



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POST GRADO

DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE



**“RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA
CON TÉCNICAS DEL TRASPLANTE DE TOTORA”**

Schoenoplectus tatora Kunt Palla

TESIS

PRESENTADA POR :

VICTOR CIPRIANO HUANACUNI AJROTA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE :

DOCTORIS SCIENTIAE EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

PUNO - PERÚ

2012

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO	
BIBLIOTECA	
Fecha sig.	16 OCT 2014
Nº	100708

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO
ESCUELA DE POST GRADO
DOCTORADO EN CIENCIA, TECNOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE

RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA
CON TÉCNICAS DEL TRASPLANTE DE TOTORA
Schoenoplectus tatora Kunt Palla

TESIS PRESENTADA POR:

VICTOR CIPRIANO HUANACUNI AJROTA

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO

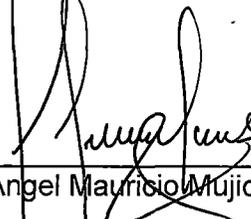
PRESIDENTE

:


Ph. D. Sabino Atencio Limachi

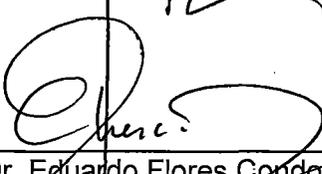
PRIMER MIEMBRO

:


Ph. D. Ángel Mauricio Mujica Sánchez

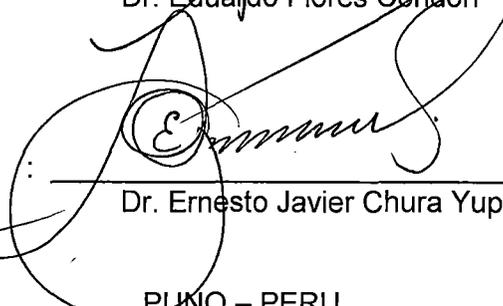
SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. Eduardo Flores Condori

TERCER MIEMBRO

:


Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui

PUNO – PERU

2012

DEDICATORIA

- A la memoria de mi madre querida siempre con todo cariño y amor que ha sido tesoro de mi vida **CONSTANTINA AJROTA ALVARADO**, que con su presencia y comprensión me fortaleció para seguir mis estudios de alto nivel y a mi padre **CIPRIANO HUANACUNI ESCOBAR**, que en los momentos más difíciles me ayuda y me guía desde el cielo a superarme en la vida.

- A mi esposa **MARIA FORAQUITA QUISPE** y a mis hijas **SOSUETH MARY** y **LUZMAR CLARETH**, por su aliento y consolidación de mis estudios.

- A mis colegas que en algún momento me supieron alentar para culminar mi trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

- Al Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, por facilitar los equipos de laboratorio y por el apoyo del Blgo. Gary Rosado Guerra.
- Al Dr. Ángel Mujica Sánchez, por transmitirme sus conocimientos de investigación y consejos en la consolidación de la investigación.
- Al Dr. Ernesto Javier Chura Yupanqui, por el apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Lizandro Guzmán Bustinza, por su asesoramiento en el diseño estadístico del presente trabajo de investigación.
- Mi Más sincero agradecimiento a todos los colegas doctorandos del grupo "C" de la promoción 2008 y a mis docentes de diferentes universidades nacionales e internacionales que me transmitieron su experiencia profesional y de investigación.

ÍNDICE

	Pag.
INDICE DE CUADROS	IX
RESUMEN	XIII
RESUMO	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	
1.1. PROBLEMA	01
1.2. OBJETIVOS	03
1.2.1. Objetivo General	03
1.2.2. Objetivos Específicos	03
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. MARCO REFERENCIAL	04
2.1.1. Origen del lago Titicaca.	04
2.1.2. Ubicación y Morfometría.	04
2.1.3. Geomorfología del ecosistema del lago Titicaca.	05
2.1.4. Características limnológicas.	05
2.1.5. Climatología.	06
2.1.6. Características biológicas.	07
2.1.7. Importancia en el uso de la totora.	07
2.1.8. Extensión de la Reserva Nacional del Titicaca.	08
2.1.9. Importancia social, económica y ecológica.	09
2.1.10. Degradación de los totorales.	13
2.1.11. Factores que ocasiona el deterioro del recurso totora.	15
2.1.12. Análisis de causas hidrológico ambiental.	17
2.1.13. <i>Schoenoplectus tatora</i> Kunt Palla.	19
2.1.14. Comportamiento de las macrófitas.	20
2.1.15. Variación de totorales con relación a las cotas de profundidad.	21
2.1.16. Evaluación fitosociológica.	23
2.1.17. Desarrollo sostenible.	25

2.1.18. Lineamientos generales en trasplante de totora.	26
2.1.19. Cultivo de los totorales.	26
2.1.20. Establecimiento del cultivo de totora.	27
2.1.21. Técnicas y metodologías de trasplante de totorales.	28
2.2. MARCO TEÓRICO	30
2.2.1. Morfología.	30
2.2.2. Origen de los totorales.	33
2.2.3. Flora acuática.	34
2.2.4. Reconocimiento de plantas acuáticas (Macrófitos).	35
2.2.5. Los totorales como ecosistema.	36
2.2.6. Estadío de vida del total.	37
2.3. HIPÓTESIS	38
2.3.1. Hipótesis General.	38
2.3.2. Hipótesis Específicos.	38

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Características generales del área de estudio	39
3.1.1. Tecnologías disponibles.	39
3.1.2. Ubicación del Experimento Técnica Takxataña.	40
3.1.3. Ubicación del Experimento Técnica Ch'ampa.	40
3.1.4. Ubicación del Experimento Técnica de la Cala.	40
3.1.5. Ubicación del Experimento Técnica Ñuqiña.	41
3.2. Metodología experimental	41
3.2.1. Estudio de batimetría y selección del área.	41
3.2.2. Selección de semilleros y transporte.	42
3.2.3. Limpieza del área a plantar.	42
3.2.4. Técnica Takxataña.	42
3.2.5. Técnica Ch'ampa.	43
3.2.6. Técnica de la Cala.	45
3.2.7. Técnica Ñuqiña.	46

3.3. Variables de estudio	47
3.3.1. Determinación de variables	47
3.3.2. Determinación de Temperatura (°C) y Oxígeno Disuelto (ppm).	49
3.3.3. Determinación Potencial de Hidrogeniones (pH).	49
3.4. Modelo estadístico	49

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.0. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de las técnicas de trasplante de totora.	51
4.1.1. Evaluación número de plántulas.	51
4.1.2. Evaluación número de tallos por plántula.	52
4.1.3. Evaluación altura de tallos por plántula.	53
4.1.4. Evaluación del diámetro de tallo.	54
4.1.5. Evaluación estado de inflorescencia.	55
4.1.6. Evaluación de la biomasa.	56
4.2. Influencia de los factores ambientales	58
4.2.1. Evaluación número de plántulas trasplante técnica takxataña.	58
4.2.2. Evaluación número de plántulas trasplante técnica ch'ampa.	60
4.2.3. Evaluación número de plántulas trasplante técnica cala.	62
4.2.4. Evaluación número de plántulas trasplante técnica ñuqiña.	63
4.2.5. Evaluación número de tallos técnicas takxataña y ch'ampa.	66
4.2.6. Evaluación número de tallos técnicas de cala y ñuqiña.	68
4.2.7. Evaluación altura de tallo técnicas takxataña y ch'ampa.	71
4.2.8. Evaluación altura de tallo técnica cala y ñuqiña.	74
4.2.9. Evaluación diámetro de tallo técnica takxataña.	77
4.2.10. Evaluación diámetro de tallo técnica ch'ampa.	78
4.2.11. Evaluación diámetro de tallo técnica cala.	80
4.2.12. Evaluación diámetro de tallo técnica ñuqiña.	81
4.2.13. Evaluación estado de inflorescencia técnica takxataña.	82
4.2.14. Evaluación estado de inflorescencia técnica ch'ampa.	83
4.2.15. Evaluación estado de inflorescencia técnica cala.	84

4.2.16. Evaluación estado de inflorescencia técnica ñuqña.	86
4.3. Determinación de temperatura (°c)	87
4.4. Determinación potencial de hidrogeniones (pH)	89
4.5. Determinación oxígeno disuelto (O.D.)	93
4.6. Especies asociadas con totora.	96
4.7. Plan de conservación del ecosistema acuático de totorales.	99
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	110
GLOSARIO	111
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	117
FOTOGRAFÍAS	135

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Análisis de varianza para número de plántulas de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	51
Cuadro 2. Prueba de Tukey (P= 0.05) técnicas transplante número de plántulas de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	52
Cuadro 3. Análisis de varianza número de tallos por plántulas de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	52
Cuadro 4. Prueba de Tukey (P= 0.05) técnicas transplante número de tallos de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	53
Cuadro 5. Análisis de varianza altura de tallos por plántulas de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	53
Cuadro 6. Prueba de Tukey (P= 0.05) técnicas transplante altura de tallos de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	54
Cuadro 7. Análisis de varianza diámetro de tallos por plántulas de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	54
Cuadro 8. Prueba de Tukey (P= 0.05) técnicas transplante altura de tallos de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	55
Cuadro 9. Análisis de varianza estado de inflorescencia de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	56
Cuadro 10. Prueba de Tukey (P= 0.05) técnicas transplante estado de inflorescencia de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	56
Cuadro 11. Análisis de varianza de la biomasa de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito (2009-2010).	57
Cuadro 12. Prueba de rango múltiple de Tukey (P= 0.05) biomasa de totora en Zepita, llave, Platería y Chucuito(2009-2010).	57
Cuadro 13. Determinación parámetros de regresión lineal número de plántulas de totora en Zepita (2009-2010).	59
Cuadro 14. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para número de plántulas de totora en Zepita (2009-2010).	59
Cuadro 15. Determinación parámetros de regresión lineal número de plántulas de totora en llave (2009-2010).	61

Cuadro 16. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para número de plántulas de totora en llave (2009-2010).	61
Cuadro 17. Determinación parámetros de regresión lineal número de plántulas de totora en Platería (2009-2010).	62
Cuadro 18. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para número de plántulas de totora en Platería (2009-2010).	63
Cuadro 19. Determinación parámetros de regresión lineal número de plántulas de totora en Chucuito (2009-2010).	64
Cuadro 20. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para número de plántulas de totora en Chucuito (2009-2010).	65
Cuadro 21. Determinación parámetros de regresión lineal número de tallos de totora en Zepita (2009-2010).	66
Cuadro 22. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para número de tallos de totora en Zepita (2009-2010).	67
Cuadro 23. Determinaciones parámetros de regresión lineal número de tallos de totora en llave (2009-2010).	67
Cuadro 24. Análisis de varianza de regresión lineal múltiple para número de tallos de totora en llave (2009-2010).	68
Cuadro 25. Determinaciones parámetros de regresión lineal número de tallos de totora en Platería (2009-2010).	69
Cuadro 26. Análisis de variancia de regresión lineal múltiple para número de tallos de totora en Platería (2009-2010).	69
Cuadro 27. Determinaciones parámetros de regresión lineal número de tallos de totora en Chucuito (2009-2010).	70
Cuadro 28. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para número de tallos de totora en Chucuito (2009-2010).	70
Cuadro 29. Determinaciones parámetros de regresión lineal altura de tallos de totora en Zepita (2009-2010).	72
Cuadro 30. Análisis de varianza de regresión lineal para altura de tallos de totora en Zepita (2009-2010).	73
Cuadro 31. Determinación de parámetros regresión lineal altura de tallos de totora en llave (2009-2010).	73
Cuadro 32. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para altura de tallos de totora en llave (2009-2010).	74

