### **2.3.6 Quema prescrita**

Son los incendios controlados por el hombre que favorecen a determinados organismos y ecosistemas, como a las praderas y pinos de hojas largas (Odum 2006)

#### **2.3.7 Degradación ambiental**

Transformación del medio ambiente, particularmente de los sistemas naturales, debido fundamentalmente a las actividades humanas que lo alteran, lo toman improductivo y rebajan la calidad ambiental (Sanchez 1987)

#### **2.3.8 Resiliencia.**

Se refiere a la capacidad de un ecosistema o conjunto de individuos para regresar a su estado normal después de una alteración o desastre ambiental (Camacho & Ariosa 2000)

#### **2.3.9 Perturbación.**

Situación de desorden temporal natural que sufre un organismo, población o paisaje, como consecuencia de valores extremos de una variable climática, biótica o química. (Neiff, Casco y Arias. 2003)

#### **2.3.10 Balance hídrico.**

Proceso de análisis mediante el cual se realiza un balance entre las disponibilidades de agua y los consumos o necesidades, también es el proceso de análisis mediante el cual se conoce la disponibilidad de agua en la naturaleza o en un territorio en un momento dado (Camacho & Ariosa, 2000)

### 2.3.11 Senescencia de tallos

La senescencia representa el grado de envejecimiento de los tallos, y nos da una idea de los cambios en los estadios de la planta (Aponte, 2015)

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en sector de Chucuito - Barco, Ubicado en el departamento de Puno, provincia de Puno, distrito de Puno, altitud 3820 msnm. El área de estudio abarco 250 m<sup>2</sup> para cada parcela (quemada y sin quema) (figura 1) La investigación tuvo un tiempo de duración de 9 meses: Diciembre, Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo Junio, Julio Agosto. Se buscó una parcela de totoral quemada de 250 m<sup>2</sup> y otra parcela aledaña no perturbada de la misma dimensión en el sector Chucuito – Barco. Al cabo de 15 días se realizaron las primeras evaluaciones, estableciendo 5 puntos de muestreo para cada parcela.

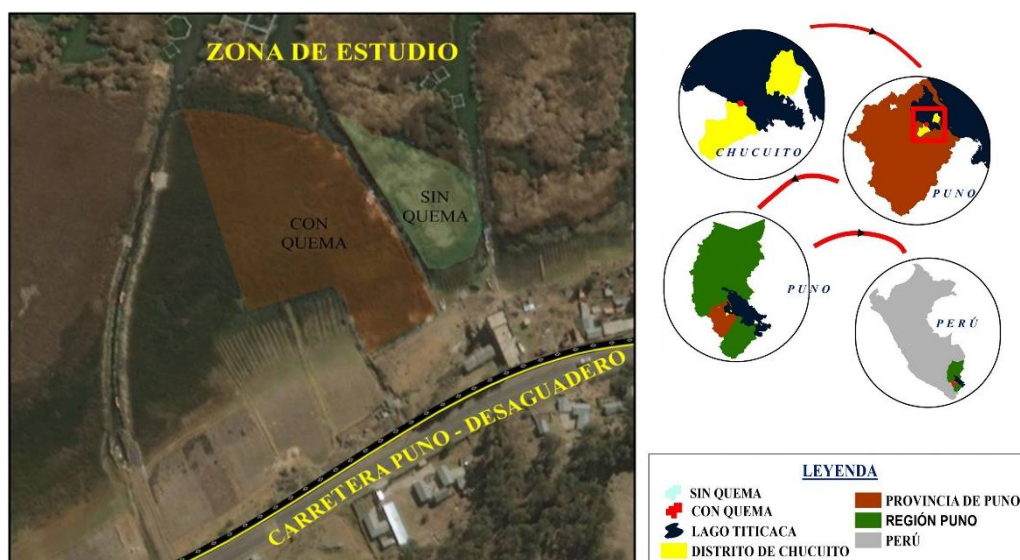


Figura 1. Ubicación zona de estudio. Chucuito, Barco. 2016

#### 3.2 Ubicación del estudio de laboratorio

Los análisis de las submuestras de totora para obtención de materia seca se realizaron en el laboratorio descentralizado del Instituto del mar peruano (IMARPE) sede Puno, ubicado en el distrito de Puno, provincia de Puno, durante los meses de Enero a Agosto.

#### 3.3 Frecuencia y horarios de evaluación

La evaluación se realizó semanalmente en los cuatro primeros meses (Enero, febrero, marzo y abril) y quincenal en los tres últimos meses (mayo, julio y agosto), en horarios matutinos de 7:00 am a 12:00 m.

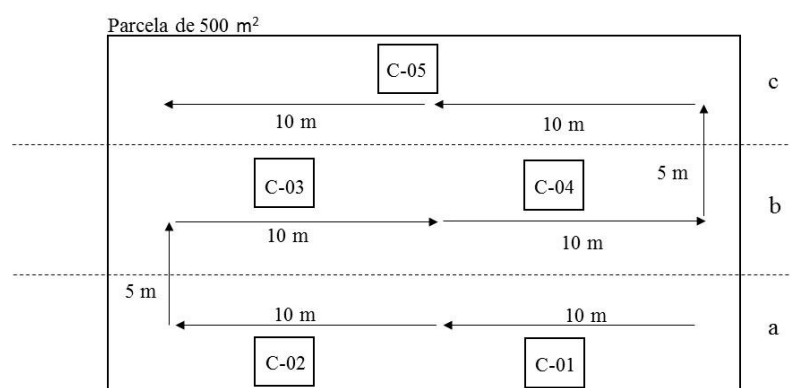


### 3.4 Métodos

#### 3.4.1 Determinación del efecto de la quema de totorales en la biomasa verde durante su desarrollo

Se utilizó el método de cuadrantes aleatorios de  $0.25 \text{ m}^2$  sobre los tallos de totora en la parcela quemada y la sin quema, estableciendo 5 cuadrantes en cada parcela por evaluación (figura 2), seguidamente se cortaron los tallos que se encuentran dentro del cuadrante con la ayuda de una segadora, denominada “Kaclo”.

Las variables evaluadas fueron: a) biomasa verde, la cual se calculó con el peso de los tallos verdes y b) biomasa seca que representa el peso de los tallos secos, estos pesajes se realizaron con apoyo de la balanza (marca: Mettler Toledo, modelo: ML 4002/01, calibración: Gesmin) (figura 16) se tomó en cuenta las profundidades, que fueron medidas con el fexómetro en cada cuadrante



**Figura 2.** Estructura del trayecto y ubicación de cuadrantes aleatorios ( $0.25 \text{ m}^2$ ) por zonas en la parcela de totoral quemada y sin quema, Barco Chucuito. a. Próxima a la orilla, b. intermedia y c. lejana a la orilla

Para la determinación de la materia seca se tomó una submuestra de 10 tallos de cada cuadrante aplicado, los cuales fueron cortados y empaquetados en bolsas zip para conservar la humedad de los mismos.

Posteriormente se llevaron al laboratorio del IMARPE, para colocarlos en la estufa (marca: Venticell, modelo: LSIS-B2V/VC111, calibración: Gesmin) (figura 17) a  $70^\circ\text{C}$  por 48 horas (Cronk & Fennessy 2001). Terminado este proceso se pesaron y se registraron los datos.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante el software SPSS 22.0. En él se realizó el análisis de ANOVA, diseño bloque completo al azar (DBCA) para



determinar si existen diferencias significativas según condición (entre la parcela quemada y la sin quemar) y según los meses de evaluación.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación j-ésima del nivel i       $\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto el i-ésimo nivel del factor       $\varepsilon_{ij}$  = error aleatorio independiente  $N(0, \sigma)$

### 3.4.2 Determinación del efecto de quema de totora en el crecimiento durante su desarrollo.

Se utilizó el método de cuadrantes aleatorios de 0.25 m<sup>2</sup> sobre los tallos de totora en ambas parcelas (5 cuadrantes), los cuales se cortaron con apoyo del Kaclo, seguidamente se contó el número de tallos verdes por cuadrante (densidad) en ambos casos y se seleccionaron diez tallos al azar.

Las variables evaluadas en estos diez tallos fueron: a) longitud del tallo, la cual se midió desde el nivel del corte hasta el ápice del tallo con el apoyo de un flexómetro con aproximación a milímetros y b) diámetro del tallo, el cual se midió lo más cercano al borde de la base del corte con la ayuda de un vernier con aproximación a milímetros. Con una repetición semanal los cuatro primeros meses y quincenal los tres últimos meses.

Por otro lado para la determinación de la velocidad de crecimiento se establecieron cuatro subparcelas de 0.25 m<sup>2</sup> que no fueron perturbadas, ni intervenidas tanto en la parcela de totoral quemada como en la sin quemar, donde se marcaron cinco tallos al azar, que fueron diferenciados por cintas de colores (azul, rosado, verde, morado y anaranjado). En este caso todas las plántulas seleccionadas tuvieron longitudes menores a 50 cm de la superficie del agua.

Fue necesario tener en cuenta el estado vegetativo de la planta, para posteriores análisis, así como también la profundidad de la toma de muestra, que es obtenida al sumergir el flexómetro hasta tocar el lecho acuático. Todos estos datos fueron registrados en formatos de monitoreo.

Para comparar el crecimiento de los tallos verdes en longitud y diámetro entre ambas parcelas (con quema y sin quemar) y según meses de evaluación se utilizó el análisis estadístico ANOVA en diseño bloque completo al azar (DBCA), en el software SPSS 22.0

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde

$Y_{ij}$  = observación j-ésima del nivel i

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto el i-ésimo nivel del factor

$\varepsilon_{ij}$  = error aleatorio independiente  $N(0, \sigma)$

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 4.1 Efecto de la quema en la biomasa de la totora *Schoenoplectus tatora* durante su desarrollo.

###### 4.1.1 Biomasa verde

La biomasa verde en la parcela de totoral quemada, en los primeros meses de evaluación (enero y febrero) presentan valores mínimos que en general no supera en  $2 \text{ kg/m}^2$ , por otra parte la biomasa verde de la parcela sin quema presenta valores mayores a  $4 \text{ kg/m}^2$  (figura 3). Sin embargo en las primeras semanas del mes de abril presentan valores similares que oscilan desde  $4$  a  $6 \text{ kg/m}^2$  y para finales de mes de abril y mayo la parcela quemada se sobrepone con valores mayores a  $6 \text{ kg/m}^2$ , superando de este modo la biomasa verde de la parcela de totoral sin quema. Es preciso resaltar que en la parcela sin quema se evidenció mayor número de tallos secos, lo que generó el descenso en la biomasa verde. Observamos también que para los meses finales (julio y agosto) ambas parcelas (con quema y sin quema) ostentan valores mínimos y similares de biomasa verde ( $< 1 \text{ kg/m}^2$ ), esto se debe al efecto del régimen hidrológico (ausencia de precipitaciones pluviales y nivel de profundidad de agua) en ambas parcelas durante estos meses.

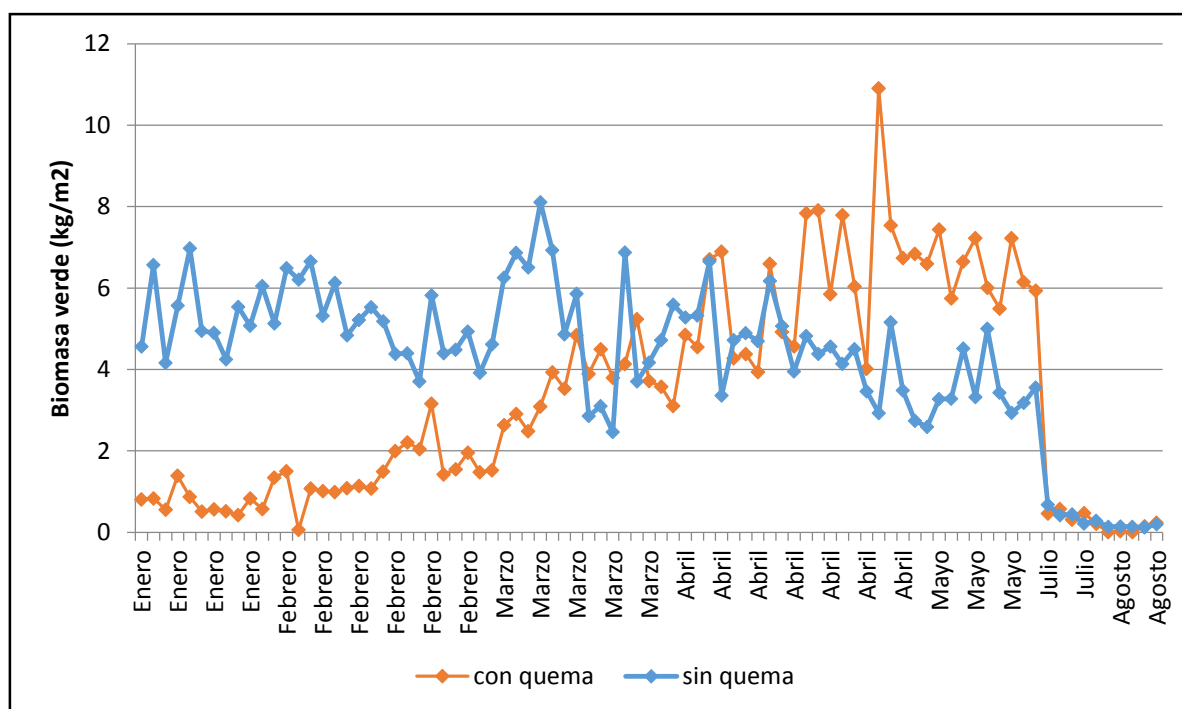
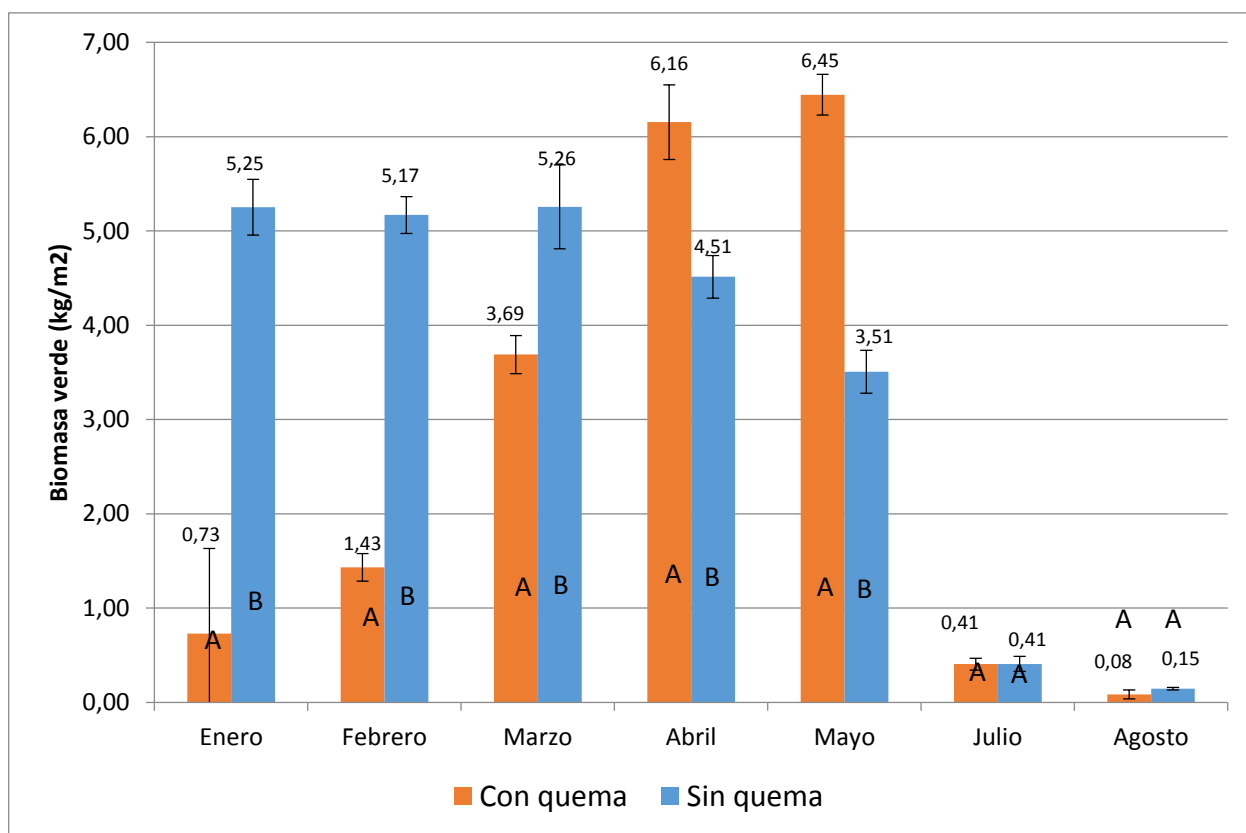


Figura 3. Fluctuaciones de la biomasa verde por muestreo en la parcela de totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016.

En relación a la variación temporal Sabaj (2011) señala que a mediados de verano (época de lluvia) se registraron valores significativamente mayores de biomasa verde de *S.californicus* ( $1146.25 \pm 337.59 \text{ g/m}^2$ ) respecto a los demás muestreos en distintas épocas, percibiendo que el material seco aumentó significativamente en otoño tanto en densidad de tallos secos ( $78.00 \pm 32.11 \text{ tallos/ m}^2$ ) como en biomasa seca ( $327.69 \pm 145.08 \text{ g/m}^2$ ), corroborando los mayores valores de biomasa verde para el total sin quema en los meses de enero, febrero y marzo, donde se tuvo la mayor precipitación 97.1, 184.6 y 24.6 mm respectivamente (cuadro 3) y las menores cantidades de biomasa a finales de abril, mayo, Julio y Agosto, meses en donde existen menores precipitaciones. Por ello se debe de tener en cuenta las precipitaciones, profundidad de agua y el nivel del lago, puesto que el régimen hidrológico es uno de los principales factores que determinan la composición, distribución y diversidad de plantas en humedales (Cronk & Fennessy 2001). Por otra parte y en contraposición en los primeros meses de evaluación la parcela quemada presenta valores mínimos de biomasa verde porque se encuentra en una etapa de regeneración de los tallos verdes y por consecuencia de biomasa verde. Sin embargo la RNT (2003) registra mayores valores de biomasa verde para los meses de julio, agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre, siendo contrario al comportamiento de ambas parcelas (quemada y sin quema) que presentan valores mínimos de biomasa verde en los meses de julio y agosto, esta condición se da porque en la RNT los totales se encuentran con mayor disponibilidad de agua (en espejo de agua) y a mayores profundidades y por tanto el crecimiento y desarrollo es permanente.

Comparando la variación de biomasa verde en la parcela de total quemada y la no quemada en relación a los meses con la prueba de Tuckey para muestras independientes ( $\alpha=0.05$ ), se ve significativamente diferenciada (Anexo 02); en el mes de enero el total quemado tiene un valor promedio de  $0.73 \text{ kg/m}^2$ , por el contrario la parcela no quemada asume un valor superior de  $5.25 \text{ kg/m}^2$  de biomasa verde, esta posición se observa constante hasta el mes de marzo, mes en que la parcela no quemada llega a su mayor biomasa verde ( $5.26 \text{ kg/m}^2$ ) y a partir de ahí se observa un descenso en los posteriores meses, esto debido al mayor número de tallos secos que presenta frente a los tallos verdes. En los meses de abril y mayo el valor de biomasa verde de la parcela quemada llega a su mayor valor ( $6.16$  y  $6.45$

kg/m<sup>2</sup> respectivamente) contraponiéndose a la parcela no quemada; Sin embargo en los meses de julio y agosto la diferencia es equivalente o no significativa (Figura 4).



**Figura 4. Variaciones de la biomasa verde mensual en totoral quemado y sin quema, Barco Chucuito. Las barras indican biomasa promedio con su error estándar y letras diferentes entre barras por mes indican diferencias significativas a la prueba de t ( $\alpha=0.05$ ).**

En otros estudios se demostró una rápida recuperación de la vegetación después del incendio, para el caso particular de *S. Americanus* (Aponte 2016). Este fenómeno también se observa en el presente estudio, notando que la parcela quemada a partir de enero tiene un incremento acelerado en cuanto biomasa verde, superando a la parcela sin quema en los meses de abril y mayo, esta condición se puede dar porque en la parcela que no sin quema el número de tallos secos aumenta progresivamente, lo que limita la mayor biomasa verde. Se ha reportado que la perturbación por fuego favorece a las especies que tienen rasgos que les permiten establecerse y crecer rápidamente, ya que también existe la posibilidad de que el fuego elimine una mayor proporción de biomasa invasiva que podría restringir el crecimiento en sitios no quemados (Hoffmann et al. 2009). Por otro lado a los 150 días aproximadamente

el totoral con quema supera a la parcela no quemada y partir de aquí sus biomásas son similares en los posteriores meses. Comparando con otro tipo de disturbio (corte) el restablecimiento de un juncal (*S. californicus*) a los 180 días del corte del juncal extraído presenta valores significativamente menores que el control en biomasa verde ( $545.56 \pm 182.28$  y  $955.58 \pm 209.99$  g/m<sup>2</sup> respectivamente) (Sabaj 2011), sin embargo las condiciones físico químicas y ambientales del entorno como el ph, salinidad, temperatura, entre otros pudieron influir en este resultado; como reporta Faccio (2011), las horas acumuladas de insolación directa (heliofanía) pondría a regular la producción de biomasa. De esto depende la cantidad de energía disponible, que las plantas utilizaran para realizar la fotosíntesis y generar biomasa vegetal. Así, a mayor cantidad de horas de sol las plantas responderán incrementando la biomasa vegetal.

Comparando la biomasa verde entre los meses según condición (con quema y sin quema) con el análisis de varianza diseño de bloque completo al azar (DBCA) (Anexo 02), observamos que existen diferencias significativas en la parcela quemada ( $F=79.1$ ,  $g.l=6$ ,  $p < 0.05$ ) y en la parcela sin quema ( $F=30.9$ ,  $g.l=6$ ,  $p < 0.05$ ) por tal razón utilizamos la prueba de contraste de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ). Según ello la parcela de totoral quemada, durante los meses de enero, febrero, julio y agosto poseen valores similares o relativamente homogéneos de biomasa verde, con rangos de 0.08 a 1.43 kg/m<sup>2</sup>, estos valores se presentan porque en los dos primeros meses el totoral se encuentra en la fase de crecimiento (brote y rebrotes de tallos verdes post quema) teniendo un tamaño menor en los tallos y en los dos últimos meses la fase de senescencia (mayor número de tallos secos frente a los tallos verdes). Por otro lado los valores más altos de biomasa verde se observan en los meses de abril y mayo con rangos de 3.69 a 6.16 kg/m<sup>2</sup>, esto debido a que en estos meses se alcanza la fase de desarrollo y maduración de totoral en la parcela quemada, presentando por tanto mayor biomasa verde.

Por otro lado en la parcela de totoral sin quema se presentan valores mínimos con rangos de 0.15 a 0.41 kg/m<sup>2</sup> en los meses de los meses de julio y agosto, debido al mayor número de tallos secos; en contraposición en los meses de enero, febrero y marzo se observan valores desde 5.17 a 5.26 kg/m<sup>2</sup> de biomasa verde, esto debido a que esta parcela no tuvo perturbación alguna por el efecto del fuego.

Del mismo modo comparando el coeficiente de variación encontramos que la parcela quemada tiene mayor valor 30.87%, lo que indica que existe mayor heterogeneidad de biomasa verde con respecto a los meses de evaluación en comparación con la parcela sin quema (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Variación mensual de biomasa verde según condición, Barco Chucuito.

| Meses \ Condición | Biomasa verde (kg/m <sup>2</sup> ) |                |
|-------------------|------------------------------------|----------------|
|                   | Con quema                          | Sin quema      |
| Enero             | 0.73 ± 0.90 c                      | 5.25 ± 0.29 a  |
| Febrero           | 1.43 ± 0.15 c                      | 5.17 ± 0.19 a  |
| Marzo             | 3.69 ± 0.20 b                      | 5.26 ± 0.44 a  |
| Abril             | 6.16 ± 0.40 a                      | 4.51 ± 0.23 ab |
| Mayo              | 6.45 ± 0.22 a                      | 3.51 ± 0.23 b  |
| Julio             | 0.41 ± 0.06 c                      | 0.41 ± 0.08 c  |
| Agosto            | 0.08 ± 0.05 c                      | 0.15 ± 0.01 c  |
| <b>Promedio</b>   | <b>2.706 B</b>                     | <b>3.465 A</b> |
| <b>CV (%)</b>     | <b>30.87</b>                       | <b>24.78</b>   |

**Fuente.** Elaboración propia

Promedios con letras diferentes entre meses (filas) indican diferencias significativas a la prueba de Tuckey ( $p < 0.05$ ). En el promedio general letras distintas entre columnas indican que existen diferencias significativas según la condición (Anexo 03).

El diseño de bloque completo al azar demostró que existen diferencias significativas ( $F = 17.069$ ,  $g.l=1$ ,  $p < 0.05$ ) según condición entre la biomasa verde de la parcela de ttotal quemada y la parcela no quemada (Anexo 03), siendo la parcela sin quema la que presenta mayor biomasa verde promedio en comparación con la parcela quemada (3.465 kg/m<sup>2</sup> y 2.706 kg/m<sup>2</sup> respectivamente). Comparando mensualmente ambas parcelas, los tres primeros meses la parcela quemada posee valores menores de biomasa verde con oscilaciones desde 0.73 a 3.69 kg/m<sup>2</sup> frente a 5.17 a 5.26 kg/m<sup>2</sup> en la parcela sin quema. Pero alcanza mayor biomasa verde en los meses de abril y mayo (6.16 y 6.45 kg/m<sup>2</sup> respectivamente) sobreponiéndose a la parcela sin quema (4.51 y 3.51 kg/m<sup>2</sup> respectivamente). Sin embargo en los meses de julio y agosto ambas parcelas presentan valores relativamente homogéneos o no significativos, en tanto la parcela sin quema asume los mayores valores de biomasa verde en los meses de enero, febrero y marzo, meses en los que el ALT (2003) reporta el máximo desarrollo y crecimiento del tallo y biomasa. Por otra parte en antagonismo en la Reserva

Nacional del Titicaca se registran los mayores valores en los meses de julio y agosto (5.4 kg/m<sup>2</sup> y 5.09 kg/m<sup>2</sup> respectivamente.) y los menores en los meses de enero, febrero (4 kg/m<sup>2</sup>), marzo y abril de 4.4 kg m<sup>2</sup> de biomasa verde (RNT, 2003). Mientras que en Nueva Zelanda, donde *S. californicus* es una planta exótica, alcanza valores de biomasa verde de 2100 ± 270 g/m<sup>2</sup> y aún más altos en humedales construidos (> 5 kg/m<sup>2</sup>) (Lange *et al.* 1998)

**4.1.2 Porcentaje de biomasa seca y verde**

La fracción de biomasa verde en la parcela quemada aumenta desde 89,73% en febrero hasta 97.26% en el mes de mayo, esto en relación al mayor número de tallos verdes encontrados, ya que los tallos secos fueron consumados durante la quema, por consecuencia la biomasa verde asciende a partir de este momento.