Cuadro 33. Determinación de parámetros regresión lineal altura de tallos de totora en Platería (2009-2010).	75
Cuadro 34. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para altura de tallos de totora en Platería (2009-2010).	75
Cuadro 35. Determinación de parámetros regresión lineal múltiple altura de tallos de totora en Chucuito (2009-2010).	76
Cuadro 36. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para altura de tallos de totora en Chucuito (2009-2010).	76
Cuadro 37. Determinación parámetros de regresión lineal diámetro de tallos de totora en Zepita (2009-2010).	78
Cuadro 38. Análisis de varianza de regresión lineal para diámetro de tallos de totora en Zepita (2009-2010).	78
Cuadro 39. Determinaciones parámetros de regresión lineal diámetro de tallos de totora en llave (2009-2010).	79
Cuadro 40. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para diámetro de tallos de totora en llave (2009-2010).	79
Cuadro 41. Determinaciones parámetros de regresión lineal diámetro de tallos de totora en Platería (2009-2010).	80
Cuadro 42. Análisis de varianza de regresión lineal múltiple para diámetro de tallos de totora en Platería (2009-2010).	81
Cuadro 43. Determinación parámetros de regresión lineal diámetro de tallos de totora en Chucuito (2009-2010).	81
Cuadro 44. Análisis de varianza de regresión lineal para diámetro de tallos de totora en Chucuito (2009-2010).	82
Cuadro 45. Determinación de parámetros de regresión lineal múltiple inflorescencia de totora en Zepita (2009-2010).	83
Cuadro 46. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para inflorescencia de totora en Zepita (2009-2010).	83
Cuadro 47. Determinación de parámetros regresión lineal múltiple inflorescencia de totora en llave (2009-2010).	84
Cuadro 48. Análisis de varianza de regresión lineal múltiple para inflorescencia de totora en llave (2009-2010).	84
Cuadro 49. Determinación de parámetros de regresión lineal múltiple inflorescencia de totora en Platería (2009-2010).	85

Cuadro 50. Análisis de varianza de regresión lineal múltiple para inflorescencia de totora en Platería (2009-2010).	85
Cuadro 51. Determinación de parámetros regresión lineal múltiple inflorescencia de totora en Chucuito (2009-2010).	86
Cuadro 52. Análisis de varianza regresión lineal múltiple para inflorescencia de totora en Chucuito (2009-2010).	87

RESUMEN

El trabajo de investigación comprende la evaluación de las técnicas de trasplante en el ecosistema del lago Titicaca y los factores ambientales que influyen directamente en el desarrollo de la totora *Schoenoplectus tatora* Kunt Palla, ubicadas en las comunidades de San Pedro, Choquetanca, Laconi y Tacasaya de los distritos de Zepita, Ilave, Platería y Chucuito respectivamente. Como metodología de trasplante se utilizó técnicas Takxataña, Ch'ampa, Cala y Ñuqiña. Para evaluar el repoblamiento se han determinado los factores ambientales (físicos y químicos) y las técnicas apropiadas que permite la recuperación de los ambientes degradados, así como la conservación de la diversidad biológica. Los datos fueron analizados mediante el análisis de varianza utilizando el diseño completamente al azar y la prueba de rango múltiple Tukey. Además se ha aplicado el análisis de regresión y la interpretación de parámetros múltiples de las siguientes variables: número de plántulas prendidas, número de tallos por plántula, altura de tallo, diámetro de tallo, inflorescencia y biomasa. Como resultado se tiene que las técnicas Takxataña y Ch'ampa son mejores en los distritos de Zepita e Ilave. El análisis de regresión lineal múltiple determinadas con los factores ambientales independientes T°, pH, Oxígeno Disuelto, muestran altamente significativo a un coeficiente de determinación de 67.7 y 49.8% para un nivel de confianza del 95 y 90%. Sin embargo las variables número de plántulas prendidas varia de 91.4 a 65.4%. Para número de tallos se observa de 44.3 a 43.2 de tallos por plántulas, en altura de tallo presenta en promedio anual de 1.25 a 1.21 m de altura; en diámetro de tallo los más destacados son las técnicas de Ñuqiña y Cala con promedios anuales de 0.88 a 0.87 cm. En el estado de inflorescencia destacan las técnicas Takxataña y Ch'ampa, 35.8 y 36.5% y en la biomasa se obtiene con promedios 320 y 300 kg con promedios de 49 y 45 tallos a una altura promedios 1.24 y 1.21 m por plántulas. Con la aplicación del modelo estadístico de regresión lineal múltiple se buscó el nivel de significancia correlativo de la adaptabilidad del trasplante de totoras apropiadas al ecosistema acuático.

PALABRAS CLAVE: Restauración, ecosistema, lago Titicaca, trasplante, totora.

RESUMO

O trabalho de pesquisa inclui a avaliação de técnicas de transplante no ecossistema do lago Titicaca e os fatores ambientais que influenciam diretamente o desenvolvimento de totora *Schoenoplectus tatora* Kunt Palla, localizados nas comunidades de San Pedro, Choquetanca, Laconi e Tacasaya dos distritos Zepita, Ilave, Platería y Chucuito respectivamente. Como um método de técnicas de transplante foram utilizadas as técnicas Takxataña, Ch'ampa, Cala e Ñuqiña. Para avaliar o repovoamento foram determinados fatores ambientais, (físicos e químicos) e as técnicas adequadas que permitam a recuperação de ambientes degradados, bem como para a conservação da diversidade biológica. Os resultados são interpretados por análise de variância usando delineamento inteiramente ao acaso e a o teste de intervalo múltiplo de Tukey. Também foi aplicada análise de regressão e interpretação de vários parâmetros das seguintes variáveis: número de plântulas prendidas, número de hastes por mudas, altura da haste, diâmetro da haste, inflorescência e de biomassa. O resultado mostra que as técnicas e Ch'ampa Takxataña são melhores nos distritos de Zepita e Ilave. A análise de regressão linear múltipla determinaram os fatores ambientais independentes T° , pH, O.D., mostram um coeficiente altamente significativo de determinação de 67,7 e 49,8% para um nível de confiança de 95 e 90%. No entanto, a variável plântulas prendidas varia de 91,4 a 65,4%. Fixado para o número de hastes observados 44,3 a 43,2 por hastes de mudas, altura da haste tem uma média anual de 1,25 a 1,21 m altura; das hastes no diâmetro do caule são as técnicas mais importantes e Cala Ñuqiña com médias anuais de 0,88 a 0,87 cm. No estado da inflorescência são destaque nas técnicas e Takxataña Ch'ampa 35,8 e 36,5% e o biomassa é obtida pela média 320 e 300 kg, com uma média de 49 e 45 hastes para umas médias de altura 1,24 e 1,21 m de plântulas. Ao aplicar o modelo estatístico de regressão linear múltipla foi procurado nível de significância de correlativo cattails adaptabilidade Transplante apropriado para os ecossistemas aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Restauração, ecossistemas, lago Titicaca, transplante, totora.

INTRODUCCION

El lago Titicaca cumple un rol muy importante en la conservación de recursos naturales de flora y fauna, siendo un recurso predominante la totora *Schoenoplectus tatora* Kunth Palla, que permite el desarrollo de diferentes especies incluyendo al hombre, que a través de los años ha utilizado racionalmente como un medio de subsistencia de su ingreso económico familiar e inclusive como medicina.

En el transcurso de los años 1992 hasta 1997, se realizó el trasplante de totorales a cargo del Proyecto Especial Lago Titicaca (PELT), en convenio con las Comunidades campesinas ubicadas en el anillo circunlacustre, formándose comités de totorales, quienes deberían cuidar y beneficiarse directamente con las plantaciones de totoras. Por ello se tiene en cuenta el estudio de batimetría del lago Titicaca, con el objetivo del manejo de la economía sostenible de la población y para el alimento de sus ganados. Sin embargo en la actualidad no ha prosperado el repoblamiento de los totorales, por problema del mal manejo por parte de los pobladores y por falta de sensibilización en educación ambiental, que afectan en el desequilibrio ecológico.

Con la aplicación de una tecnología apropiada, se pretende obtener un modelo tecnológico adecuado de totorales, para el mejoramiento del ecosistema del lago Titicaca, proponiendo un plan de manejo adecuado de gestión de recursos naturales de manera hasta la fecha no existe un trabajo similar con trasplantes adecuadas de totora a pesar de existir muchas instituciones que realizaron trabajos de recuperación de totorales, sin criterio técnico apropiado. Por ello se aprecia como resultados negativos. El presente trabajo permite garantizar las tecnologías ecológicas adecuadas de acuerdo al estudio y características geográficas de las zonas.

Frente al deterioro del ecosistema de los totorales se propone realizar el mejoramiento, conservación y preservar el valor ecológico del medio acuático a nivel experimental empleando diferentes técnicas de trasplante de totoras a diferentes profundidades y a diferentes zonas del lago. Durante el experimento se permite explicar que técnicas de trasplante se adapta para el mejoramiento acuático y al futuro establecerá el problema social de la extrema pobreza, cultural y económico. Por todo ello se plantea las siguientes interrogantes:

¿Cuales son las diferentes técnicas de trasplante de totora adaptables en la restauración del ecosistema del lago Titicaca?

¿Cuáles son los sustratos adecuados para el repoblamiento de totorales?

¿Cuáles son los factores que limitan en el repoblamiento de totorales en el medio acuático?

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PROBLEMA

La totora *Schoenoplectus tatora* Kunth Palla crece en las riberas del lago, penínsulas, islas y en los afluentes de los ríos. Constituye un recurso natural importante para la población ribereña por su uso múltiple. Sin embargo viene siendo extraído irracionalmente llegando a desaparecer grandes extensiones, es allí donde se rompe el equilibrio del sistema ecológico del lago Titicaca. En el estudio existen diferentes tipos de totora; como totoras verdes y amarillas. Recomiendan su normal desarrollo entre cotas de 3,808 a 3,810 msnm, hasta 4.0 metros de profundidad en periodos lluvioso se da la acumulación de algunas especies acuáticas en el año el nivel del agua baja a cotas mínimas, en ella se encuentra llachus y en abundancia las totorillas asociadas a otras especies.

En la actualidad se aprecia en el litoral del anillo circunlacustre del lago Titicaca la carencia de totorales que existen alteraciones a mayores o menores cotas de su normalidad. Entonces se requiere proponer alternativas de soluciones urgente frente a estos problemas suscitados, que en muchas oportunidades los pobladores que habitan alrededor del anillo circunlacustre desconocen de ciertos factores ambientales que afectan directamente e indirectamente en el deterioro de los recursos naturales acuáticos, por tanto se dedican a las actividades de la

agricultura, pesca, extracción de totora y llachus; los mismos que son afectados seriamente en su ingreso económica familiar, por tanto no tienen el sustento suficiente para establecer su economía y congestiona el problema social entre los pobladores, en ella se aprecia la carencia de recursos naturales acuáticos; como es la extinción de especies íctica nativas, es el caso de Mauri *Trichumicterus ribulatos*, *Carachis Orestías*, *Ispis Ispis sp*, el Umanto y la migración de avifaunas de mucha importancia.

Las variaciones climatológicas ocurridas durante los años extremos que se presentaron en 1983 y por la excesiva precipitación ocurrida en el año 1986, ocasionaron los fenómenos de sequía e inundación que determinaron cambios bruscos que ocasiona deterioro y la desaparición de grandes extensiones de totorales.

La totora tiene múltiples usos en la actividad de los pobladores que habitan alrededor de la orilla del lago, es decir este recurso natural sirve como alimento para sus ganados, para la construcción de sus viviendas, elaboración de esteras, confeccionado de artesanías, construcción de balsas, como medicina por su alto contenido de hierro y otras por su atracción turística e inclusive sirve como descontaminante porque fijan como materias orgánicas fósforo (P) y nitrógeno (N) ; como inorgánicos metales pesados a través del sistemas radiculares.

Con relación a las macrofitas más comunes denominados macroalgas (llachales), Collot (1980) hizo la siguiente observación al respecto *Potamogeton strictus* se encuentra a diferentes profundidades desde 0.5 m hasta 5.5 m, y *Myriophyllum elatinoídes*; su medio de hábitat se encuentra en la bahía desde las riberas al límite de totoras muy abundante, la profundidad para su desarrollo óptimo varía de 1,5 m hasta 2.5 m.