En la parcela sin quema ocurrió lo contrario, ya que la fracción de biomasa verde desciende a partir del mes de febrero de 87.92% hasta 39.41% en el mes de mayo, considerando que estas presentan elevada fracción de material seco, ya que estos permanecieron desde meses anteriores y al no ser quemados albergan mayor número de tallos secos (en comparación con la parcela quemada), ascendiendo esta porción seca progresivamente, llegando en el mes de mayo a 60.59% de biomasa seca, lo que nos conlleva a señalar que la quema de totorales favorece en la supresión de tallos secos y la regeneración de tallos verdes.

Empero en los meses de julio y agosto ambas parcelas poseen rangos mayores a 80% de biomasa seca, esto debido a la ausencia de disponibilidad hídrica que existe en ambas parcelas. (Cuadro 2)

**Cuadro 2.** Porcentaje de biomasa verde y seca mensual en totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco.

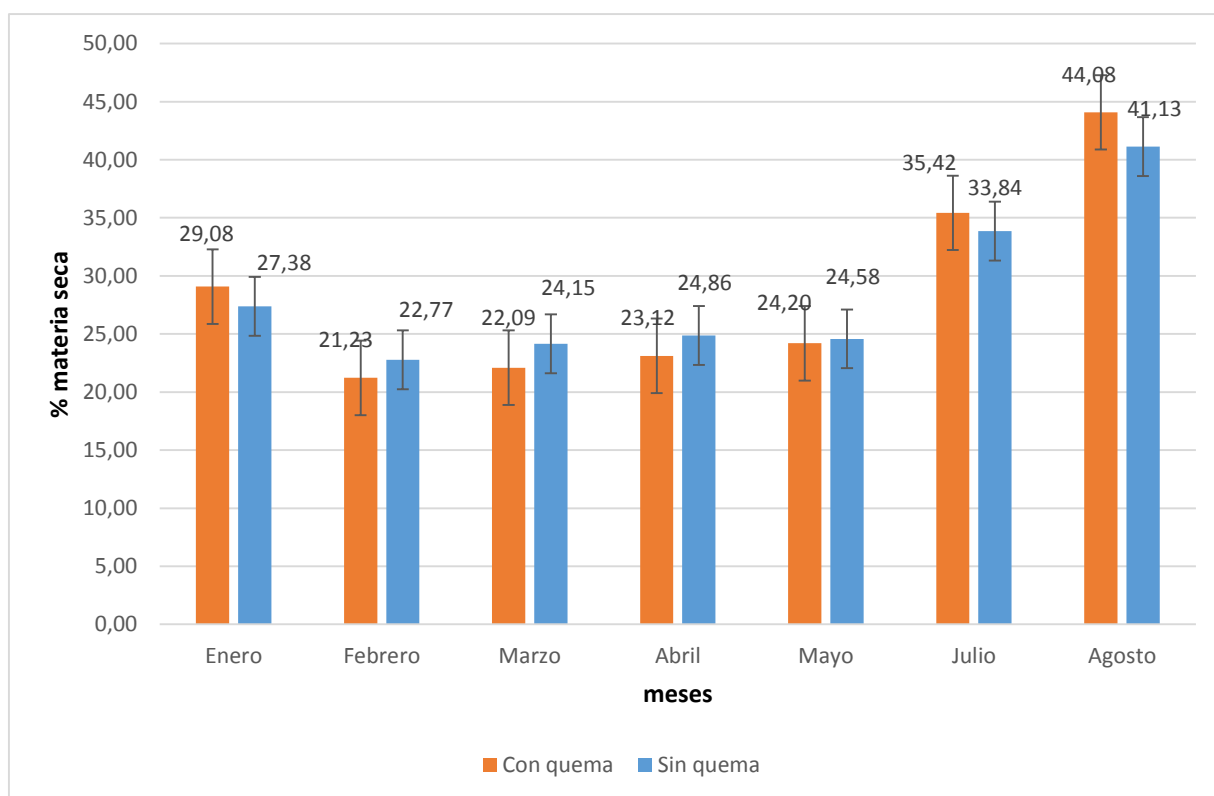
| Meses \ Condición | Porcentaje de biomasa (%) |       |           |       |
|-------------------|---------------------------|-------|-----------|-------|
|                   | Con quema                 |       | Sin quema |       |
|                   | Verde                     | Seca  | Verde     | Seca  |
| Febrero           | 89,73                     | 10,27 | 87,92     | 12,08 |
| Marzo             | 97,45                     | 2,55  | 80,94     | 19,06 |
| Abril             | 98,74                     | 1,26  | 63,98     | 36,02 |
| Mayo              | 97,26                     | 2,74  | 39,41     | 60,59 |
| Julio             | 15,01                     | 84,99 | 7,58      | 92,42 |
| Agosto            | 3,79                      | 96,21 | 7,51      | 92,49 |

**Fuente.** Elaboración propia



### 4.1.3 Contenido de humedad y materia seca

Los resultados del análisis en laboratorio de la materia seca mostraron que el rendimiento de materia seca se relacionó con los meses y la temporada de precipitaciones, en el mes de enero en la parcela de totoral quemada el porcentaje de materia seca es mayor (29.08 %) al de la parcela no quemada (27.38 %), aunque no significativo, a partir del mes de febrero ambas parcelas (parcela quemada y no quemada) pierden gran cantidad de materia seca, esto podemos atribuirlo al efecto hidrológico, puesto que en los meses de enero, febrero y marzo se tiene mayor cantidad de precipitaciones pluviales (Cuadro 3), que provocaron máxima acumulación de agua, incrementando la disponibilidad hídrica (profundidad) hasta el mes de mayo (Cuadro 4). Sin embargo en los meses de julio y agosto ambas parcelas presentan valores mayores a 33% de materia seca, que nos indicaría que en estos meses la cantidad de nutrientes es mayor en comparación a los primeros meses de evaluación ya que presentan menores valores de materia seca y mayor cantidad de humedad (Figura 5). En tal sentido podemos afirmar que la totora en su fase de crecimiento necesita mayor disponibilidad hídrica (porcentaje de humedad) para su crecimiento y maduración.



**Figura 5. Variación del porcentaje de materia seca mensual en el totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016.**

El análisis ANOVA en diseño de bloque completo al azar demostró que no existen diferencias significativas ( $F = 1.953$ ,  $g.l.=1$ ,  $p > 0.05$ ) entre el porcentaje de materia seca de la parcela de totoral quemada y la sin quemar (Anexo 4) Sin embargo existe diferencias significativas según los meses ( $F=69.7$ ,  $g.l.=6$ ,  $p < 0.05$ ), presentando en los meses de febrero y marzo los menores porcentajes de materia seca con rangos que oscilan de 21.23% a 24.15 % para ambas parcelas. Y los mayores porcentajes en los meses de julio y agosto con rangos de 33.84% a 44.08%. El porcentaje promedio de materia seca de *Schoenoplectus tatora* es de 12.5 g de peso que representa el 29.54% de materia seca (ALT 2013), teniendo un valor similar a la materia seca del totoral con quema que representa un valor medio de 28.8%.

Es de importancia señalar que durante los meses de Enero y febrero se tienen las mayores precipitaciones (97, 1 y 184,6 mm, respectivamente), es por ello que el nivel del lago asciende en el mes Marzo de 3809.154 a 3809.443 m.s.n.m y por lo tanto la profundidades promedio en ambas parcelas son mayores a 30 cm en este mes (cuadro 3), Sin embargo en los meses posteriores el nivel del lago desciende por la ausencia de precipitaciones, perdida de agua por evaporación y sumado a ello obras de ingeniería como la compuerta de regulación ubicado en el río Desaguadero y que pudieron influir en la biomasa verde, materia seca, porcentaje de humedad de las parcelas evaluadas, puesto que estas estaban ubicados en el ecotono (próximo a la orilla del lago).

**Cuadro 3.** Fluctuaciones de la precipitación total y temperatura media mensual, estación Puno, CP. 100010, 2016. Nivel del lago y variaciones mensuales de la profundidad en la parcela de totoral quemado y sin quema, Barco, Chucuito.

| Meses   | Precipitación total mensual (mm) | Temperatura media (°C) | Nivel del lago (m.s.n.m) | Profundidades (cm) |           |
|---------|----------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|-----------|
|         |                                  |                        |                          | Con quema          | Sin quema |
| Enero   | 97,1                             | 11,9                   | 3809.154                 | 4,1                | 20,7      |
| Febrero | 184,6                            | 12,1                   | 3809.256                 | 16,1               | 18,7      |
| Marzo   | 24,6                             | 12,3                   | 3809.443                 | 32,0               | 44,1      |
| Abril   | 62                               | 10,6                   | 3809.413                 | 22,5               | 26,7      |
| Mayo    | 6,4                              | 8,9                    | 3809.339                 | 12,7               | 37,7      |
| Julio   | 5,8                              | 7,3                    | 3809.073                 | 1,0                | 4,2       |
| Agosto  | 0,3                              | 7,6                    | 3808.956                 | 1,0                | 1,0       |

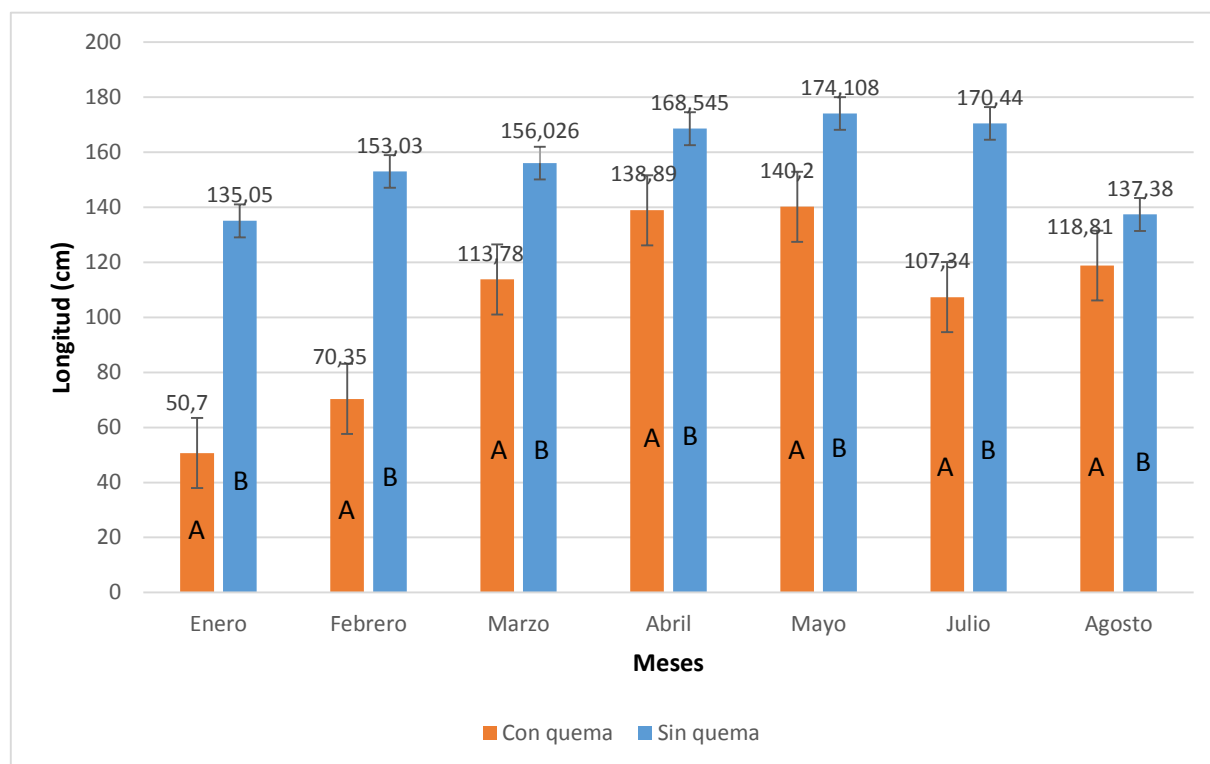
**Fuente.** Precipitación mensual y temperatura media, SENAMHI, 2016.  
Nivel del lago, IMARPE, 2016.

## 4.2 Efecto de la quema en el crecimiento de la totora *Schoenoplectus tatora* durante su desarrollo.

### 4.2.1 Efecto de la quema en la longitud de tallos de totora.

Se puede observar que en la parcela sin quema no existe mucha diferenciación en cuanto a la longitud durante los meses de evaluación, sin embargo en la parcela quemada se percibe una clara divergencia de las longitudes desde enero hasta el mes de abril (50 a 140 cm) y a partir del mes de mayo comienza su descenso en sus longitudes. Durante el tiempo de evaluación las longitudes de los tallos verdes de la parcela quemada no alcanzaron a las longitudes presentadas en la parcela sin quema que presentan valores mayores a 140 cm (figura 6), encontrándose incluso tallos verdes con una longitud de 200 cm, Este efecto se pudo haber dado por mayor susceptibilidad a los factores ambientales, puesto que durante las evaluaciones en la parcela quemada se observaron mayor número de tallos quebrados (probablemente por la presencia de fuertes vientos o granizo) y marchitados por la exposición a las bajas temperaturas o presencia de heladas. Por otro lado las áreas intensamente quemadas posiblemente dañan el rizoma porque se observó tallos, rebrotes aislados y con menor densidad que los hace más vulnerable a los fuertes vientos y condiciones ambientales.

El análisis ANOVA en diseño de bloque completo al azar demostró variaciones significativas de la longitud de los tallos verdes ( $f = 62.62$ ,  $g.l=1$ ,  $p < 0.05$ ) en la parcela de totoral quemado y el sin quema cuando se comparan la parcelas entre sí (Anexo 5), la parcela sin quema presenta una media de 157.3 cm que supera a la quemada (104.7 cm). Además se presenta diferencias significativas entre los meses según condición a la prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) (Anexo 6). En enero y febrero la parcela quemada presenta longitudes menores a 80 cm y la parcela sin quema mayores a 120 cm, esta condición se da por perturbación que oscilo (quema), encontrándose en una etapa de regeneración y crecimiento de sus tallos verdes. En los meses de abril y mayo se mantiene este predominio, puesto que la parcela sin quema presenta longitudes mayores a 160 cm y la con quema menores a 150 cm, manteniendo este enfoque los posteriores meses (figura 6).



**Figura 6. Fluctuaciones de la Longitud mensual de los tallos verdes en total quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016. Las barras indican longitudes promedio con su error estándar y letras diferentes entre barras por mes indican diferencias significativas a la prueba de t ( $\alpha=0.05$ ).**

El promedio de la longitud de tallos verdes a los 150 días de evaluación es de 90.84 cm, a partir de esta evaluación se percibe un descenso en tamaño de sus longitudes, por otro lado (Aponte 2015) señala que la longitud media después de 155 días post quema fue de 63,78 cm para *S. americanus*, 34,61 cm para *D. spicata*-*S. Virginus* (saltgrass), 34,07 cm para *S. neei*, 33,33 cm para *T. dominguensis* y 18,72 cm para *B. maritimus*, siendo *Schoenoplectus americanus* la especie que más rápidamente se recuperó durante el período de evaluación, contrastando con el efecto de corte Sabaj (2011) reporta que la altura de *S. californicus* fue mayor en Brujas con 173.46 cm en comparación a Delta que tuvo un valor promedio de 137.33 cm.

Se observó un acelerado crecimiento en la longitud de los tallos verdes (brotes y rebrotes) en la parcela quemada durante los meses de evaluación, puesto que la vegetación de los humedales aparentemente resiste muy bien a los incendios y se recupera rápidamente después de estos eventos (Aponte 2015), sin embargo no logró alcanzar alturas que presento la parcela sin perturbación, posiblemente por

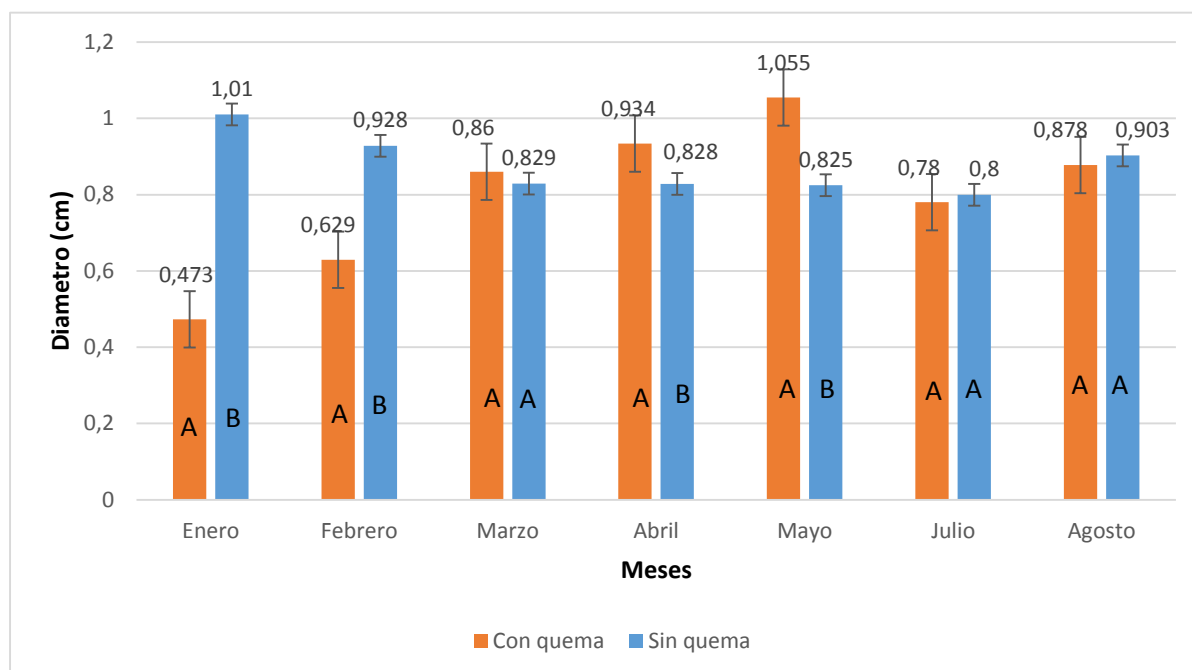
la presencia de bajas temperaturas “heladas” que afectan el ápice del tallo e inicia un proceso de retardo del crecimiento (RNT 2003). Por otra parte también se debería de tomar en cuenta la intensidad de la quema, ya que se observó que zonas más cercanas a la orilla y con sustrato más seco tenían menor crecimiento y densidad en los tallos, posiblemente porque el fuego dañó el rizoma de la totora.

#### **4.2.2 Efecto de la quema en diámetro de los tallos de totora.**

La parcela quemada en los primeros meses de evaluación (enero y febrero) presenta valores mínimos del diámetro de los tallos verdes ( $< 0.6$  cm) en relación a la parcela sin quema ( $> 0.9$  cm), puesto que se encuentran en una etapa de regeneración y crecimiento; estos valores ascienden progresivamente con el paso del tiempo llegando a valores mayores a 1 cm en el mes de mayo. Sin embargo en la parcela sin quema no se observa mucha divergencia de los diámetros de los tallos verdes, notándose un ligero descenso de estos valores durante la evaluación, este fenómeno posiblemente se pudo haber dado por un proceso de colmatación en cuanto al número de tallos tanto secos y verdes, los mismos que limitaban el desarrollo y crecimiento del diámetro de los tallos en la parcela sin quema.

El análisis de varianza, ANOVA en diseño bloque completo al azar (DBCA) demostró diferencias significativas ( $f = 5.3$ ,  $g.l=1$ ,  $p < 0.05$ ) en el tamaño del diámetro de los tallos verdes entre la parcela de totora quemada y sin quema (Anexo 7), y durante los meses de evaluación (figura 7) observamos que la diferencia es significativa en los meses de enero, febrero, abril y mayo. En el mes de enero el promedio de diámetro de la parcela con quema es menor teniendo un valor de 0.473 cm frente a 1.01 cm en la parcela sin quema, este enfoque se observa hasta el mes de febrero. A partir del mes de abril la parcela quemada alcanza sus máximos diámetros con valores de 0.934 cm a 1.055 cm en el mes de mayo, contraponiéndose a la parcela sin quema con valores de 0.828 y 0.825 cm respectivamente. Sin embargo en los meses de marzo, julio y agosto no se encuentran diferencias significativas en el tamaño del diámetro de los tallos

verdes, señaló la prueba de Tuckey para muestras independientes, ( $\alpha=0.05$ ).  
(Anexo 8)



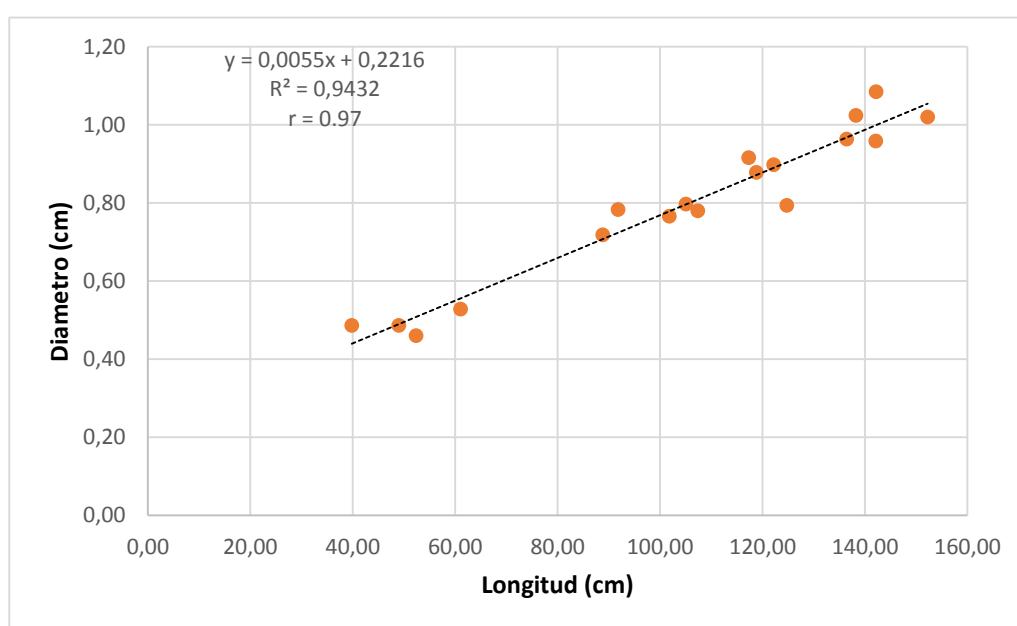
**Figura 7. Fluctuaciones de diámetro mensual de los tallos verdes en total quemado y sin quemado, Barco Chucuito, 2016. Las barras indican diámetros promedio con su error estándar y letras diferentes entre barras por mes indican diferencias significativas a la prueba de  $t$  ( $\alpha=0.05$ ).**

Debe señalarse que la parcela sin quema al no tener ninguna perturbación no se eliminaron los tallos secos, por lo tanto tenían mayor densidad de tallos secos y verdes, los cuales habrían podido limitar el crecimiento del diámetro por darse un proceso de presión de los tallos, es por ello que no se observó una diferencia del diámetro de los mismos, estos resultados coinciden con las apreciaciones de Sabaj (2011) que explican que en Brujas bajo se presentaron diámetros significativamente más anchos de *S.californicus* (2.0 - 19.1 mm) y la menor densidad de tallos secos. Por otra parte la RNT (2001) muestra diferencias significativas en el grosor del tallo de *S.tatora* en los diferentes meses evaluados, con un promedio para el grosor de tallo de 1.02 cm, y una variación de 0.66 cm a 1.49 cm, indicando que debido al proceso de crecimiento y desarrollo, los meses de mayor grosor del tallo de la totora corresponde a los meses de diciembre y setiembre, octubre, julio y noviembre. Y en comparación con el diámetro de *S.tatora* en una zona oligotrófica y una eutrófica Chacón (2014) registra en los

meses de marzo y abril 8.5 mm de grosor de tallos verdes no habiendo diferencia entre zonas.

#### 4.2.3 Relación de la longitud y diámetro en el total con quema y el sin quema.

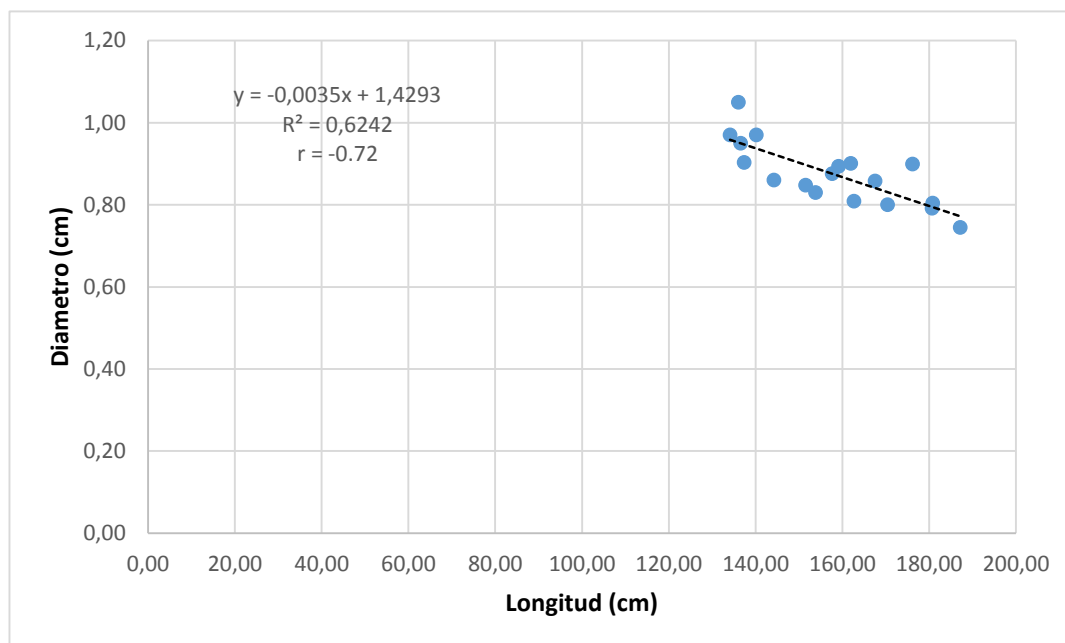
Existe una relación directamente proporcional significativa entre la longitud y el diámetro de los tallos verdes en la parcela quemada ( $r = 0.97$ ,  $P < 0.05$ ), a medida que la longitud de los tallos acrecienta el diámetro aumenta, teniendo un rango de los tallos que alcanzaron máxima alturas de 101 a 140 cm su diámetro presentaban valores de 0.7 a 1.09 cm. (figura 8)