Los resultados de la investigación justificará el análisis integrado espacial en las áreas acuática trasplantados considerándose los principales elementos del medio físico y biótico al final indican las técnicas apropiadas ó para el manejo ambiental, al cual deberán someterse a sus usos específicos indicados ya sea para el aprovechamiento productivo en todas sus formas y a la recuperación de ambientes degradados y la conservación de la diversidad biológica.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Restaurar el ecosistema acuático del lago Titicaca con tecnologías de trasplante de totora.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Evaluación de las técnicas de trasplante de totora para la restauración de ecosistema acuático del lago Titicaca.
- Evaluación de los factores ambientales físico-químico y las características adecuadas del sustrato para el trasplante de totora.
- Planteamiento de un plan de conservación sostenible del ecosistema acuático de totorales del lago Titicaca.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.1.1. Origen del lago Titicaca.

El lago Titicaca es de origen tectónico-mioceno, ligado a la orogenia de la región andina, que cubría una gran superficie de la meseta del Collao. Entonces ese gran lago se llamó Mataro, el cual se desarrolló a una altitud de 3,950 msnm. Luego por la recesión de los glaciares a principio de los periodos interglaciares empezó a reducir su tamaño dando paso al lago Cabana, que estuvo a una altitud de 3,900 msnm; y de una nueva glaciación se forma el lago Ballivián, con un nivel de altitud de 3,860 msnm. Luego aparece el lago Michin, a 3,825 msnm; antes del Titicaca se registra la presencia del lago Tauca, a 3,815 msnm; actualmente se encuentra a 3,810 msnm y el lago Poopó a una altura de 3,686 msnm, teniendo conexión con el río Desaguadero en periodos lluviosos, Leveau *et al.* (1984). Citado por (Aquize, 2006).

2.1.2. Ubicación y Morfometría.

El lago Titicaca está ubicado entre 15°13'19" y 16°35'37" de latitud sur y 68°33'36" y 70°02'13" de longitud oeste a 3,810 msnm. Además presenta tres áreas bien diferenciadas: el lago grande con una superficie aproximada de 6,311

km² , el lago pequeño con una superficie aproximada de 1.292 km² y la bahía interior de Puno con 564 km² , con un área total 8,167 km² . La profundidad máxima y media del lago es 281 m y 105 m respectivamente. El volumen total de la masa de agua es 919 km³ (Reyes. 1988).

2.1.3. Geomorfología del ecosistema del lago Titicaca.

La geomorfología del lago Titicaca es muy variada, formado por la parte acuática y la continental. La parte acuática está constituida por el espejo de agua con zonas pelágicas, sub litorales y litorales. En estos dos últimos se encuentra una vegetación sumergida, anfibia y flotante. La parte continental está formada por islas, penínsulas, playas y terrenos circundantes presentándose una fisiografía muy variada, que va desde las partes planas hasta zonas que fluctúan de 10° a 45° de declive. Las formaciones geológicas pertenecen al terciario medio superior, siendo mayormente las rocas de origen metamórficas y sedimentaria. Los suelos aledaños son del tipo aluvial con una edafización lenta y en algunas partes con gran contenido de materia orgánica, perteneciendo a la asociación de limos. La profundidad es variable, notablemente profundos en algunos sitios, los sondeos efectuados acusan de 1 a 20 m, llegando la máxima a 284 m (Aquiñe, 2006).

2.1.4. Características limnológicas.

Son típicos los cuerpos de aguas alto-andino, que se encuentra en un estado de plena eutrofización: La temperatura superficial del agua varía de 9 a 14°C, no se encuentra en verdadero termoclima, existe una gran variación de temperatura vertical y está perfectamente comprendida entre los límites de agua frías económicamente la más valiosa en todo el mundo. El pH es ligeramente

alcalino de 8.2 a 8.4. La transparencia se registra de 6.5 hasta 15 m, como tal pertenece a un lago eutrófico. Los factores químicos: Oxígeno disuelto varía de 3 ppm a un máximo de 7.5 ppm. Dióxido de carbono varía de 4 a 8 ppm. Dureza total oscila entre 110 a 280 ppm y Fosfato totales varía de 0.75 a 25 ppm (Dejoux e Iltis, 1991).

2.1.5. Climatología.

Es de sub tipo climático (A) de acuerdo al sistema clasificación de climas de W. Thortwaite, debido la presencia del lago actúa como termorregulador y cuenta con 87 islas terrestres con un área de aproximadamente 100 km², caso de Perú: Amantani, Taquile, Quipatahua, Soto, Chivata, Ustute, Iscaya, Ccana, Juspique, Anapia, entre otras. La temperatura ambiental oscila entre los -2°C a 15°C; la precipitación anual alcanza a 728 mm; la presión atmosférica alcanza a un promedio de 645 mb; la humedad relativa es de 55 a 65%; el total de horas de sol alcanza a un valor de 319 horas durante los meses de invierno; y la velocidad del viento varía de 1.0 a 6.2 m/s en la estación de primavera en consecuencia el clima es semiseco y frígido (Dejoux e Iltis, 1991).

La precipitación promedio para toda la cuenca oscila entre 650 y 700 mm, la máxima precipitación ocurre en los meses del verano (enero a marzo) y la mínima en junio. Entre las características físicas del agua, presenta la temperatura media mensual de 11.25 a 14.35 °C y entre las características químicas, en el lago mayor presenta un pH de 8.6 a 8.5 y en el lago menor el rango en promedio es un poco mas elevado, posiblemente se deba a una actividad fotosintética mas alta del fitoplacton y de las abundantes macrófitas bénticas (Noriega, 1993).

2.1.6. Características biológicas.

La fauna del lago es bastante numerosa, existiendo más de 42 especies de aves, algunas son migratorias y otras propiamente de la zona entre las cuales se encuentran los "Flamencos" (*Phoenicoparrus andinos*), el 7 colores (*Tachuriis rubrigastra avícola*) denominada como el ave más hermosa del altiplano, el zambullidor del Titicaca (*Centropelma micropterus*) ave única en el mundo que solo existe en el lago Titicaca. Así mismo en la población ictiológica existen 14 especies de *Orestias sp.* (*Carachis*), también existe 2 especies de anfibios sapos acuáticos *Telmatobios sp.* Información recopilada por (Galiano, 1987).

2.1.7. Importancia en el uso de la totora.

Esta macrófita es un recurso natural renovable, que llega a cubrir extensas zonas del lago Titicaca, pues ejerce una función económica en la subsistencia del poblador ribereño en diferentes formas y prioridades. Por sus múltiples usos, el poblador del anillo circunlacustre extrae la totora de modo extensivo. Los extractores de totora consideran a todos los tipos de totora como iguales con la excepción de totorilla *Scirpus rigidus* que no se encuentra en el lago sino en las zonas húmedas adyacentes al lago (Galiano, 1987).

Además sirve en la depuración de aguas residuales, se aprecia que por actividad fotosintética de esta los niveles de oxígeno se incrementan, acumulando nutrientes y en algunas oportunidades se han registrado captación de sustancias tóxicas (Pb, Ar). El tratamiento de aguas servidas por medio de éste método está en crecimiento cooperativo de la *Schoenoplectus tatora* y de microorganismos (bacterias) asociadas (Kistriz, 1989).

La totora es una planta acuática que crece en muchos lugares húmedos, pantanosos, lagos y lagunas, se la encuentra en América desde California hasta Chile. Los científicos la conocen como *Schoenoplectus tatora californicus*. La totora existe desde tiempos muy antiguos. Nuestros antepasados la utilizaban para hacer esteras que servían como cama y como mantel para poner comida. En lugares muy lejanas se la utilizan para hacer casas, balsas para viajar y transportar los productos por los ríos y lagos, también utilizaban para hacer puentes colgantes y canastos para almacenar granos. La historia cuenta que en el tiempo de tahuantinsuyo la totora se utilizaba para elaborar el bastón de mando que se llamaba "Tiana".

En el Perú y Bolivia se le encuentra muy ampliamente en el lago Titicaca, y como importancia se tiene lo siguiente:

- La totora molida y quemada sirve para cicatrizar heridas.
- La raíz sirve para lavar tumores, heridas y llagas.
- En el tiempo de sequía se puede ensilar y almacenar por algún tiempo.
- Las raíces sirven para que los peces pongan sus huevos y se protejan.
- Los tallos sirven para que las aves hagan sus nidos y se reproduzcan.
- Cortada y enterrada se descompone y se hace un buen abono.
- Protege el suelo de las orillas del lago (COANDIT, 2004).

2.1.8. Extensión de la Reserva Nacional del Titicaca.

El lago Titicaca ocupa un área de 36,180 ha, exclusivamente de aguas del lago no incluyendo ninguna porción de tierra firme. La superficie de los sectores, según la clasificación de la Reserva Nacional es:

- Sector Ramis : 7,030 ha.

= Sector Puno : 29,150 ha.

Base Legal (D.L.21147) la declaración específica de la (Reserva Nacional del Titicaca RNT), se ha efectuado mediante el D.S. N° 185-78-AA de 31 de Octubre del 78. Este dispositivo se ha emitido en aplicación del artículo correspondiente de la Ley forestal y de la fauna que establece que las unidades de conservación deben ser declaradas mediante Decreto Supremo.

Importancia de la totora en la R.N.T. Los totorales en los sectores de Puno y Ramis, abarcan aproximadamente 17,400 ha, que representa el 65% de área total del lado peruano (26,640 ha). En el sector Puno existen 13,388.37 ha, de las cuales 7,192 ha son consideradas como densas; 6,195.47 ha como semidensas; y 15,715.96 ha como ralas. Además, existen 9,370.67 ha potenciales para el repoblamiento en algunos sectores de Pusi como en las comunidades de Carabuco y Jatun Ayllu y en la zona de amortiguamiento de la reserva del distrito de Taraco (Plan Maestro RNT, 2007).

2.1.9. Importancia social, económica y ecológica.

La totora tiene una enorme importancia social, económica y ecológica. Esta planta principalmente en su estado tierno y juvenil es utilizada como forraje para la alimentación de ganado vacuno, ovino y el porcino aprovecha directamente los rizomas cuando quedan áreas de totorales expuestas en épocas de sequía. Esta vegetación acuática es considerada como la base de la alimentación del ganado de la zona ribereña. La totora madura es secada al sol para ser utilizada como materia prima en la artesanía, adornos, construcción de embarcaciones de diferentes dimensiones, colchones "Qisanas" y techos de viviendas; en este aspectos los artesanos mas destacados provienen de los Uros y de la comunidad

de Chimú. Además, el cuello o cogollo de la totora denominada "Chullu", que es la porción basal del tallo aéreo, de una coloración blanquecina, es utilizada en la alimentación humana al igual que los rizomas denominada "Saka".

Así mismo menciona la quema de totorales es una práctica tradicional con el objeto de eliminar los tallos maduros y secos y obtener un rebrote tierno, mayormente lo realizan en las jurisdicciones de Coata, Huata y Paucarcolla. Sin embargo la avifauna es la más afectada. (Plan Maestro RNT, 2007).

La totora verde tierna es explotada de manera similar al llachu, con la excepción de que nunca se permite la entrada del ganado a los campos de totora. Una persona puede cortar cierto número de pichus (cantidad de totora que puede ser cargada entre los brazos y el pecho), que luego son llevados a los animales. Los tallos no deben ser cortados a más de 50 centímetros bajo la superficie y nunca durante la época lluviosa. El tallo necesita un poco más de un año para alcanzar un tamaño medio de 3.8 metros. El corte aumenta la producción de la planta e induce un aumento de la densidad de los totorales (Collot, 1980).