**Figura 8. Relación entre el tamaño de la longitud y diámetro de los tallos verdes de *S. tatora* de la parcela con quema.**

Corroborado por Sabaj (2011) reporta que existe una correlación positiva entre altura y diámetro por tallo en un juncal control ( $R=0.71$   $p<0.01$ ), indicando que un grupo de tallos que alcanzó alturas máximas de 100 a 140 cm ( $114 \pm 11.95$  cm) fueron principalmente tallos de diámetros intermedios (7 a 12 mm en Brujas, y 5 a 12 mm en Delta), existe la posibilidad de que los efectos del fuego estimulen la germinación y la exuberancia de algunas especies de plantas en las zonas quemadas (Patrolongus y Kandus 2008)

Existe una relación directamente proporcional negativa entre la longitud y el diámetro de los tallos verdes en la parcela sin quema ( $r = -0.72$ ,  $P < 0.05$ ), a medida que la longitud de los tallos acrecienta el diámetro disminuye (figura 9)



**Figura 9. Relación entre el tamaño de la longitud y diámetro de los tallos verdes de *S. tatora* de la parcela sin quema.**

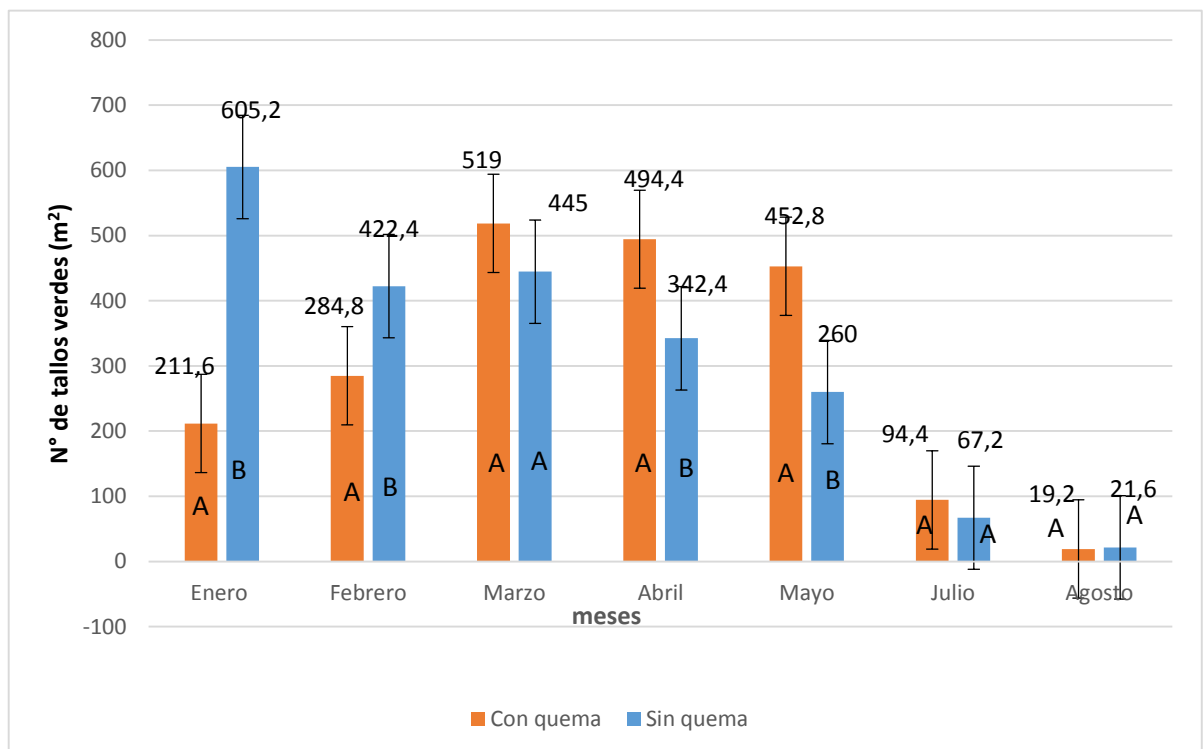
Esta correlación negativa entre la longitud y diámetro de los tallos en la parcela sin quema posiblemente se dé por la colmatación de los tallos secos, que limitan el crecimiento del diámetro, estas apreciaciones de este fenómeno registro Sabaj (2011) que explican que en Brujas bajo se presentaron diámetros significativamente más anchos de *S. californicus* (2.0 - 19.1 mm) y la menor densidad de tallos secos, en este estudio el grosor de los tallos en la parcela sin quema fueron en descenso, por la presencia de gran número de tallos secos, existe la posibilidad de que el fuego elimine una mayor proporción de biomasa invasiva que podría restringir el crecimiento en sitios no quemados (Patrolongus y Kandung 2008) o por otro lado la salinidad en un juncal con otro tipo de perturbación (cortado) se evidencia más fuertemente que en un juncal sin cortar, dado que la estructura del juncal cortado no se recupera o lo hace muy lentamente, mientras que el juncal sin cortar tiene un stock de biomasa que puede senescer o acumularse más lentamente, mostrando disminución en biomasa y altura o diámetro (Howard & Rafferty 2006)



#### 4.2.4 Efecto de la quema en el número de tallos verdes (densidad)

El análisis ANOVA en diseño de bloque completo al azar no demostró variaciones significativas en la densidad de tallos verdes entre ambas parcelas ( $F = 0.68$ ,  $g.l=1$ ,  $p > 0.05$ ), pero sí se mostró diferencias significativas según los meses ( $F = 58,08$ ,  $g.l=6$ ,  $p < 0.05$ ) (Anexo 9), realizando la prueba de contraste de  $t$  para muestras independientes ( $\alpha=0.05$ ) notamos que en enero, febrero, abril y mayo existe diferencia en el número de tallos verdes entre ambas parcelas, sin embargo los meses de marzo, julio y agosto no muestra diferencias significativas (figura 10).

Se observó que los primeros meses de evaluación (Enero y febrero) el número de tallos verdes es menor con un promedio de 211 y 284 tallos verdes/m<sup>2</sup> respectivamente, en comparación a la parcela sin quema (control), en tanto a partir del mes de marzo se sobrepone, manteniendo este enfoque hasta el mes de Julio y en el último mes de evaluación ambas parcelas poseen gran número de tallos secos, esto por carencia hídrica que existe en ambas parcelas (figura 10).



**Figura 10. Oscilaciones mensuales del número de tallos verdes en la parcela de totoral quemado y sin quema, Barco Chucuito. Las barras indican diámetros promedio con su error estándar y letras diferentes entre barras por mes indican diferencias significativas a la prueba de  $t$  ( $\alpha=0.05$ ).**

Los valores en densidad de tallos en la parcela quemada durante su crecimiento oscilan desde 211 a 519 tallos verdes/m<sup>2</sup> y en el control de 260 a 605 tallos verdes/m<sup>2</sup> y con profundidades desde 4,1 a 12,7 cm y 18,7 a 37,7 cm en la parcela quemada y el control respectivamente, no consideramos para estos rangos los meses de julio y agosto por que se encontró más del 80% tallos secos, Biamont (2011) reporta 58 a 152 tallos/m<sup>2</sup> en Carata-1 y en Carata-2 de 47 a 143 tallos/m<sup>2</sup> donde se encontraron profundidades máximas de 2.2 m y mínimas de 0.2 a 0.3 m, por otro lado para la zona de Yapura-1 la densidad fue de 56 a 79 tallos/m<sup>2</sup> y en Yapura-2 de 78 a 159 tallos/m<sup>2</sup>, teniendo una profundidad máxima de 2.05 m y la mínima de 0.9 m, a partir de esto notamos es nuestro estudio nos encontramos con totorales densos, a pesar de que existe mayor disponibilidad hídrica en el estudio de Biamont. Por otro lado Chacón (2014) señala que la densidad promedio de *S.totora* en zonas oligotróficas y eutróficas es de 322 y 178 tallos por m<sup>2</sup> respectivamente y en comparación con el corte de *S. californicus* según el gradiente tramo del río (fluvio-estuarino) Sabaj (2011) reporta que Delta presentó significativamente mayor densidad de tallos que Brujas ( $214.92 \pm 40.98$  y  $188.33 \pm 37.85$  tallos verdes/ m<sup>2</sup>, respectivamente;  $74 \pm 32.73$  y  $47.92 \pm 30.18$  tallos secos/m<sup>2</sup>, respectivamente)

A pesar que a partir del mes de marzo la densidad de tallos verdes en la parcela quemada es mayor al control, no logra alcanzar el valor medio inicial del control (605 tallos verdes/m<sup>2</sup>), esto podría haberse ocasionado por la intensidad del fuego, factor mencionada por Salvia (2010) que reporta que con una intensidad de quema total los juncales se recuperaran parcialmente, y con una quema parcial la recuperación es mayor pero no alcanzaron la densidad original, además se observó que los juncales con sustrato seco tuvieron la menor recuperación, debido a que los rizomas fueron mayormente afectados.

#### **4.2.5 Efecto de la quema de total en su velocidad de crecimiento.**

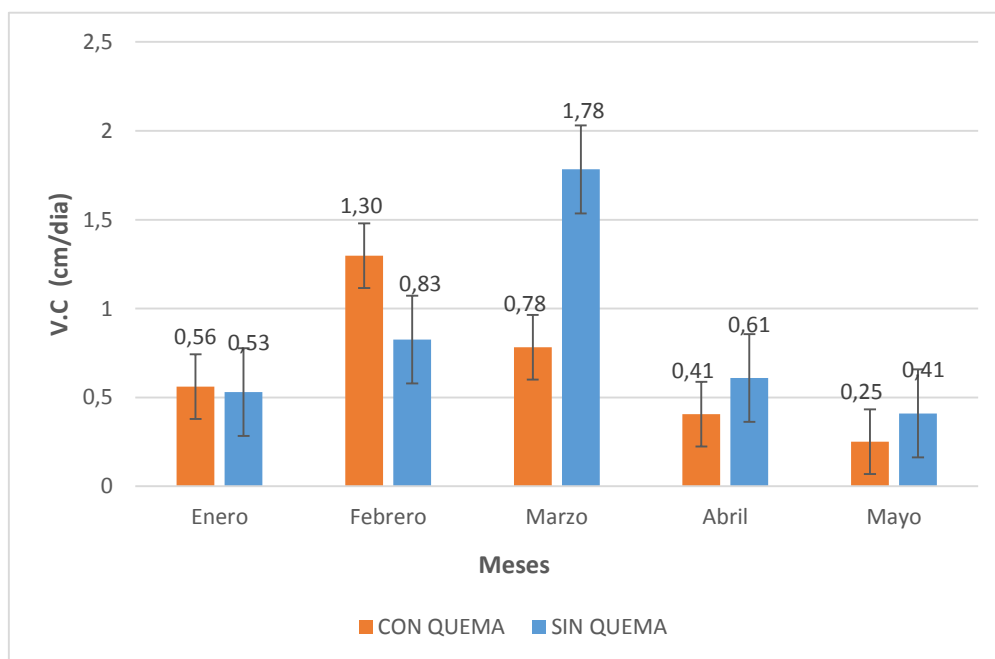
El análisis ANOVA en diseño de bloque completo al azar no demostró variaciones significativas en la velocidad de crecimiento de la longitud de tallos verdes entre ambas parcelas ( $f = 0.519$ ,  $g.l=1$ ,  $p > 0.05$ ), ni tampoco mostró diferencias significativas según los meses ( $f = 2,303$   $g.l=4$ ,  $p > 0.05$ ) (Anexo 10), sin embargo percibimos que en la parcela quemada solo se da un incremento en los meses de enero a febrero, posterior a esto muestra descenso en cuanto a la velocidad del

crecimiento de los tallos y en la parcela control el incremento de da hasta el mes de marzo a partir de este desciende (figura 11)

El valor promedio en la parcela quemada es de 0.66 cm/día y en el control 0.83 cm/día, esta condición probablemente se dio porque en la parcela quemada se percibió mayor susceptibilidad de los tallos seleccionados a las condiciones ambientales, como las heladas (ápices secos), vientos (tallos quebrados) o porque la profundidad donde se establecieron los cuadrantes tuvo variación por la morfología del terreno, teniendo la parcela quemada profundidades promedio de 12.12, 7.41, 3.5 y 17.86 cm en los 4 puntos de los cuadrantes establecidos respectivamente y en la parcela control 16.1, 19.2 y 24.8 cm en los 3 puntos respectivamente y por la variación de las profundidades mensuales (Cuadro 4), teniendo mayor disponibilidad hídrica la parcela control.

**Cuadro 4.** Variaciones mensuales de la profundidad en el totoral quemado y sin quema, Chucuito, Barco, 2016.

| Profundidades (cm) |           |           |
|--------------------|-----------|-----------|
| Mes                | Con quema | Sin quema |
| Enero              | 4         | 6,50      |
| Febrero            | 6,2       | 14,66     |
| Marzo              | 15,5      | 37,42     |
| Abril              | 15        | 23,39     |
| Mayo               | 7,5       | 15,58     |



**Figura 11.** Velocidad de crecimiento mensual (cm/día) de la longitud de tallos verdes en la parcela de totoral quemada y la sin quema, Barco Chucuito.

## V. CONCLUSIONES

- Los resultados muestran una rápida recuperación de la biomasa verde después de la quema, notando que a partir de enero y febrero se presentan menores a  $2 \text{ kg/m}^2$  y en el mes de marzo ( $>3 \text{ kg/m}^2$ ) se tiene un incremento acelerado en cuanto a biomasa verde, superando a la parcela sin quema en los meses de abril y mayo ( $6.16$  y  $6.45 \text{ kg/m}^2$  respectivamente), considerando que la parcela sin quema presenta elevada fracción de material seco, ya que estos permanecen desde meses anteriores y que al no ser quemados albergan mayor número de tallos secos, lo que asciende progresivamente, esto nos conlleva a señalar que la quema de totorales favorece en la supresión de tallos secos y la regeneración de tallos verdes. Los resultados del análisis en laboratorio de la materia seca mostraron que el rendimiento de materia seca se relacionó con los meses y la temporada de precipitaciones, en el mes de enero en la parcela de totoral quemada el porcentaje de materia seca fue mayor ( $29.08 \%$ ) a la parcela no quemada ( $27.38 \%$ ), aunque no significativo, a partir del mes de febrero para ambas parcelas (parcela quemada y no quemada) pierden gran cantidad de materia seca y ganan humedad. Sin embargo en los meses de julio y agosto ambas parcelas presentan valores mayores a  $33\%$  de materia seca, en tal sentido podemos afirmar que la totora en su fase de crecimiento necesita mayor disponibilidad hídrica (porcentaje de humedad) para su crecimiento y maduración.
- En el crecimiento de sus longitudes de tallos verdes en la parcela quemada se percibe una clara divergencia desde enero ( $50.7 \text{ cm}$ ) (brote y rebrote de tallos verdes) mostrando un acelerado crecimiento hasta el mes de abril ( $138.89 \text{ cm}$ ) y a partir del mes de mayo ( $140.2 \text{ cm}$ ) comienza su descenso en sus longitudes. En la parcela sin quema en enero presenta un valor de  $135.05 \text{ cm}$  y alcanza su mayor longitud en el mes de mayo ( $174.108 \text{ cm}$ ). Los tallos verdes de la parcela quemada no alcanzaron a las longitudes de la parcela sin quema, esto se pudo haber dado por mayor susceptibilidad a los factores ambientales, ya que durante las evaluaciones se observaron mayor número de tallos quebrados (probablemente por la presencia de fuertes vientos o granizo), ápices marchitados por la exposición a las bajas temperaturas o presencia de heladas y por otro lado las áreas intensamente quemadas probablemente dañan el rizoma porque se observó tallos, rebrotes aislados y con menor densidad que los hace más vulnerable a las condiciones ambientales.

En relación al diámetro en la parcela quemada se observa que en enero y febrero presenta un valores mínimos ( $< 0.7$  cm) pero en ascenso en los meses posteriores (marzo, abril y mayo), sobreponiéndose a los diámetros de la parcela sin quema a partir del mes de marzo ( $> 0.86$  cm y  $< 1.1$  cm) , sin embargo en la parcela sin quema en los meses de evaluación no se observa mucha variación en el tamaño del diámetro de los tallos verdes, al contrario se percibe un descenso en el diámetro de estos, esto posiblemente se pudo haber dado por un proceso de colmatación en cuanto al número de tallos y el tamaño de los mismos que limitaban el desarrollo y crecimiento del diámetro.

## VI. RECOMENDACIONES

A los futuros investigadores interesados en esta línea de investigación sobre ecosistemas continentales, y en específico los totorales se recomienda tomar en cuenta la medición de parámetros físico químicos in situ y la relación que existe entre estos y el crecimiento y biomasa de la Totorá.

Realizar más investigaciones sobre el efecto de la quema de totorales en la biomasa y crecimiento en distintas zonas y condiciones (próximo a la orilla y espejo de agua)

Recomendamos a futuros investigadores examinar las interacciones de los tratamientos de fuego, la salinidad, la precipitación, temperatura del aire, horas de sol y las respuestas de la vegetación (totoral) a las frecuencias de fuego.

Comparar la composición nutricional entre una parcela de totoral quemada y una parcela sin quema.

Verificar el efecto que causa a las comunidades planctónicas, avifauna, peces y a la población beneficiaría.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO-PAZ, E. 1997. Plantas acuáticas de los Humedales del Este. PROBIDES, Montevideo. 238 pág.
- APONTE. H., RAMIREZ. W., Y VARGAS.R. 2016. Primeros estadios en la regeneración natural de la vegetación post-incendio en los humedales de ventanilla. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.
- AUTORIDAD BINACIONAL DEL LAGO TITICACA – ALT. 2003. Evaluación de totorales Informe Final. Autoridad Autónoma del Lago Titicaca. Proyecto biodiversidad. La Paz – Bolivia. 234 pág.
- BIAMONT I.E. 2011. Efecto del nivel del agua en la cobertura de la totora *Schoenoplectus tatora* en dos zonas de la Reserva Nacional del Titicaca sector Puno. Tesis para optar el título profesional de licenciado en Biología. Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 82p.
- BIXBY R. J., COOPER S. D., GRESSWELL R. E., BROWN L. E., DAHM C. N., & DWIRE K. A. 2015. Fire effects on aquatic ecosystems: An assessment of the current state of the science. *Freshwater Science*. 34(4), 1340–1350.
- CALLICOTT, J. B. & MUMFORD, K. 1998. Ecological sustainability as a conservation concept. En: Lemons, J. Westra, L. Goodland, R. (Eds.). *Ecological sustainability and integrity: concepts and approaches*. Kluwer academic publishers. Netherlands. 31 – 45 pág.
- CAMACHO A., ARIOS A. L. 2000. Diccionario de términos ambientales. Centro Félix Varela. La Habana. Cuba. 73 p.
- CANALES, A. 1991. Métodos de transplante de totora para la laguna de oxidación de la UNA – Puno. Tesis Facultad de Ciencias Biológicas, UNA – PUNO. 79 pág.
- CHACON, G. 2014. Evaluación de la plantación de totora (*Schoenoplectus tatora*) en la península de Challapata, municipio Escoma de la provincia Camacho del lago Titicaca. Trabajo dirigido presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero agrónomo. Facultad de agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia.

CHAMBERS, P. A, LACOUL P, MURPHY, K. J. & THOMAZ, S. M. 2008 Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 9-26 pág.

COLLOT, D. 1981. Les Macrophytes de vuelques lacsandins. Convenio UMSA-ORSTOM. La Paz – Bolivia.

COWARDIN L M, CARTER V, GOLET F C & LAROE E T, 1979. Classification of wetlands and deewater habitans of the United States. Office of Biological Sciencies, Fish and Wildlefe service, U. S. Dept. of the interior, Washington, DC. FWS/OBS-79/31.

CRONK J K & FENNESSY M S, 2001, Wetland plants, biology and ecology. Lewia Publishers Boca Raton FL, USA, 462pp.

DUDLEY, N. 2008. Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. 96 pág.

FACCIO, C. 2011. Evaluación de la variación espacio temporal de la producción de biomasa en humedales mediante el uso de sensores remotos. Tesis de Grado. Licenciatura en Geografía. Opción Ambiental. Facultad de Ciencias. Universidad de la República. Santa Teresa – Rocha-Uruguay

FOLADORI, G. & TOMMASINO, H. 2000. El concepto de desarrollo sustentable de treinta años después. *Desenvolvimiento e Medio Ambiente*, UFPR, 1: 41 – 61 pág.

GALIANO, P. 1987. Evaluación de la productividad primaria de la totora *Schoenoplectus tatora* en la bahía de Puno, sectores Chejoña, Chucuito y Paucarcolla. Tesis Facultad Ingenieria Agronómica. UNA – PUNO. 80 pág.

GOYZUETA, G. ALFARO, R. & APARICIO, M. 2009. Totorales del Lago Titicaca. Primera Edición. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú. 326 pág.

HOFFMANN, W.A., ADASME, R., HARIDASAN M., DE CARVALHO, M.T., Geiger E.L., Pereira M.A.B., Gotsch S.G. and A.C. Franco (2009). Tree topkill, not mortality, governs the dynamics of savanna forest boundaries under frequent fire in central Brazil. *Ecology*. **90**, 1326 -1337.

INRENA. 2003. Plan Maestro de la Reserva del Titicaca. Instituto Nacional de Recursos Natural de Recursos Naturales. Lima – Perú. 120 pág.



- KEDDY P A. 2000. Wetland ecology, principles and conservation. Cambridge University Press, UK, 614 pp.
- LANGE P J, GARDNER R O, CHAMPIO. P D, TANNER C C. 1998. *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae) in New Zealand. New Zealand Journal of Botany, 36: 319-327.
- LESCANO. A. 2001. Conservación usos manejos de la totora (*Schoenoplectus tatora*) en: Memorias del Simposio Internacional sobre el Sistema del Lago Titicaca Contribución al conocimiento del Sistema del Lago Titicaca, realizado del 7 al 11 mayo del 2001. La Paz – Bolivia. 293 - 304 pág.
- LOMBARDO, A. 1984. Flora montevicensis, monocotiledóneas tomo III. Intendencia Municipal de Montevideo, Uruguay 465 pág.
- MALVAREZ A. I. & LINGUA G. 2004. Lineamientos para una clasificación e inventario de humedales. Un aporte conceptual. En Malvárez A. I. & Bó R F (compiladores). Documento del curso-taller “Bases ecológicas para la clasificación e inventario de humedales en Argentina”. FCENyN-UBA, RAMSAR, USFWA, USDS, Buenos Aires 109-114pp.
- MARGALEF, R. 1983. “Limnología”. Editorial. Omega S.A. Barcelona – España.
- MAZZEO N, 1999 Hidrofitas. En: AROCENA & CONDE D. Métodos en ecología de aguas continentales 142-164pp.
- MEBRATU, D. 1998. Sustainability and sustainable development: historical and conceptual review. *Environ Impact Asses Rev*, 18: 493 – 520 pág.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2013. Línea base ambiental de la Cuenca del lago Titicaca. Lima. Peru.
- NEIFF, J.J.; CASCO, S.L. Y J.C. ARIAS. 2003. Glosario de Humedales Latinoamericanos. En: Neiff, J.J. (Ed.) Humedales de Iberoamérica.
- NORTHCOTE, P. 1991. Contaminación en el Lago Titicaca, Bahía de Puno. Universidad British Columbia, Canadá. 323 pág.
- ODUM, E. P., & WARRET, G. W. 2006. Fundamentos de ecología: *Odum, Eugene P.* 5a. ed. México D.F. International Thomson Editores.

OLIVEIRA, M. E. & NHUCH, G. 1986. Avaliação sazonal do conteúdo P – PO<sub>4</sub>, Biomasa e densidade em *Scirpus Californicus*, no Saco de Tapes (RS). Acta Limnol. Brasil. I: 299 – 316 pág.

PRATOLONGO P & KANDUS P. 2005. Dinámica de la biomasa aérea en pajonales de *Scirpus giganteus* y juncuales de *Schoenoplectus californicus* en la zona frontal del bajo Delta del Río Paraná (Argentina). *Ecotropicos*, 18(1):30-37.

PRATOLONGO, P. KANDUS, P. & BRINSON, M. M. 2008. Net aboveground primary production and biomass dynamics of *Schoenoplectus californicus* (Cyperaceae) marshes growing under different hydrological conditions. *Darwiniana*, 46(2): 258 – 269 pág.

PROYECTO ESPECIAL BINACIONAL LAGO TITICACA – PELT. 2000. Evaluación de totora en el Perú (Ámbito peruano del Sistema TDPS). Puno. 168 p.

RESERVA NACIONAL DEL TITICACA. 2000, Memoria anual. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA. Puno-Perú.SN.

RESERVA NACIONAL DEL TITICACA. 2001, Memoria anual. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA. Puno-Perú.SN.

RESERVA NACIONAL DEL TITICACA. 2003<sup>a</sup>, Memoria anual. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA. Puno-Perú.SN.

RESERVA NACIONAL DEL TITICACA. 2003<sup>b</sup>, Memoria anual. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales – INRENA. Puno-Perú.SN.

SABAJ.V.2011. Extracción de “juncos” *Schoenoplectus californicus* en el Área Protegida Humedales del Santa Lucía (Uruguay): contexto ecológico, socioespacial y perspectivas de manejo sustentable. (Tesis de maestría).Universidad de la República. Facultad de Ciencias. Uruguay.

SANCHEZ. V., CASTILLEJOS.M., Y ROJAS.L.1987 Relaciones entre población y medio ambiente en México. Asociación Mexicana para la Restauración ambiental México.

SCHEFFER M 1998. Ecology of Shallow Lakes. Chapman & Hall. Suffolk-Great Britain, 357pp.

WATTS A. C., SCHMIDT C. A., MCLAUGHLIN D. L. & KAPLAN D. A. 2015. Hydrologic implications of smoldering fires in wetland landscapes. *Freshwater Science*. 34(4), 1394–1405.

WAYNE D. Biostatistics A Foundation for Analysis in the Health Sciences. United States of America. 2005.