Con relación en la evolución de las poblaciones vegetales entre 1983 y 1986, el nivel medio del lago Titicaca subió cerca de 3 metros y más de 85.000 ha fueron inundadas. Después de este periodo, el nivel descendió nuevamente. Era pues interesante examinar las incidencias de tales variaciones sobre el comportamiento y la evolución de las diferentes formaciones vegetales. Las observaciones realizadas en 1986 (máximo de la crecida) y en 1989 (fase de decrecida) hacen notar las múltiples respuestas de las diferentes asociaciones vegetales consideradas, es decir el grupo de *Schoenoplectus tatora*, en 1986, ocupaba una zona batimétrica (2.5 – 4.5 metros) correspondiente a su preferendum de vida. En 1989, el total se encontraba entre 0.8 y 2.5 metros.

Son las mismas plantas (las de 1986) que resistieron al descenso de las aguas y se encuentran desde entonces en posición anormal a su preferendum (Collot, 1980).

Los niveles extremos del lago son inconvenientes tanto para la conservación de su biodiversidad, como para el desarrollo de la infraestructura poblacional y turística, principalmente los niveles altos mayores a la cota 3,810.50 msnm, causa graves daños a las actividades económicas que efectúa el hombre. Por otro lado, el proceso de colmatación del río Desaguadero produciría en el largo plazo la elevación en el nivel medio del lago, lo que resulta sumamente perjudicial para todas las actividades que desarrolla el hombre en su área circunlacustre (ALT, 2007).

Por otra parte en el trasvase de las aguas por la compuerta de regulación dejando la cota del lago en 3,806 msnm, alterará inevitablemente el equilibrio hídrico, hidrológico y ecosistémico del lago Titicaca. Los riesgos ambientales por el trasvase de aguas y la pérdida de hábitat ocasionará impactos a la biodiversidad del lago Titicaca; al flujo turístico; en la acción termorregulador del lago y la agricultura; en la captación de agua potable del lago Titicaca para la ciudad de Puno; en el nivel socioeconómico de la población altiplánica; alterar el mapa geográfico del Perú. La historia de los lagos indica que estos cuerpos funcionan en forma dinámica y la mano del hombre no puede atentar contra esta realidad (Goyzueta *et al.*, 2005).

La totora es considerada como la mayor importancia del lago Titicaca, éstos tienen una localización específica que concuerdan con las bajas pendientes menores de 0.75%, que están ubicados hasta profundidades de 5 m y la máxima cota alcanzada por el nivel del lago Titicaca es de 3,812.54 m en los años 1985 -

1986 y la mínima de 3,806.23 m en los años 1943 = 1944, entre ambas existe una diferencia de 6.31 m; que con el descenso de los niveles de agua como lo sucedido en la década del 40 se deduce que las áreas cubiertas por el agua serían 6,754 ha, mientras que para la cota de 3,806 msnm el área cubierta estaría en el rango de 6,890/7,053 ha; en el caso de incrementarse los niveles de agua, la totora podría ocupar hasta las cotas de 3,813 msnm, incrementándose el área, más no la biomasa de totora ya que las subidas de nivel, van acompañadas desprendimiento de "Quillis" (PNUD, 2003).

Es importante señalar que las calificaciones de totorales densos se encuentran entre las profundidades de 0 a 2 m, mientras que los semi densos se encuentra aproximadamente a los 3 m de profundidad y los totorales a mayores profundidades son denominados ralos. Los totorales se mantienen relativamente estables mientras no se presente la depredación antropogénica. La biomasa de la totora está estrechamente relacionada con el uso intensivo de estas plantas para la crianza del ganado, apreciándose que los cálculos de producción forrajera expresada como rendimiento de materia seca estimada está entre 3.77 tn/ha (Galiano, 1987) y 11.59 tn/ha (Collot, 1980).

El lago Titicaca se produce una reducción de la vegetación acuática (totora), la disminución de la población de peces nativos, y la contaminación biológica de la bahía de Puno. Las aguas del lago Poopó se encuentran altamente contaminadas por metales pesados, producto de las actividades mineras, y por su elevada salinidad natural. El Plan Director, está concebido para corregir esta realidad, por lo cual contempla: diversos proyectos y en una de ellas está considerada la replantación de totora. Así mismo el PELT (1993), realizó una evaluación de la totora en el lago Titicaca del lado peruano, de 1950 a 1970 tuvo

lugar una disminución de 814 ha (0.15%); entre 1970 a 1986 disminuyó en 7,981 ha (15.3%); en el periodo 1986 a 1992 se perdieron 19,423 ha (44.05%). Y en el periodo 1950 a 1992 se perdieron en total 18,218 ha, es decir el 53.36% (ALT, 1996).

Las costas del lago Titicaca existieron desde hace quince a veinte años, los verdaderos bosques de totora, llamados totorales, especialmente en la Región Puno, comprendido entre la jurisdicción de Huata y Capachica, pero por las sequías que se sucedieron, las aguas del lago disminuyeron, quedando en descubierto los totorales los que se secaron; recién por el aumento progresivo de las aguas, las totoras nuevamente rebrotaron en las áreas inundadas (Frisancho, 1996).

2.1.10. Degradación de los totorales.

En el año 1978 existía 35,222.5 ha y en la actualidad existe 22,762.84 ha, estimándose una pérdida de 12,459.66 ha que representa el 35.37% (Huanacuni, 2009). Así mismo en el año 1992 manifiesta que el lago Titicaca constituye una fuente de recursos de gran importancia de la flora y fauna para la región, principalmente en las zonas ribereñas, lugares en los que debido constante aumento de la población se están viendo amenazada por un alto grado de contaminación que implica un peligro del deterioro del ecosistema del lago Titicaca.

Los totorales actualmente se encuentran en un proceso de extracción indiscriminado y en algunos lugares han desaparecido o están en vías de extinción, y si no se toma acciones prontas y eficaces. Los totorales están amenazados a desaparecer, lo que ocasionaría grandes pérdidas en las economías campesinas de la ribera de lago como influiría notablemente en la

degradación del ecosistema del lago Titicaca, pues se perdería un biotopo natural de gran predominio, la misma menciona el proceso de decrecimiento se obedece a lo siguientes aspectos:

- Al proceso de variación del nivel del lago, tanto al periodo de máxima crecida (1984 a 1987) y luego al periodo de disminución del nivel del agua (1989 a 1992). En un proceso de crecida del nivel del agua, los totorales son desprendidos de su substrato y por acción del viento son llevados a las orillas, por consiguiente están expuestas a desecarse al deterioro por parte de los animales que conduce a reducir la superficie de totorales.
- A una extracción indiscriminada de totora y de llachu, conduce al deterioro de biotopos y reduce la capacidad de sobre vivencia; la extracción de llachu es muy vulnerable, si ésta limita con la *Chara sp.* (Caráceas) o están en competición pues por dominancia es invadida por la *Chara sp.* El total dominado por las caráceas, no puede ser recuperado (Noriega, 1993).

Causas de las disminuciones de totorales son:

- Variaciones extremas del clima, tienen incidencia sobre los niveles del lago, es el caso en la década 80 sequía en 1983 y excesivas precipitaciones en 1985 y 1986 la disminución brusca de 20.975 ha de totorales entre los años 1986 a 1992 que ha ocasionado el incremento de el nivel del lago alrededor de 3 metros desarrollándose entre las cotas de 3,805 a 3,808 m.
- La sub utilización que origina el desecamiento de totorales que dificulta el brotamiento y causa la pudrición de raíces y rizoma (CIRNMA, 1996).

En la investigación de la recuperación de totorales mediante el manejo técnico del recurso totora. En la zona de ejecución de la iniciativa, los totorales proporcionaban un promedio de 55 tn/ha de forraje, debido a un manejo inadecuado (cosechas incorrectas), luego de la aplicación del principio de desarrollo sostenido: "Cortar en el momento oportuno y con cuidado para no malograr las plantas y poder tener más, para mañana", se incrementaron los rendimientos de forraje de totora a 85 tn/ha, debido a las acciones de capacitación participativa sobre el manejo del totoral (CEDAS, 2004).

Por otra parte que en los numerosos diagnósticos y evaluaciones de la región del altiplano, han determinado el alto grado del deterioro de los ecosistemas y procesos ecológicos y de las varias especies de flora y fauna. Así mismo, menciona que especialmente en zonas mas pobladas del altiplano (valles interandinos) se ha producido una sostenida degradación y en algunas regiones la vegetación nativa se ha perdido casi completamente juntamente con la fauna (Flores, 2004). En lo cual, es demostrada en la evaluación efectuada en la bahía de Puno, sobre superficie de los totorales, realizado por Mamani (1977) quien encontró solo 49,973.95 ha y en la evaluación efectuada por Tapia (1984) encontró 35,222.5 ha, es decir que en seis años se ha perdido 6 ha, expresado por (Noriega, 1993).

2.1.11. Factores que ocasionan el deterioro del recurso totora.

En la información recopilada, que la totora *Schoenoplectus californicus var.tatora* es otra especie que fue sujeta a intensos procesos de extracción y sobre-explotación. Sin embargo en 1985 la superficie total estimada en la región lacustre del Titicaca para Perú y Bolivia fue de 61.030 ha, las cuales se redujeron

a 38.629 ha para el año 2000, esto significa una reducción de 63% debido a diversos factores como el sobre- uso por el ganado, sobre-corta, quemas y contaminación ALT (2004). Las especies que actualmente experimentan mayores presiones y por lo tanto mayor nivel de amenaza sobre sus poblaciones a partir de usos extractivos para fines, son: peces nativos del lago como los Karachis, el Ispi y el Mauri; Chocas y diversas especies de patos (Rocha, 2003).

El riesgo de pérdida de totorales por mal uso y presenta un manual para el manejo de la totora. Para lo cual en la evaluación de las áreas con totorales en el ámbito peruano del sistema TDPS por sectores se aproxima un total de 26,623.31 ha y así mismo en el cuadro de totorales del lago Titicaca se aprecia desde los años 1950 con una superficie de 52,885 ha y en el año 1999 se estima a 26,640 ha lo que se aprecia con una reducción de 50.3%, que significa existe mas de la mitad de los totorales son deterioradas por diferentes factores negativos (ALT, 2003).

Por otra parte reconoce sobre sólidas bases de investigación científica que “el manejo sostenido de la totora no es practicado en forma eficiente por las comunidades campesinas, debido a que no existe una coordinación estrecha entre comunidades para utilizar la totora” y “el total por lo general se pierde debido a que el productor realiza varios cortes al año, no permitiendo el rebrote eficiente o en otros casos no la cosecha dejando que se seque y debiendo de quemar el total con graves consecuencias para la estabilidad de ecosistema”. El desarrollo de las totoras se forma por las asociaciones positivas de macrófitos: *Potamogetum strictus* y *Shara sp.*, la primera, con mayor disposición a ser substrato de ovas de peces, no así *Shara sp.* que es un vegetal acuático escasamente reconocido como hábitat de organismos (Lescano, 2001).

Las zonas de macrófitas acuáticas (totoraes) corresponden lo siguiente:

Perú	Bolivia
. Bahía Puno 350 km ² , incluye R.N. del Titicaca.	
. Lago Grande 395 km ² , incluye R.N. del Titicaca.	91 km ²
. Lago Menor 23 km ²	227 km ²
. Total 768 km ²	318 km ² (Dejoux e Ittis 1991).

En el perfil dinámica del ecosistema del totoral, Collot (1980) muestra los factores que limitan el desarrollo de los totoraes es cuando el nivel del agua sube, encontramos que la *Shara sp.*, coloniza nuevos espacios es así que llega a ocupar los espacios ralos y vacíos del totoral y cuando el nivel del agua baja, la *Shara sp.*, empieza a replegarse pudiendo llegar a sus espacios originales; pero en la orilla va dejando una capa blanquecina dando olores fuertes al ambiente y en el periodo de sequía, sucede que la *Shara sp.*, mantiene su espacio ocupado, en cierta medida es muy prolífica que puede adecuarse a diversas profundidades.

2.1.12. Análisis de causas hidrológico ambiental.

Es real y sentida la experiencia en estas últimas décadas de los cambios ambientales en el altiplano peruano que afectan a los totoraes en su desarrollo biológico, es conveniente resaltar que en el nivel de subsistencia alimentaría también es determinante su rol, tal es el caso de los últimos años con periodo lluviosos como 1986, 1998 y 2001 o años de baja precipitación, como 1943, 1983, del 90 hasta 1997, y del 2004 al 2009 años, que alteran el nivel de distribución y densidades de áreas de totoraes en el lago Titicaca, En estos años se registró

cambios drásticos para el desarrollo de los totorales; niveles de climax para la inundación o para la crecida del lago en el año 1986 al mes de abril con una cota 3,812.54 msnm observando como fenómeno una estimación del 60% de las áreas de totorales diezmadas de raíz son trasladados a una área diferente de su hábitat natural. Para el año 1996 de estiaje extremo, se registra con una cota a diciembre de 3,808.12 msnm, estimando un 80% de totorales diezmados, quedando como zonas emergentes o terrenos baldíos sin agua. Una tendencia hidrológica en cuanto al nivel de agua es variable en la cota del lago Titicaca a lo largo de todo el año, y en función a las características fisiográficas del medio, sea la escasa pendiente, de baja profundidad, zonas fangosas, estableciendo el desarrollo vegetacional de totora y llachu, constituyen excelentes áreas de alimentación (Goyzueta *et al.*, 2005).

El sistema hidrológico comprende, cuatro cuencas principales: El lago Titicaca (T), el río Desaguadero (D), el lago Poopó (P) y el lago Salar de Coipasa (S). Estas cuatro cuencas forman el sistema de TDPS cuyo elemento principal, el lago Titicaca (8.400 km³), es el más grande de América del Sur, el lago navegable más alto del mundo.

La Irregularidad Hídrica: Sequía e Inundación.

Las sequías.- Constituyen uno de los fenómenos hidrometeorológicos de mayor impacto en el área del sistema TDPS. Una de sus características sequías es que, cuando ocurren, afectan a casi todo el altiplano. Históricamente, hay registros por lo menos 12 grandes sequías ocurridas en 1500, 1815, 1915, 1937, 1938, 1943, 1947, 1956-57, 1962, 1966-67, 1982-83 y 1988-89. A un mayor detalle, los niveles del lago Titicaca entre 1914 y 1992, constituyen un buen registro de los períodos secos que han afectado al altiplano.

Inundaciones.= Las inundaciones ocurren cuando períodos con precipitación relativamente prolongados, que originan grandes volúmenes de agua en los ríos y lagos, los cuales pueden llegar a cubrir extensas áreas de terreno. Los registros históricos muestran que en el presente siglo han ocurrido inundaciones relativamente fuertes por lo menos en los años 1921, 1930, 1931, 1932, 1933, 1934, 1963, 1964, 1984 y 1986-87 (ALT, 1996).

En el caso de la cuenca del Titicaca, la demanda total se estima en 95,37 m³/s, con un consumo neto de 74,41 m³/s. Ahora bien, aunque los aportes al lago por sus afluentes se estiman en 201 m³/s, la realidad es que no es posible utilizar todo este caudal, pues la mayor parte del mismo se consume en el mantenimiento del propio lago. La salida neta por el Desaguadero, que es un indicador del rendimiento total de la cuenca, es apenas de 35 m³/s. Este caudal tampoco puede utilizarse en su totalidad, pues la fluctuación de nivel se acentuaría, dando como resultado niveles mínimos más bajos que los históricos.

Se ha definido como nivel mínimo en el lago Titicaca para la protección de los recursos hidrobiológicos la cota 3,808.25 msnm. Ahora bien, las curvas presentadas indican que los niveles medios se verán poco afectados por las extracciones y que siempre respetarían esta restricción (3,808.42 msnm, con frecuencia de aparición del 98% para extracción de 25 m³/s). No así los niveles mínimos, los cuales son inferiores a dicho nivel de referencia aun bajo condiciones naturales ALT (2002). Sin embargo, PELT (2000) menciona que las macrófitos tienen un rol importante en la permanencia, desarrollo y hábitat de especies de fauna como las aves, peces, mamíferos, anfibios y especies de zooplancton, así como otras especies de flora, las que benefician en el aspecto socioeconómico a

84,814 habitantes asentados en el litoral del lago Titicaca, agrupados en 127 comunidades campesinas.

2.1.13. *Schoenoplectus tatora* Kunt Paila.

En la estación estudiada el valor medio de 636 a 1522 g.MS.m² con 29 a 165 tallos.m² fue obtenido como valor representativo de las zonas de totora densas. En la zona poco densas (20 a 25 tallos/m²), la biomasa media fue estimada en 96 a 230 g.MS.m². Las biomásas globales eran, a partir de estas bases, de aproximadamente 131.700 tn de MS en el lago Menor y de 275.900 tn en la bahía de Puno.

En conclusión, la biomasa de *Schoenoplectus* era más importante en la bahía de Puno: 47% contra 18% en el lago menor. Estos dos casos representaban en los dos casos más del 80% de la biomasa total. El grupo *Myriophyllum-Elodea* se colocaba en la tercera posición con biomasa sensiblemente iguales para cada una de estas dos especies. *Potamogeton* tenía un área de repartición importante pero, su densidad siendo menor, su participación en la biomasa global era baja: 6% en el lago menor, 2% en la bahía de Puno (ORSTOM, 1991).

2.1.14. Comportamiento de las macrófitas.

Los totorales que actualmente se encuentran en el lago Titicaca, son la respuesta a los diversos sucesos que se han dado en relación a su medio. Es decir el comportamiento obedece a los diferentes niveles de agua que se han presentado y están llegando ha sobrevivir, el totoral no avanza hacia cotas de mayor profundidad pero si puede avanzar hacia los de menor profundidad, en el espacio continuo de mayor profundidad habitan las careáceas; estas por el sobre vivencia y desarrollo llegan a fijar (silicato de calcio). El totoral cuando descende

el nivel del agua puede tener una cierta resistencia; así, si baja de 0.10 a 0.50 m puede resistir biológicamente, pero está expuesto al deterioro de los habitantes y animales ribereños.

La vegetación acuática se manifiesta en forma de una aureola de grandes totoras erguidas fuera del agua, creciendo a poca distancia de la orilla exclusivamente en zonas inundables y entre la orilla del agua, cuya profundidad no sobrepasa de 2 a 2.50 m ésta poblada por una flora sumergida a la que se superponen en unos sitios, algunas especies flotantes desprendidas del fondo del agua se encuentra en zonas de inundación inconstante donde el agua es muy poco profunda, se encuentra en poblaciones dispersas de pequeñas hierbas, a menudo parcialmente emergida o temporalmente sumergida sobre substrato donde se aprecia el rebrote de totoras verdes denominado comúnmente "Matara" su estructura externa es lignificada y la parte interna no forman los vasos liberoleñosos.

En las características que presentan en la profundidad del lago, las especies sumergidas enraizadas en el fondo producen tallos largos que se desarrollan y se ramifican en agua libre; las hojas, repartidas regularmente en los tallos, están siempre sumergidas, su metabolismo se efectúa siempre en el medio acuático. La floración es la única función biológica que se realiza fuera del agua, la flor sola emerge flotando en la superficie *Elodea*, o la punta de un tallo se yergue fuera del agua, llevando hojas (diferentes de las sumergidas) que asilan las flores *Myriophyllum* algunas *Potamogeton* sólo producen sus espigas de flores si el agua no es demasiado profunda no florecen (Noriega, 1993).

2.1.15. Variación de totorales con relación a las cotas de profundidad.

Sobre las bases de la superficie de totorales existentes en 1992, se ha establecido que la superficie existe en relación a la profundidad del substrato de los totorales, se menciona la existencia de totorales por espacio geográfico y en función de las cotas se indican:

- Entre las cotas de 3,805 a 3,806 msnm, se cuenta con dos espacios geográficos que corresponden al Perú; la bahía de Puno y el litoral de Juli abarcando una superficie de 4,579.00 ha que corresponde a 11.43% del total de la superficie de los totorales.
- Entre las cotas de 3,806 a 3,807 msnm, se cuenta con cuatro espacios geográficos; tres corresponden al Perú (litoral de Pusi, bahía de Puno y Litoral de Juli, comunidad de Maquera) y uno a Bolivia (bahía de Aygachi), abarcando una superficie de 6,030.20 ha que corresponde al 15.05%.
- Entre las cotas de 3,807 a 3,808 msnm, se tiene a diez espacios geográficos; cinco corresponden tanto al Perú como a Bolivia respectivamente, entre ellas abarcan una superficie de 10,175.25 ha, que corresponde a 25.41%.
- Entre las cotas de 3,808 a 3,809 msnm, se tiene trece espacios geográficos; de los cuales ocho corresponde al Perú y cinco espacios a Bolivia, la superficie representa 8,467.75 ha y es el 21.14%.
- Entre las cotas del 3,809 a 3,810 msnm, se tiene a diecisiete espacios geográficos; de ellas once son del Perú y seis de Bolivia, cuenta con 1,803.61 ha y abarca al 26.97% del total de los totorales.
- El 48.11% de los totorales se encuentra entre las cotas de 3,808 a 3,809.1 msnm, y pueden corresponder a totorales densos es decir donde existe la

mayor cantidad de biomasa de totorales, los totorales que se encuentran alejados a la orilla tienen poca densidad y una reducida biomasa constituyendo totorales ralos (Noriega, 1993).

2.1.16. Evaluación fitosociológica.

La vegetación macrófita acuática, constituye un biotopo natural que alberga el crecimiento, la reproducción de múltiples especies, que contribuye garantizar el desarrollo de la economía del poblador ribereño y de las Islas del circunlacustre del lago Titicaca.

La vegetación fitosociológica acuática, es abundante especialmente en las riberas y en el fondo del lago, en algunas ocasiones se presenta en lagunas y ríos del altiplano, encontrándose macrófitos emergentes, sumergidas y flotantes, lo más destacable y conocidos son las especies *Myriophyllum elatinooides*, *Potamogeton strictus*, *Elodea potamogeton* y la *Chara sp.*

El hábitat de los totorales, presenta mayormente de aguas transparente, con poca presencia de oleajes y de substrato de suelos fangosos limitados de color negro con olores muy característico. La cobertura de los totorales, tomadas el muestreo en diferentes áreas seleccionadas, se presenta con totorales densos al 47.69%, semidenso 43.68% y ralo 42.7%, en cuanto a la biometría se presenta con una altura de tallos aéreos promedio de 2.08 m y con 399.23 tallos/m². En la densidad de la biomasa se presenta con un promedio de 3.88 kg de materia verde extraídas por metro cuadrado. Así mismo, menciona en el año de 1996 se realizó el repoblamiento de totorales en los diferentes comunidades ubicadas en las riberas del lago Titicaca, de las provincias de El Collao, Puno y Huancané utilizando las técnicas Takxataña y Ch'ampa, como resultado en el presente año

indicado se plantó 707 ha que por muchos factores el 90% se desprendieron y han sido varado a las orillas del lago (Huanacuni, 2000).

Por otra parte la superficie y biomasa de los totorales en 1992 para el sector peruano el 62% de la superficie y 64% de biomasa de todo el lago. El área de mayor concentración se encuentra en la bahía de Puno Chucuito, con 20,507 ha con 5'741,960 tn de biomasa, que representa el 51 y 55% respectivamente del área total de totorales. La productividad encontrada en el sector del Perú es de 130 a 280 tn/ha; la biomasa no es homogénea debido al uso y efectos del medio ambiente se diferencia tres tipos a) total denso alto contenido de biomasa se encuentra en las orillas b) total con aureolas son formaciones de porciones de raíces (Quilli) que puede variar de 1.0 a 30 m de diámetro, es vulnerable al flotamiento c) total ralo, formado por un número de tallos y baja biomasa CIRNMA (1996). Sin embargo, PELT (1993) llega a la conclusión los totorales constituyen el sub-ecosistema mas importante del lago Titicaca, además indica que 1992 existían 40,055.81 ha de totorales de los cuales el 61.6% esta en el sector peruano y el 38.44% en el sector de Bolivia y la biomasa calculado de totorales en el Perú desde 130 a 280 tn/ha y en Bolivia entre el rango de 150 a 290 tn/ha.