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Prueba de *t* student ( $\alpha = 0.05$ ) para muestras independientes. Comparación de la fluctuación de biomasa verde por meses entre la parcela de total con quema y la parcela sin quema.

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición       | N  | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|-----------------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Enero con quema | 10 | ,7294  | ,28549              | ,09028                  |
|         | Enero sin quema | 10 | 5,2526 | ,93075              | ,29433                  |

**Prueba de muestras independientes**

|   | Prueba de Levene de calidad de varianzas |      | prueba t para la igualdad de medias |        |                  |                      |                              |  |          |
|---|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|   | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|   |  |      |                                     |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa Se asumen varianzas iguales<br>No se asumen varianzas iguales | 8,416                                    | ,010 | -                                   | 18     | ,000             | -4,52320             | ,30786                       | -  | -3,87640 |
|   |  |      | -                                   | 10,679 | ,000             | -4,52320             | ,30786                       | 5,17000  | -3,84310 |

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición         | N  | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|-------------------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Febrero Con quema | 20 | 1,4319 | ,65019              | ,14539                  |
|         | Febrero Sin quema | 20 | 5,1699 | ,85053              | ,19018                  |

**Prueba de muestras independientes**

|   | Prueba de Levene de calidad de varianzas |      | prueba t para la igualdad de medias |        |                  |                      |                              |  |          |
|---|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|   | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|   |  |      |                                     |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa Se asumen varianzas iguales<br>No se asumen varianzas iguales | 2,546                                    | ,119 | -                                   | 38     | ,000             | -3,73804             | ,23939                       | -  | -        |
|   |  |      | -                                   | 35,554 | ,000             | -3,73804             | ,23939                       | 4,22266  | 3,25342  |

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición       | N  | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|-----------------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Marzo Con quema | 15 | 3,6890 | ,78368              | ,20235                  |
|         | Marzo Sin quema | 15 | 5,2568 | 1,72003             | ,44411                  |

**Prueba de muestras independientes**

|         | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |        |                  |                      |                              |  |          |
|---------|--|-------------------------------------|------|-------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|         |  | F                                   | Sig. | t     | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|         |  |                                     |      |       |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa | Se asumen varianzas iguales              | 12,073                              | ,002 | 3,212 | 28     | ,003             | -1,56781             | ,48804                       | -2,56751                                       | -,56812  |
|         | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 3,212 | 19,572 | ,004             | -1,56781             | ,48804                       | -2,58727                                       | -,54836  |

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición       | N  | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|-----------------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Abril Con quema | 20 | 6,1554 | 1,76887             | ,39553                  |
|         | Abril Sin quema | 20 | 4,5142 | 1,00708             | ,22519                  |

**Prueba de muestras independientes**

|         | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |        |                  |                      |                              |  |          |
|---------|--|-------------------------------------|------|-------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|         |  | F                                   | Sig. | t     | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|         |  |                                     |      |       |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa | Se asumen varianzas iguales              | 6,004                               | ,019 | 3,606 | 38     | ,001             | 1,64120              | ,45514                       | ,71981   | 2,56259  |
|         | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 3,606 | 30,146 | ,001             | 1,64120              | ,45514                       | ,71186   | 2,57054  |

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición      | N  | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|----------------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Mayo Con quema | 10 | 6,4452 | ,68247              | ,21582                  |
|         | Mayo Sin quema | 10 | 3,5060 | ,72171              | ,22822                  |

**Prueba de muestras independientes**

|         | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |        |                  |                      |                              |  |          |
|---------|--|-------------------------------------|------|-------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|         |  | F                                   | Sig. | t     | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|         |  |                                     |      |       |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa | Se asumen varianzas iguales              | ,153                                | ,700 | 9,357 | 18     | ,000             | 2,93920              | ,31411                       | 2,27929  | 3,59911  |
|         | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 9,357 | 17,944 | ,000             | 2,93920              | ,31411                       | 2,27914  | 3,59926  |

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición       | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|-----------------|---|-------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Julio Con quema | 5 | ,4056 | ,14181              | ,06342                  |
|         | Julio Sin quema | 5 | ,4072 | ,17954              | ,08029                  |

**Prueba de muestras independientes**

|         | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |       |                  |                      |                              |  |          |
|---------|--|-------------------------------------|------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|         |  | F                                   | Sig. | t     | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|         |  |                                     |      |       |       |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa | Se asumen varianzas iguales              | ,050                                | ,829 | -,016 | 8     | ,988             | -,00160              | ,10232                       | -,23754  | ,23434   |
|         | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | -,016 | 7,593 | ,988             | -,00160              | ,10232                       | -,23977  | ,23657   |

**Estadísticas de grupo**

|         | Condición        | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|---------|------------------|---|-------|---------------------|-------------------------|
| Biomasa | Agosto Con quema | 5 | ,0840 | ,10385              | ,04644                  |
|         | Agosto Sin quema | 5 | ,1456 | ,02948              | ,01318                  |

**Prueba de muestras independientes**

|         |                                | Prueba de Levene de calidad de varianzas |      | prueba t para la igualdad de medias |       |                  |                      |                              |  |          |
|---------|--------------------------------|--|------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|         |                                | F  | Sig. | t                                   | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|         |                                |  |      |                                     |       |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Biomasa | Se asumen varianzas iguales    | 12,097                                   | ,008 | -1,276                              | 8     | ,238             | -,06160              | ,04828                       | -,17292  | ,04972   |
|         | No se asumen varianzas iguales |  |      | -1,276                              | 4,640 | ,262             | -,06160              | ,04828                       | -,18865  | ,06545   |

**Anexo 2.** Análisis de varianza. Diseño bloque completo al azar (DBCA). Comparación de la biomasa verde mensual en el total con quema y total sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Anexo 2.1.** Comparación de la biomasa verde mensual en el total con quema

**ANOVA**

Biomasa

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos     | 493,731           | 6  | 82,289           | 79,115 | ,000 |
| Dentro de grupos | 81,129            | 78 | 1,040            |        |      |
| Total            | 574,860           | 84 |                  |        |      |

**Biomasa**

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

| Meses   | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|---------|----|------------------------------|--------|--------|
|         |    | 1                            | 2      | 3      |
| Agosto  | 5  | ,0840                        |        |        |
| Julio   | 5  | ,4056                        |        |        |
| Enero   | 10 | ,7294                        |        |        |
| Febrero | 20 | 1,4319                       |        |        |
| Marzo   | 15 |                              | 3,6890 |        |
| Abril   | 20 |                              |        | 6,1554 |
| Mayo    | 10 |                              |        | 6,4452 |
| Sig.    |    | ,084                         | 1,000  | ,996   |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

**Anexo 2.2.** Comparación de la biomasa verde mensual en el total sin quema

**ANOVA**

Biomasa

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig. |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|------|
| Entre grupos     | 207,146           | 6  | 34,524           | 30,935 | ,000 |
| Dentro de grupos | 87,051            | 78 | 1,116            |        |      |
| Total            | 294,197           | 84 |                  |        |      |

**Biomasa**

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

| Meses   | N  | Subconjunto para alfa = 0.05 |        |        |
|---------|----|------------------------------|--------|--------|
|         |    | 1                            | 2      | 3      |
| Agosto  | 5  | ,1456                        |        |        |
| Julio   | 5  | ,4072                        |        |        |
| Mayo    | 10 |                              | 3,5060 |        |
| Abril   | 20 |                              | 4,5142 | 4,5142 |
| Febrero | 20 |                              |        | 5,1699 |
| Enero   | 10 |                              |        | 5,2526 |
| Marzo   | 15 |                              |        | 5,2568 |
| Sig.    |    | ,998                         | ,399   | ,743   |

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.130.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

**Anexo 3.** Analisis de varianza, Anova, diseño bloque completo al azar. Comparación de la biomasa verde del total con quema y sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Biomasa

| Origen            | Tipo III de suma de cuadrados | gl       | Cuadrático promedio | F             | Sig.        |
|-------------------|-------------------------------|----------|---------------------|---------------|-------------|
| Modelo corregido  | 740,055 <sup>a</sup>          | 13       | 56,927              | 52,805        | ,000        |
| Interceptación    | 1216,701                      | 1        | 1216,701            | 1128,590      | ,000        |
| Meses             | 409,454                       | 6        | 68,242              | 63,300        | ,000        |
| <b>Condición</b>  | <b>18,402</b>                 | <b>1</b> | <b>18,402</b>       | <b>17,069</b> | <b>,000</b> |
| Meses * Condición | 291,423                       | 6        | 48,571              | 45,053        | ,000        |
| Error             | 168,179                       | 156      | 1,078               |               |             |
| Total             | 3349,049                      | 170      |                     |               |             |
| Total corregido   | 908,234                       | 169      |                     |               |             |

a. R al cuadrado = .815 (R al cuadrado ajustada = .799)



**Anexo 4.** Análisis de varianza, Anova, diseño bloque completo al azar. Comparación de porcentaje de materia seca de la parcela de total quemada y la parcela de total sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Pms

| Origen           | Tipo III de suma de cuadrados | gl  | Cuadrático promedio | F        | Sig. |
|------------------|-------------------------------|-----|---------------------|----------|------|
| Modelo corregido | 4687,698 <sup>a</sup>         | 7   | 669,671             | 60,022   | ,000 |
| Interceptación   | 91355,392                     | 1   | 91355,392           | 8188,031 | ,000 |
| Condición        | 21,786                        | 1   | 21,786              | 1,953    | ,164 |
| Meses            | 4665,912                      | 6   | 777,652             | 69,700   | ,000 |
| Error            | 1695,892                      | 152 | 11,157              |          |      |
| Total            | 112165,844                    | 160 |                     |          |      |
| Total corregido  | 6383,590                      | 159 |                     |          |      |

a. R al cuadrado = .734 (R al cuadrado ajustada = .722)

**Anexo 5.** Análisis de varianza, Anova, diseño bloque completo al azar. Comparación de tamaño de longitud de los tallos verdes de la parcela de total quemada y la parcela de sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Longitud

| Origen           | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F        | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|---------------------|----------|------|
| Modelo corregido | 39409,550 <sup>a</sup>        | 7  | 5629,936            | 14,990   | ,000 |
| Interceptación   | 439035,574                    | 1  | 439035,574          | 1168,931 | ,000 |
| Condición        | 23518,828                     | 1  | 23518,828           | 62,619   | ,000 |
| Meses            | 15890,722                     | 6  | 2648,454            | 7,052    | ,000 |
| Error            | 9765,264                      | 26 | 375,587             |          |      |
| Total            | 635998,300                    | 34 |                     |          |      |
| Total corregido  | 49174,814                     | 33 |                     |          |      |

a. R al cuadrado = .801 (R al cuadrado ajustada = .748)

**1. Condición**

Variable dependiente: Longitud

| Condición | Media   | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|-----------|---------|----------------|-------------------------------|-----------------|
|           |         |                | Límite inferior               | Límite superior |
| Con quema | 104,746 | 5,073          | 94,317                        | 115,174         |
| Sin quema | 157,347 | 5,073          | 146,919                       | 167,775         |

**Anexo 6.** Prueba de *t* student ( $\alpha = 0.05$ ) para muestras independientes. Comparación de la fluctuación de longitudes de tallos verdes por meses entre la parcela de totoral con quema y la parcela sin quema, Chucuito, Barco.

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N  | Media     | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|----|-----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Enero | 10 | 50,70000  | 12,092698           | 3,824047                |
|          | Sin quema - Enero | 10 | 135,15000 | 21,058187           | 6,659183                |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |         |        |                  |                      |                              |  |            |
|----------|--|-------------------------------------|------|---------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|------------|
|          |  | F                                   | Sig. | t       | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |            |
|          |  |                                     |      |         |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior   |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | 3,291                               | ,086 | -10,997 | 18     | ,000             | -84,450000           | 7,679066                     | 100,583119                                     | -68,316881 |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | -10,997 | 14,354 | ,000             | -84,450000           | 7,679066                     | 100,881976                                     | -68,018024 |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición           | N  | Media    | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|---------------------|----|----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Febrero | 65 | 85,1938  | 33,23399            | 4,12217                 |
|          | Sin quema - Febrero | 65 | 169,0554 | 31,37445            | 3,89152                 |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |         |         |                  |                      |                              |  |           |
|----------|--|-------------------------------------|------|---------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t       | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |           |
|          |  |                                     |      |         |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior  |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | 1,140                               | ,288 | -14,793 | 128     | ,000             | -83,86154            | 5,66888                      | -95,07839                                      | -72,64469 |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | -14,793 | 127,578 | ,000             | -83,86154            | 5,66888                      | -95,07874                                      | -72,64433 |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N   | Media    | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|-----|----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Marzo | 150 | 113,7833 | 25,73060            | 2,10089                 |
|          | Sin quema - Marzo | 150 | 156,0286 | 30,83433            | 2,51761                 |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |        |         |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|--------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t      | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |        |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | 1,673                               | ,197 | 12,883 | 298     | ,000             | -42,24527            | 3,27904                      | 48,69828                                       | 35,79225 |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 12,883 | 288,748 | ,000             | -42,24527            | 3,27904                      | 48,69913                                       | 35,79141 |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N   | Media    | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|-----|----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Abril | 200 | 138,8920 | 30,92135            | 2,18647                 |
|          | Sin quema - Abril | 200 | 168,5425 | 39,75247            | 2,81092                 |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |         |                  |                      |                              |  |           |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |           |
|          |  |                                     |      |       |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior  |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | 10,876                              | ,001 | 8,326 | 398     | ,000             | -29,65050            | 3,56117                      | -36,65156                                      | -22,64944 |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 8,326 | 375,277 | ,000             | -29,65050            | 3,56117                      | -36,65285                                      | -22,64815 |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición        | N   | Media    | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|------------------|-----|----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Mayo | 100 | 140,2020 | 35,93991            | 3,59399                 |
|          | Sin quema - Mayo | 100 | 174,1080 | 41,23582            | 4,12358                 |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |         |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |       |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | ,759                                | ,385 | 6,199 | 198     | ,000             | -33,90600            | 5,46998                      | 44,69290                                       | 23,11910 |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 6,199 | 194,373 | ,000             | -33,90600            | 5,46998                      | 44,69414                                       | 23,11786 |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N | Media    | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|---|----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Julio | 5 | 107,3400 | 24,07754            | 10,76780                |
|          | Sin quema - Julio | 5 | 170,4400 | 21,39189            | 9,56674                 |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |       |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |       |       |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | ,254                                | ,628 | 4,381 | 8     | ,002             | -63,10000            | 14,40376                     | 96,31512                                       | 29,88488 |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 4,381 | 7,891 | ,002             | -63,10000            | 14,40376                     | 96,39541                                       | 29,80459 |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición          | N  | Media    | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|--------------------|----|----------|---------------------|-------------------------|
| Longitud | Con quema - Agosto | 21 | 118,8190 | 25,51277            | 5,56734                 |
|          | Sin quema - Agosto | 21 | 137,3762 | 30,76906            | 6,71436                 |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |        |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |       |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Longitud | Se asumen varianzas iguales              | ,248                                | ,621 | 2,128 | 40     | ,040             | -18,55714            | 8,72227                      | 36,18550                                       | -,92879  |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 2,128 | 38,674 | ,040             | -18,55714            | 8,72227                      | 36,20435                                       | -,90994  |