La productividad primaria expresada en materia verde, es de 10'955,028.43 tn en una superficie de 35,222.53 ha considerándose la cobertura como, densa, semi densa y rala, destacando la superficie denso similares de Paucarcolla con 5'477,514.215 tn correspondiente al distrito de Paucarcolla del departamento de Puno.

- La materia orgánica producida por la totora, es expresada en materia seca con 1'564,760.00 tn en una superficie total de 35,222.53 ha del lago Titicaca.

= El rendimiento cuantitativo de los totorales en materia verde es de 311.023 tn/ha y en materia seca es de 37.663 tn/ha la altura promedio de la totora es 2.051 m y con una densidad promedio de 196 tallos aéreos/m² (Galiano, 1987).

Se determina un factor de gran importancia en el avance o retroceso de los totorales es el nivel del lago. De una manera general, los niveles altos aumentan la superficie vegetal, aunque se requeriría una crecida de una duración de 2 a 3 años para mostrar cambios significativos. Una subida demasiado rápida podría afectar a la totora por sumersión. Los niveles bajos traen perjuicios a la vegetación. Así, se estima que el descenso de 1943, que alcanzó 3,806.15 msnm originó una desaparición casi total del llachu en el lago mayor, mientras que los totorales se habrían reducido a un 20% (ALT, 2004).

2.1.17. Desarrollo sostenible.

La comisión del Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y El Caribe, advierte que la explotación excesiva de los recursos naturales renovables, la utilización no reglamentada, la pérdida de especies vegetales y animales, los recursos genéticos, la erosión del suelo y la pérdida de cuencas hidrográficas amenazan el crecimiento económico futuro PNUD (2003). Así mismo, el manejo sostenido de la totora no es practicado en forma eficiente por las comunidades campesinas, debido no existe una coordinación estrecha entre comunidades para utilizar la totora de acuerdo a las necesidades, sobre toda por la escasez de forrajes los complementan con la totora (ANCB, 2001).

El desarrollo sostenible comprende tres componente: lo económico, lo social, lo ambiental, en el sentido de que actualmente estamos emergiendo dos

interpretaciones: un concepto mas amplio que comprende preponderantemente un desarrollo sostenible desde el punto de vista ambiental y en término del medio ambiente sostenible significa el mantenimiento de la productividad y potencial de un ecosistema usado por los humanos con tiempo (Brack, 2004).

2.1.18. Lineamientos generales en trasplante de totora.

La extracción de las matas de totora se realiza de totorales densos o en peligro de secarse debido al nivel bajo del lago. Se retira un número de matas que pueda ser trasplantada en un corto periodo de tiempo 1 ó 2 días, garantizando así el poder de regeneración de rizoma de la planta.

En zonas profundas mayores a 1 metro, en el trasplante se usa la Queliña, palo largo que les sirve para cortar la totora, con el se introduce matas de totora con rizomas en el substrato fangoso. Cuando la Queliña es corta, se usa la Ñuqiña. En algunas ocasiones atan unas pequeñas piedras o amarres de totora seca a las matas para que sirvan como ancla en el fango. Este método se realiza en zonas alejadas a la ribera del lago.

En las zonas menos de un metro de profundidad donde no se necesita embarcación, se trabaja a pie con una pala para cavar el hueco en donde plantan los pedazos de mata previamente extraídos. Este último método se utiliza para plantar totora en la zona próxima a orilla y los totorales existentes al interior del lago (Chinapo 1982, Collot 1980 y Hickman 1963).

2.1.19. Cultivo de los totorales.

En nuestros días existen procedimientos de plantación de totora a nivel familiar y a nivel comunal:

- a. A nivel familiar.- Cuando el nivel del agua sube y llega a cubrir parcelas que están en las orillas las familias campesinas tienden a establecer cultivos de totora con la finalidad de obtener forraje para su ganado y a su vez expresar la posición de su propiedad.
- b.- A nivel comunal.- Establecen plantaciones de totora en forma comunal la misma que se organizan y convocan a los socios a participar en las faenas de las plantaciones (Huanacuni, 1996).

2.1.20. Establecimiento del cultivo de totora.

En la actualidad se viene cultivando la totora a partir de vástagos, que se obtiene de totorales densos, después de seis meses han vuelto a recuperar la vegetación existente; para lo cual se debe asegurar la masa de rizomas sea por lo menos de un espesor de 0.60 a 0.80 m, de tal forma se extrae con un espesor por lo menos de 10 a 15 cm incluyendo a la materia orgánica y substrato de la base de totorales, la misma distingue tipos y el procedimiento (Noriega, 1993).

a. Tipos de vástagos.

- a.a. Rizoma Puro.- Este tipo de vástago debe trasplantarse en los periodos del nivel bajo del agua (meses de julio a noviembre).
- a.b. Vástagos con dos a tres tallos jóvenes.- Se establece sus plantaciones a distancias de 0.30 a 0.5 m, con este vástago es posible establecer cuando la profundidad del agua es menor a 0.50 m y en épocas cuando el nivel del agua es bajo. La obtención de las plántulas es del pie de los totorales.
- a.c. Vástagos con seis a ocho tallos verdes.- La extracción de los vástagos se obtiene de los totorales densos.

- a.d. Vástagos con bloque vegetal.- De un totoral denso y con un espesor de su sistema radicular se extrae vástagos, puede establecerse en suelos con arena y con presencia de *Shara sp.* y su película de calcio queda en el fondo.
- a.e. Vástagos con bloque vegetal.- Se extrae de un totoral maduro y amarillo, este tipo de plántulas da origen a plantaciones muy precoces.

b. Procedimiento para establecer el cultivo de la totora.

- b.a. Se define el lugar de la plantación, donde se extraerán los vástagos de totora.
- b.b. Se efectúa el procedimiento de la plantación de totora y se define la técnica.

2.1.21. Técnicas y metodologías de trasplante de totorales.

- a) Trasplante directo.- El procedimiento consiste en extraer, seleccionar una plántula, la misma que es llevada al lugar de plantación luego excavar un hoyo y establecerla de manera directa. El establecimiento es realizado cuando el nivel del agua es bajo y el substrato del fondo debe contener materia orgánica o no, con este procedimiento se han establecido totorales hasta en lugares con presencia de arena y fuerte oleaje.
- b) Trasplante con bloque vegetal.- El procedimiento consiste en seleccionar y extraer una plántula, la misma será llevada a un lugar de acondicionamiento para ser ajustada a un bloque vegetal con orificio en el centro, con este procedimiento, puede establecerse en lugares de 4 a 5 m de profundidad, para lo cual debe variar el tamaño del bloque vegetal y las características de la plántula.
- c) Trasplante con ñoqueña.- El procedimiento consiste en extraer, seleccionar una plántula, la misma es llevado al lugar de acondicionamiento, donde se

enlazará el dispositivo del anclaje (cambucho de totora amarrado con soga de chilligua a la plántula), luego establecer la plántula de totora al substrato con el impulso de una Ñuqiña, puede establecerse en lugares de 1 a 3 m de profundidad con contenido de materia orgánica.

- d) Trasplante con piedra.- El procedimiento consiste en extraer, seleccionar una plántula, la misma es llevada a un lugar de acondicionamiento para luego ajustarla con soguilla a una piedra. Este procedimiento se puede establecerse en lugares de 1 a 3 m de profundidad, que permita que la piedra se introduzca al fondo (Noriega, 1993).

La sistematización de las técnicas de reimplante de la totora se realizó debido a la notoria disminución de las áreas de totorales, con la extracción masiva y uso incontrolado de este recurso, provocando un desequilibrio ecológico en el ecosistema de totorales. La sistematización se orientó teniendo en cuenta la tecnología tradicional dejada por nuestros antepasados, las cuales se está tratando de establecer una interpretación técnica y científica. Es recomendable que la época de reimplante sea antes del inicio de las lluvias, teniendo en cuenta la calidad del substrato que debe contener materia orgánica, considerando que existen dos tipos de propagación de totora utilizando la semilla y utilizando vástagos, plántulas o retoño de totora para ser trasplantada en el substrato. El segundo método es el más apropiado para su aplicación extensiva de reimplante, luego se utilizó los métodos: uso de la Cala, uso del Uysu, uso de la Ch'ampa, de la Ñuqiña y Takxataña. En conclusión los resultados no han sido satisfactorios (ALT, 2000).

Las comunidades campesinas practican las tradiciones de la plantación de totorales, rotaciones, quemas, cortes, extracción y pastoreo directo, de las

experiencias de trabajo como se deduce que los comuneros conocen las técnicas de la plantación y manejo de totorales, así por ejemplo el término "Ayruña", equivale a plantar, la proporción es por vía vegetativa que consiste en la extracción de las plántulas con pan de tierra de 20 x 20 cm a 30 x 30 cm, con distanciamiento de 0.50 x 0.50 a 2.00 x 2.00 m, así mismo menciona la propagación de la totora por vía vegetativa, utilizando plántulas o vástagos que constan de rizomas y tallos; el proceso técnico de la plantación comprende: selección de áreas, limpieza de material no compatible, extracción y acopio de plántulas, transporte de plántulas, acondicionamiento y plantación CIRNMA (1996). Sin embargo Canales (1991), sistematizan las tecnologías apropiadas:

Quilli.- Porción de tallos de totora, en una mayoría maduros con substrato adherido a las raíces y rizomas.

Qolli.- Material constituido de totora semiseco de una longitud de 15 cm, amarrado con soguilla hecho de Chilligua *Festuca sp.* que sirve para fijar a la plántula de totora, es decir sirve como una ancla.

Ch'ampa.- Porción de tierra vegetal (bloque vegetal) con diferentes raíces sustraída de un área determinada, que sirve para fijar la plántula de la totora la misma se adhiere al suelo como una ancla.

Ñuqña.- Material rústico de eucalipto confeccionado de dimensiones: diámetro de 0.3 – 0.5 cm con una longitud hasta 5 m de distancia, que sirve como material de sostén para el transporte del bote.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Morfología.

Estudia sobre la base de especies vegetales que se ha evaluado en un tiempo determinado con las siguientes características: La estructura del tallo muestra un cilindro cortical de poco espesor rico en parénquima clorofiliano que le da precisamente el color verde; el cilindro central presenta un parénquima atravesando por muchos canales tabicados (Gabancho, 1975).

El tallo solo tiene un rol asimilado, hojas reducidas a cortas vainas rojizas rodeando la base del tallo a su salida sobre el rizoma una inflorescencia ramificada en la cima, sostiene espigas ovoides mas o menos largadas, curvadas a un lado por el desarrollo de una bráctea rígida y erguida asimismo presenta por dos clases de tallos: uno es aéreo y el otro es subterráneo.

El tallo aéreo, presenta una epidermis con presencia de cloroplastos y en la parte que no incide los rayos solares no presenta cloroplastos, que se encuentra anclada al substrato donde se encuentra los rizomas (Chullu) y es muy necesario mencionar en ella también se encuentra los tejidos vasculares en el interior de la totora cubierta por tejido compuesta de lignina presenta un tejido parénquimático esponjoso de color blanquecino no clorofiliano, se caracteriza por ser un tejido simples de indiferencias, las cuales cumple las funciones de intercambio de iones de sustancia que permite la circulación del aire y a través por la influencia de los rayos solares.

El tallo subterráneo (rizoma), es perenne, el crecimiento es de forma horizontal paralelo al substrato, puede ser confundida con la raíz, pero se distinguen por poseer yemas en la parte superior en donde se originan los tallos aéreos y en la parte inferior origina a las raíces adventicias, los tallos subterráneos

son rizomas que llegan a entrecruzarse, luego conformar una gran masa radicular, llamado por los campesinos "Quilli" el espesor que puede alcanzar de 0.50 m. Los rizomas contienen sustancias de reserva que le permite sobrevivir, mientras las partes aéreas mueren en algunas épocas del año sobre todo en período no lluvioso y en período lluvioso da origen a nuevos tallos aéreos.

La raíz, por su origen es adventicia de forma fibrosa y no desarrollan pelos radicales, generalmente se originan del tallo subterráneo (Rizoma), conforman penachos relativamente delgados, no son muy cortos y se encuentran entremezclados entre las raíces que tiene su coloración blanco y marrón, las cuales se originan de los rizomas maduros y jóvenes, son estas que dan anclaje en el substrato, su desarrollo es horizontal juntamente paralela al superficie del suelo y en cada raíz presenta entre nudos de distancias horizontal de proximidades variables entre 2.0 hasta 6.0 cm y en cada nudo se aprecia un rebrote de totora tierna emergida en la parte aérea.

La totora se propaga por semilla y por trasplante de vástagos o retoños, estos son prolongados por rizomas; la reproducción vegetativa mediante vástagos o retoños se realizó y se ha podido observar que a los tres meses más o menos prenden, al año florecen y a los dos años ocupan un área de 0.25 m² aproximadamente y pasando ese tiempo si el agua es baja en el sitio de su hábitat, se llama así cuando la profundidad es menor que 1 m, entonces las plantas de totora se entrelazan sus raíces y forman una especie de plataforma compacta, a esta superficie cuando es extensa se le denomina "Kiles", Galiano (1987). Así mismo Collot (1980) menciona que en el lago Titicaca no se percibe un invierno definido, la totora crece todo el año, mas rápido durante la temporada de

lluvias cuando el crecimiento diario suele ser 1.0-0.1 cm/tallo y el corte mejora el rendimiento de la planta y aumenta la densidad de los totorales.

El número de cromosomas presentes en esta macrófitas oscilan entre 23 a 27, y la longitud de los cromosomas es de 13.62, 13.91 a 2.51 – 3.98 mm, esta establecido por la metodología de aplastamiento (squash) de Shimoya, utilizando para el análisis de tejido meristemático (Ticona, 1980).

2.2.2. Origen de los totorales.

La totora probablemente tiene su origen del altiplano de Atacama y el Titicaca, no solo tiene distribución y abundancia en el lago Titicaca, sino también en el lago Poopó o Aullagas en el departamento de Oruro Bolivia, hoy gran desierto de Atacama.

El nombre científico de la totora estaba sujeto a cambios: *Scirpus totora*, (Parodi, 1932); *Scirpus titikakensis*, (Monroy, 1941); *Scirpus californicus*, (Britton, 1982). En el año 1980 simultáneamente surgen dos nombres científicos distintos; el estudio realizado en Bolivia, sugiere la denominación de *Schoenoplectus totora* (Collot, 1980) en cambio, el estudio realizado en Perú, menciona el género *Scirpus* con dos especies: *Scirpus totora* y *Scirpus sp.* (Ticona, 1980). Citado por (Dejoux e Iltis, 1991).

Las macrófitas acuáticas, en su acepción común se refiere a las formas macroscópicas de vegetación y de producción primaria que comprende de los macro algas, estas especies adaptadas al hábitat acuático generalmente se encuentran asociada con las totoras, entre ellas son emergentes y enraizadas en el medio acuático del substrato existente, las especies sumergidas presentan

diferentes tipos de hojas y de inflorescencias que flotan sobre la superficie del agua. Collot (1980) y se detalla:

Ubicación Taxonómica:

Reino	: Vegetal
División	: <i>Phanerogamae</i>
Sub división	: <i>Angiospermae</i>
Clase	: <i>Monocotyledoneae</i>
Super Orden	: <i>Glumiferas</i>
Orden	: <i>Cyperales</i>
Familia	: <i>Cyperaceae</i>
Genero	: <i>Schoenoplectus</i>
Especie	: <i>Schoenoplectus tatora</i>
Nombre comun.	: Tatora

2.2.3. Flora acuática.

La flora del lago Titicaca, es abundante especialmente en las riberas y el fondo del lago, la tatora y las plantas acuáticas diversas, desprendidas del fondo flotan en la superficie del agua, que comúnmente se llama "llachu", además presenta biotopos bastante variados entre ellos mencionaremos algunos macrófitos existentes:

Macrófitos emergentes.- Tiene hojas y tallos aéreos, sobre todo los monocotiledóneas de la zona infralitoral superior, presentan muchas similitudes morfológicas y fisiológicas con sus parientes terrestres.

Macrófitos de hojas flotantes.- Las macrófitos que están fijadas al substrato, poseen hojas flotantes sobre la superficie, tienen hojas peltadas coreáceas fuertes de

forma circular, márgenes enteros de superficie hidrófoba, con peciolo largos y flexibles.

La mayor parte de plantas flotantes presentan poco tejido lignificante, la rigidez y la flotabilidad de sus hojas son mantenidas por la turgencia de células vivas y por el gran desarrollo del tejido lagunar de mesófilo (más del 70% del volumen ocupado por el aire) (Quispe, 1997).

2.2.4. Reconocimiento de plantas acuáticas (Macrófitos).

El término macrófito acuático se refiere a las formas macroscópicas de vegetación acuática y comprende las macroalgas (por ejemplo alga *Cladophora*), las escasas especies de pteridofitas (musgos, helechos) y las verdaderas angiospermas (*Hydrocotyle*, *Elodea*, *Myriophyllum*, *Scirpus*, *Potamogeton*). Según (Arber, 1920 y Sculthorpe, 1967) se clasificó atendiendo a su morfología y fisiología, las macrófitos acuáticas son:

a) Macrófitos acuáticas fijos al sustrato.

- Macrófitos emergentes (totora)
- Macrófitos de hojas flotantes *Hydrocotyle*
- Macrófitos sumergidas *Cladophora*

b) Macrófitos libres.- Estas especies muestran gran diversidad en morfología y en características biológicas (Wetzel, 1981).

Así mismo, que la distribución de las macrófitos fijas se relaciona con la profundidad del agua. Las fanerogamas generalmente no rebasan los 8 m de profundidad, llegan hasta los 11.5 m en el lago Titicaca, a 15 m en el lago Annacy y su límite se relaciona probablemente más con la presión hidrostática que con la penetración de la luz. Los tipos biológicos de las macrófitos se relacionan con el

máximo desarrollo y las cinturas de vegetación litoral se consideran como formas de adaptación a condiciones locales (Margalef, 1983).

El litoral del lago Titicaca constituye el principal medio ecológico para el desarrollo y producción de las macrófitos emergentes, sumergidas y flotantes. Esta vegetación de macrófitos emergentes en la fecha de evaluación se encuentra en una extensión de 26,640.12 ha, distribuidas en 9 zonas potenciales identificadas en la ribera del lago Titicaca, estimando que existe una producción de 2'717,292 tn de totora verde y 543,458 tn de materia seca, calculando un rendimiento de 102 tn/ha/año, con una densidad promedio de 336 tallos aéreos/m² y una longitud promedio de 2.08 m de tallo (PELT, 2000).

2.2.5. Los totorales como ecosistema.

Los totorales contribuyen a la productividad del lago Titicaca como biotopo, ahí es donde se desarrollan (cumple funciones de abrigo, nutrición y reproducción) y crecen muchas especies. Por sus características ofrecen un substrato y/o protección, lo cual ayuda a la conformación de un ecosistema natural sostenible, sin totorales, los peces juveniles y pequeñas aves son mucho más vulnerables a los rigores del clima o a la prelación y se debe considerar que la flora y fauna contribuyen a la economía y alimentación de las poblaciones ribereñas al lago, Noriega (1993). Así mismo, cumple en la conservación de las aves silvestres, peces e integrantes de redes y cadenas alimentarias, siendo un factor preponderante la presencia del recurso "totora" *Schoenoplectus tatora*, los llachus (*Miriophyllum*, *Elodea* y *potamogeton*), los cuales brindan un substrato y protección; así como la acción termorreguladora del lago, aportando 3°C aproximadamente a la zona circunlacustre, que permite que las aves y peces sean

más invulnerables a los rigores del clima y la prelación. Consideramos a la "totora" como ecosistema forma una unidad morfológica con los diferentes macrófitos, organismos bentónicos, zoo planctónicos, neustónicos y nectónicos, todos relacionados con su medio, las que podemos resumir en la siguiente expresión:

$$T = f(c,r,o,n,t)$$

Donde:

Totora = "f" función ("c" clima, "r" relieve, "o" organismo, "n" nutrientes, "t" tiempo)

La importancia de los totorales cumplen como componente del ecosistema de lago Titicaca que se establecen las condiciones óptimas de hábitat para el desarrollo de la vida principalmente el de aves silvestres y peces, y a través de ellos las cadenas alimenticias que se suscitan permitiendo de éste modo un flujo de energía y ciclo de nutrientes Citado por (Goyzueta *et al.*, 2009).

2.2.6. Estadío de vida del totoral.

Para la propagación de la totora de las diversas técnicas de establecimiento, es muy importante conocer el ciclo de crecimiento del desarrollo de los totorales. Muchos intentos de reimplante de totora, no han tenido los resultados esperados o simplemente han fracasado, debido a que la extracción de plántulas no fue extraída en el estadío de vida del totoral adecuado, ni con las características vegetativas, necesarias que permitan lograr el éxito de la plantación como sigue:

- Entre los meses de julio y agosto, el totoral toma un color amarillento, y entra en un periodo de latencia y las plántulas que se encuentran cerca en la orilla, son las áreas destinadas para la extracción de plántulas.

- Entre los meses de agosto y septiembre, la plántula establecida no muestra cambio alguno, lo que puede llegar a suceder que la plántula ingrese en un proceso de pudrición o puede reflotar.
- En el mes de octubre, aparecen brotes nuevos del rizoma, estos brotes aún son amarillentos, y puede alcanzar una altura de 10 cm.
- En los meses de noviembre y diciembre, se desarrolla los tallos de la plántula, llegando a sobrepasar algunos tallos sobre el nivel del agua, y en algunos casos puedan llegar a su madurez.
- En los meses de marzo y abril, ocurre un proceso de desarrollo de la floración y alcanza a la formación de la semilla; y en el periodo de abril y mayo es de maduración de la semilla (ALT, 2000).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. Hipotesis General.

Las diferentes técnicas de trasplante de totora restauraran el ecosistema acuático del lago Titicaca.

2.3.2. Hipótesis Específicos.

- Existe diferencia entre las técnicas de trasplante de totora sobre el incremento de la biomasa.
- Los factores ambientales adaptan el desarrollo en los substratos arcillosos limosos ricos en nutrientes son adecuados para el trasplante de totora.
- El plan de manejo adecuado permite la sostenibilidad del ecosistema acuático de totorales.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Características de las técnicas de trasplante del área de estudio

3.1.1. Tecnologías disponibles.

Se emplea la tecnología tradicional que consiste en la propagación de la totora por medio de vía vegetativa, ubicada en la parte sur del circunlacustre del lago Titicaca, que se establecen a diferentes profundidades, utilizando las plántulas o vástagos, que consiste de rizomas y tallos; para la extracción de las plántulas deben seleccionarse un área de semilleros que debe contar con buenos tallos con promedio de 10 a 15 tallos y con rizomas robustas contenido de substrato las mismas el trasplante se realizó antes que pase las 48 horas, es con la finalidad de evitar el resecado de la plántula; el sistema de trasplante se llevó en forma cuadrada a profundidades variables, con un distanciamiento entre plántulas de 2 x 2 m y para realizar las plantaciones en profundidades mayores de 0.5 a 1.50 m, se utilizó las técnicas de Cala y Ñuqiña. Para la asimilación de las plántulas en la superficie del agua se utilizó cordeles nylon con amarres de flotantes sujeta a cada dos metros luego son trasplantadas.