**Anexo 7.** Análisis de varianza, Anova, diseño bloque completo al azar. Comparación de tamaño de diámetro de los tallos verdes de la parcela de totoral quemada y la parcela de sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Diámetro

| Origen            | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F        | Sig. |
|-------------------|-------------------------------|----|---------------------|----------|------|
| Modelo corregido  | ,677 <sup>a</sup>             | 13 | ,052                | 7,976    | ,000 |
| Interceptación    | 17,950                        | 1  | 17,950              | 2749,582 | ,000 |
| Meses             | ,132                          | 6  | ,022                | 3,366    | ,019 |
| Condición         | ,035                          | 1  | ,035                | 5,289    | ,032 |
| Meses * Condición | ,492                          | 6  | ,082                | 12,570   | ,000 |
| Error             | ,131                          | 20 | ,007                |          |      |
| Total             | 24,575                        | 34 |                     |          |      |
| Total corregido   | ,807                          | 33 |                     |          |      |

a. R al cuadrado = .838 (R al cuadrado ajustada = .733)

**2. Condición**

Variable dependiente: Diámetro

| Condición | Media | Error estándar | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|-----------|-------|----------------|-------------------------------|-----------------|
|           |       |                | Límite inferior               | Límite superior |
| Con quema | ,801  | ,023           | ,754                          | ,848            |
| Sin quema | ,875  | ,023           | ,828                          | ,922            |

**Anexo 8.** Prueba de *t* student ( $\alpha = 0.05$ ) para muestras independientes. Comparación de la fluctuación de diámetro de tallos verdes por meses entre la parcela de totoral con quema y la parcela sin quema.

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N  | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|----|--------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Enero | 10 | ,4730  | ,07499              | ,02371                  |
|          | Sin quema - Enero | 10 | 1,0100 | ,29702              | ,09393                  |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas |        | prueba t para la igualdad de medias |       |                  |                      |                              |  |          |         |
|----------|--|--------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|---------|
|          | F  | Sig.   | t                                   | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |         |
|          |  |        |                                     |       |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |         |
| Diámetro | Se asumen varianzas iguales              | 18,237 | ,000                                | -     | 18               | ,000                 | -,53700                      | ,09687   | -        | -,33348 |
|          |  |        |                                     | 5,543 |                  |                      |                              |  |          |         |
| Diámetro | No se asumen varianzas iguales           |        |                                     | -     | 10,143           | ,000                 | -,53700                      | ,09687   | -        | -,32156 |
|          |  |        |                                     | 5,543 |                  |                      |                              |  |          |         |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición           | N  | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|---------------------|----|-------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Febrero | 65 | ,7355 | ,22954              | ,02847                  |
|          | Sin quema - Febrero | 65 | ,9083 | ,22122              | ,02744                  |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas |        | prueba t para la igualdad de medias |       |                  |                      |                              |  |          |        |
|----------|--|--------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|--------|
|          | F  | Sig.   | t                                   | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |        |
|          |  |        |                                     |       |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |        |
| Diámetro | Se asumen varianzas iguales              | 29,950 | ,000                                | -     | 398              | ,000                 | ,10643                       | ,02335   | -        | ,15233 |
|          |  |        |                                     | 4,558 |                  |                      |                              |  |          |        |
| Diámetro | No se asumen varianzas iguales           |        |                                     | -     | 352,215          | ,000                 | ,10643                       | ,02335   | -        | ,15235 |
|          |  |        |                                     | 4,558 |                  |                      |                              |  |          |        |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N   | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|-----|-------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Marzo | 150 | ,8599 | ,22847              | ,01865                  |
|          | Sin quema - Marzo | 150 | ,8296 | ,16313              | ,01332                  |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |         |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |       |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Diámetro | Se asumen varianzas iguales              | 21,092                              | ,000 | 1,323 | 298     | ,187             | ,03033               | ,02292                       | ,01478   | ,07544   |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 1,323 | 269,582 | ,187             | ,03033               | ,02292                       | ,01480   | ,07546   |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N   | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|-----|-------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Abril | 200 | ,9344 | ,27237              | ,01926                  |
|          | Sin quema - Abril | 200 | ,8279 | ,18673              | ,01320                  |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |         |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |       |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Diámetro | Se asumen varianzas iguales              | 29,950                              | ,000 | 4,558 | 398     | ,000             | ,10643               | ,02335                       | ,06052   | ,15233   |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 4,558 | 352,215 | ,000             | ,10643               | ,02335                       | ,06050   | ,15235   |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición        | N   | Media  | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|------------------|-----|--------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Mayo | 100 | 1,0543 | ,27939              | ,02794                  |
|          | Sin quema - Mayo | 100 | ,8247  | ,21579              | ,02158                  |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |       |         |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|-------|---------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t     | gl      | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |       |         |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Diámetro | Se asumen varianzas iguales              | 10,440                              | ,001 | 6,504 | 198     | ,000             | ,22960               | ,03530                       | ,15998   | ,29922   |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | 6,504 | 186,114 | ,000             | ,22960               | ,03530                       | ,15996   | ,29924   |

**Estadísticas de grupo**

|          | Condición         | N | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|-------------------|---|-------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Julio | 5 | ,7800 | ,14832              | ,06633                  |
|          | Sin quema - Julio | 5 | ,8000 | ,18371              | ,08216                  |

**Prueba de muestras independientes**

|          | Prueba de Levene de calidad de varianzas | prueba t para la igualdad de medias |      |      |       |                  |                      |                              |  |          |
|----------|--|-------------------------------------|------|------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|          |  | F                                   | Sig. | t    | gl    | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|          |  |                                     |      |      |       |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Diámetro | Se asumen varianzas iguales              | ,365                                | ,562 | ,189 | 8     | ,854             | -,02000              | ,10559                       | -,26350  | ,22350   |
|          | No se asumen varianzas iguales           |                                     |      | ,189 | 7,660 | ,855             | -,02000              | ,10559                       | -,26539  | ,22539   |



**Estadísticas de grupo**

|          | Condición          | N  | Media | Desviación estándar | Media de error estándar |
|----------|--------------------|----|-------|---------------------|-------------------------|
| Diámetro | Con quema - Agosto | 21 | ,8795 | ,28259              | ,06167                  |
|          | Sin quema - Agosto | 21 | ,9033 | ,23213              | ,05065                  |

**Prueba de muestras independientes**

|  | Prueba de Levene de calidad de varianzas |      | prueba t para la igualdad de medias |        |                  |                      |                              |  |          |
|--|--|------|-------------------------------------|--------|------------------|----------------------|------------------------------|--|----------|
|  | F  | Sig. | t                                   | gl     | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia |          |
|  |  |      |                                     |        |                  |                      |                              | Inferior                                       | Superior |
| Diámetro Se asumen varianzas iguales<br>No se asumen varianzas iguales | ,537                                     | ,468 | -,298                               | 40     | ,767             | -,02381              | ,07980                       | -,18510  | ,13748   |
|  |  |      | -,298                               | 38,546 | ,767             | -,02381              | ,07980                       | -,18529  | ,13767   |

**Anexo 9.** Análisis de varianza, Anova, diseño bloque completo al azar. Comparación del número de tallos verdes (densidad) de la parcela de totoral quemada y la parcela de sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: N° tallos

| Origen            | Tipo III de suma de cuadrados | gl  | Cuadrático promedio | F        | Sig. |
|-------------------|-------------------------------|-----|---------------------|----------|------|
| Modelo corregido  | 3984381,522 <sup>a</sup>      | 13  | 306490,886          | 41,714   | ,000 |
| Interceptación    | 11720097,809                  | 1   | 11720097,809        | 1595,133 | ,000 |
| Meses             | 2560457,788                   | 6   | 426742,965          | 58,081   | ,000 |
| Condición         | 4989,403                      | 1   | 4989,403            | ,679     | ,411 |
| Meses * Condición | 1422545,757                   | 6   | 237090,959          | 32,269   | ,000 |
| Error             | 1146196,267                   | 156 | 7347,412            |          |      |
| Total             | 27477616,000                  | 170 |                     |          |      |
| Total corregido   | 5130577,788                   | 169 |                     |          |      |

a. R al cuadrado = .777 (R al cuadrado ajustada = .758)

**Anexo 10.** Análisis de varianza, Anova, diseño bloque completo al azar. Comparación de la velocidad de crecimiento de la longitud de tallos verdes (cm/día) de la parcela de ttotal quemada y la parcela de sin quema, Chucuito, Barco ( $\alpha = 0.05$ ).

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: VC

| Origen           | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Cuadrático promedio | F      | Sig. |
|------------------|-------------------------------|----|---------------------|--------|------|
| Modelo corregido | 1,386 <sup>a</sup>            | 5  | ,277                | 1,946  | ,269 |
| Interceptación   | 5,565                         | 1  | 5,565               | 39,072 | ,003 |
| Condición        | ,074                          | 1  | ,074                | ,519   | ,511 |
| Meses            | 1,312                         | 4  | ,328                | 2,303  | ,219 |
| Error            | ,570                          | 4  | ,142                |        |      |
| Total            | 7,521                         | 10 |                     |        |      |
| Total corregido  | 1,956                         | 9  |                     |        |      |

a. R al cuadrado = .709 (R al cuadrado ajustada = .345)



**Figura 12. Parcela de totoral quemada de la zona de estudio 01/01/2016, Chucuito, Barco.**



**Figura 13. Evaluación de brotes nuevos en la parcela quemada. 08/01/2016, Chucuito, Barco.**





**Figura 14. Cuadrantes Aleatorios sobre tallos de totora, 04/02/2016, Barco Chucuito.**



**Figura 15. Tallos verdes de *S. tatora* cortados dentro del cuadrante. 04/02/2016. Chucuito, Barco.**



**Figura 16.** Pesaje de submuestras para la determinación de materia seca. Balanza marca: Mettler Toledo, modelo: ML 4002/01, calibración: Gesmin. Laboratorio del IMARPE.



**Figura 17.** Estufa para la determinación de materia seca, marca: Venticell, modelo: LSIS-B2V/VC111, calibración: Gesmin. Laboratorio del IMARPE.





**Figura 18. Medición de la longitud de tallos verdes dentro del cuadrante, 04/02/2016, barco Chucuito.**



**Figura 19. Cuadrantes fijos sin perturbación para la determinación de la velocidad de crecimiento 08/01/2016, Chucuito, Barco.**



## CONSTANCIA

### EL QUE SUSCRIBE DIRECTOR DEL CENTRO DE INVESTIGACION Y PRODUCCION PESQUERA, CIPP – CHUCUITO

Dr. BELIZARIO MANTILLA MENDOZA, otorga la presente Constancia de Ejecución de Tesis de Investigación a:

KEVIN MARVIN GONZALES NALVARTE, bachiller en Ciencias Biológicas, de la Universidad Nacional del Altiplano, identificado con DNI N° 71791852.

Quien ha realizado la ejecución de su tesis de investigación denominada EFECTO DE LA QUEMA DEL TOTORAL *Schoenoplectus tatora* EN SU CRECIMIENTO Y BIOMASA EN EL SECTOR CHUCUITO, tendientes a la obtención de su título profesional, en el área que pertenece al Centro de Investigación y Producción Pesquera, sector Barco, Chucuito, durante los meses de enero hasta agosto del año 2016.

Es cuanto puedo hacer constar, en honor a la verdad y para los fines que el interesado considere conveniente.

Puno, 22 de setiembre del 2016



  
Blgo. M.Sc. Belisario Mantilla Mendoza  
DIRECTOR  
Centro Investigación y Producción Pesquera Chucuito