3.1.2. Ubicación del Experimento: Técnica Takxataña.

El experimento se encuentra en el área del ecosistema acuática del lago ubicada en la comunidad de San Pedro de Vilcallama del distrito de Zepita, provincia Chucuito aproximadamente a 1 km del pueblo de Zepita, con un área total trasplantada de 750 plántulas plantadas de totora en áreas desiertas húmedas hasta profundidades de 0.50 m, la cual ha sido seleccionado previo estudio de batimetría. Para el trasplante de la totora se utilizó la técnica "Takxataña" que consiste en extraer una porción de plántulas adheridas con substratos de tierra seleccionada de una área denominada semillero, estas son transportadas al área de la plantación.

3.1.3. Ubicación del Experimento: Técnica Ch'ampa.

Está ubicada en la comunidad de Choquetanca del distrito de llave, provincia El Collao, a una distancia a 30 km de llave, con acceso carretera trocha carrosable hasta cierta parte, el área del trasplante de totora se llevó en el lago a profundidades desde 0.30 hasta 0.60 metros con plantaciones de 750 plántulas de totora, geográficamente el área trasplantada se encuentra protegida mediante una duna arenosa en forma de un cerro mediano que sirve como protector de viento y en la orilla del lago fuera del agua se encuentra con camellones (Huaru huaru).

3.1.4. Ubicación del Experimento: Técnica Cala.

Ubicada en la comunidad Laconi, distrito de Platería, provincia Puno, se encuentra aproximadamente a ocho kilómetros del pueblo de Platería con acceso carretera trocha carrozable, el trasplante de totora se llevó con la técnica "Cala", consiste en adecuar plántulas amarradas con piedras a la profundidad del substrato del agua, mediante un bote a los lugares con señales en forma de una

línea recta a cada dos metros de distancia se realizó en una semi bahía protegida mediante cerros con formaciones de tierra y piedra, el trasplante se encuentra establecida con 625 plantones entre profundidades desde 0.80 hasta 1.50 m.

3.1.5. Ubicación del Experimento: Técnica Ñuqiña.

Ubicada en la comunidad de Tacasaya, distrito de Chucuito, provincia Puno, con acceso al lugar con carretera afirmada aproximadamente a 15 km del mismo pueblo, geográficamente está entre las faldas de la península de Chucuito con formaciones de cerros piedra y tierra, el trasplante de la técnica "Ñuqiña" se llevó a los señales flotantes a cada dos metros de distancia en la superficie del agua con una totalidad del área trasplantada de 625 plántulas de totoras comprendida entre las profundidades 0.80 hasta 1.50 m.

3.2. Metodología experimental

3.2.1. Estudio de batimetría y selección del área.

Inicialmente se coordinó con las autoridades comunales y para la ejecución se llevó a cabo la sensibilización sobre el manejo de recursos naturales y del repoblamiento de totorales. Así mismo en el trabajo mediante una embarcación (bote de madera) facilitada por los mismos comuneros del lugar y con la instalación de un teodolito se estimó en metros de profundidad, para la ubicación del área se ha utilizado las Mapas topográficas y batimétricos proporcionada por la Marina de Guerra del Perú y por medio de GPS se recoge la información de las coordenadas, altitud y latitud. Luego ha sido seleccionada el área expresada en hectárea (ha) para la ejecución del trasplante.

3.2.2. Selección de semilleros y transporte.

Para la selección de semilleros se llevó la identificación del área de totorales con características densas apropiadas, con raíces fortificadas de suelos contenidos de materia orgánica. Posteriormente mediante una pala es extraído de dimensiones 20 x 20 cm², hasta una profundidad de 20 a 30 cm, con abundancia de raíces fortificadas y estas inmediatamente fueron trasladadas por medio de una carretilla a una unidad móvil para el transporte respectivo a las áreas del trasplante con el apoyo del personal del lugar.

3.2.3. Limpieza del área a plantar.

Después de la identificación y selección del área a trasplantar, se llevó previa capacitación en la extracción de macrófitos flotantes (Ilachus) y de malas yerbas (purima) emergente en profundidades hasta 1.5 m son yerbas que se presentan con características en forma de lijar que no permite el desarrollo de la totora. El trabajo se realizó todo el día dependiendo del tiempo; la limpieza se realizó con ayuda de embarcaciones (botes de madera), con la utilización de una ñuqiña se extrae las especies *Chara sp.* en forma de montones en el interior de las profundidades del agua, posteriormente fueron cargadas a las embarcaciones (botes) para su traslado a las orillas del medio ambiente.

3.2.4. Técnica Takxataña.

Para el trasplante con la técnica Takataña, después del limpiado del área se lleva los siguientes procedimientos:

* **Marcación.** - Con un cordel nylon con señales de tecnopor a cada dos metros, se plantan las plántulas de manera que el distanciamiento entre plántulas filas y columnas sea el mismo, todo esta actividad se lleva ingresando al agua hasta

cierta profundidad, las cuales por medio de estacas de madera se fijan de esquina a esquina, el apoyo se lleva con las mediciones del equipo teodolito.

- * Personal.- Con el apoyo de la comunidad se preparan las plántulas y en las señales marcadas mediante una pala fue extraída el substrato dejando en forma de hoyos con dimensiones 20 cm de diámetro con profundidades de 20 a 30 cm y luego se fijan las plántulas mediante Takxataña.
- * Rendimiento.- Se ejecuta a plantar 750 plántulas por 1/4 ha/día, debido que por inclemencias del tiempo no son favorables que en muchos casos se presentan vientos moderados que no permite el avance del trabajo, por lo general se estima llevar los trabajos a partir a horas 10.0 a.m. hasta 12.0 p.m.
- * Substrato.- Nitrógeno total 0.15%, fósforo disponible 16.31 ppm, potasio disponible 475 ppm, CO₃ 3.30% y materia orgánica 9.76%.
- * Características del substrato.- Substrato franco arenoso: arena 55.39%, arcilla 7.95% y limo 36.66%.
- * Ventajas.- Este método permite gran eficiencia por cuanto la preparación de las plántulas es simple y el trasplante es rápido.
- * Desventajas.- La mayor desventaja es cuando el campesino permite el ingreso de sus ganados al área del total trasplantada, destruyendo los rebrotes.
- * Fecha de trasplante.- Se llevó el 02 de agosto del 2009.

3.2.5. Técnica Ch'ampa.

Para llevar el trabajo representativo de esta técnica se determina con el siguiente procedimiento:

- * **Marcación.** Mediante un bote se ancla las estacas de acuerdo de las señales y con el equipo teodolito se estima la distancia y la profundidad, luego se realiza el estirado de cordel preparadas con marcaciones de señal a cada dos metros.
- * **Preparación.** Se seleccionan las plántulas preparándas en tamaños de una mano con las características vástago simple de 7 a 10 tallos, en las proximidades de la orilla del lago se extraen bloques de (Ch'ampa) de formaciones con pastos denominados Chije *Mühlenbergia peruviana* con dimensiones 20 x 20 cm y de una altura de 10 a 15 cm, de manera se hace un hoyo al centro, por donde se introduce la plántula con amarres de Phala.
- * **Trasplante.** Una vez preparada los hoyos se trasplantó mediante una pala que son introducidas las Ch'ampas preparadas a presión, hasta profundidades desde 0.30 hasta 0.60 m, entre distanciamiento dos metros entre plántulas de manera se forma en sistema rectángulo de 15 por 50 plántulas con una densidad de 750 plántulas a trasplantar por día dependiendo del tiempo.
- * **Personal.** Se llevó con el apoyo en coordinación con la autoridad comunal conformado de 06 personas: 03 trabajadores extraen, transportan las plántulas y 03 trabajadores extraen, preparan las Ch'ampas, luego cargan al bote.
- * **Substrato.** Nitrógeno disponible 0.03%, fósforo disponible 12.01 ppm, potasio disponible 300 ppm, CO₃ 0.01% y materia orgánica 0.4%.
- * **Características del substrato.** Substrato arena franco: arena 87.21%, arcilla 4.91% y limo 7.88%.
- * **Fecha de trasplante.** Se llevó 04 de agosto del 2009.

3.2.6. Técnica Cala.

Generalmente son plántulas simple con 4 a 8 tallos con yemas y rizomas, para el trasplante se tiene las siguientes características:

- * **Profundidad del Agua.**- Es seleccionada mediante el estudio de batimetría considerándose desde 1.0 hasta 1.50 m de profundidad.
- * **Marcación.**- Se deja un cordel nylon con flotadores a cada 2 m y se la sujeta en forma de un cuadrado mediante palos en los lugares donde se planta el trasplante de la totora.
- * **Preparación de las plántulas.**- Se trasladan las plántulas de totora desde los semilleros hasta la orilla del lugar donde se van a trasplantar, donde se preparan bloques de totora cortándolas con pala, en tamaños de 20 x 20 cm de sección por unos 10 a 15 cm de altura, después se amarran las plántulas con Phala (soguilla de Chilligua) a las Calas aproximadamente de 1 a 2 kilos, luego se las carga al bote para trasladarlas al lugar de la plantación.
- * **Profundidad del Trasplante.**- La planta se deposita en el substrato del agua profunda desde 1.0 hasta 1.50 m, mediante un bote de acuerdo a las señales establecidas entre plántula a plántula a dos metros.
- * **Densidad de Plantación.**- En el lugar del experimento es plantada 625 plántulas de totora.
- * **Personal.**- Se llevó la ejecución con el personal del lugar que está compuesta por 06 trabajadores quienes cumplen las siguientes funciones: 03 trabajadores extraen, transportan y preparan las plántulas amarradas a las piedras y 03 trabajadores, en un bote uno rema y el otro planta, desde el bote.
- * **Substrato.**- Nitrógeno total 0.26%, fósforo disponible 17.66 ppm, potasio disponible 649 ppm, CO₃ 0.09% y materia orgánica 22.57%.

- * Características del sustrato.- Sustrato franco: arena 52.60%, arcilla 9.70% y limo 37.70%.
- * Ventajas.- Este método tiene la ventaja de alcanzar una profundidad que no se puede a pulso.
- * Desventajas.- La desventaja es que se utiliza mucho material vegetal.
- * Fecha de trasplante.- Se llevó el 10 de Agosto del 2009.

3.2.7. Técnica Ñuqiña.

Esta técnica se la usa en aguas profundas, por consiguiente se emplea botes para el trasplante y se tiene los siguientes procedimientos:

- * Marcación.- Se dejó un cordel con flotadores cada 2 m., se la sujeta en línea mediante palos en los lugares donde se plantarán los semilleros de totora.
- * Preparación de las plántulas.- Se traslada las plántulas de totora desde los semilleros hasta la orilla del lugar donde, se preparan las plántulas en tamaños de un puño con 4 a 8 tallos con yemas y rizomas que puede contener tierra, después se amarra la plántula a un extremo de la ñuqiña con la soguilla de Chilligua, mientras el otro extremo se lo deja suelto, y se las carga al bote.
- * Trasplante.- En el bote un trabajador sujeta y el segundo trabajador introduce la Ñuqiña al agua, luego la clava en el fondo introduciendo la soguilla en el sustrato y saca la Ñuqiña de tal forma que la soguilla queda anclada sujetando la plántula en el sustrato de fondo, esta técnica se realiza hasta profundidades de 1.0 hasta 1.5 m, entre distancia de planta a planta a 2.0 m.
- * Sustrato.- Nitrógeno total 0.17%, fósforo disponible 17.10 ppm, potasio disponible 500 ppm, CO₃ 4.25% y materia orgánica 14.05%.

- * Características del sustrato.- Suelo franco: arena 53.70%, arcilla 9.02% y limo 37.28%.
- * Ventajas.- Este método tiene la ventaja de alcanzar una profundidad que no se puede con la técnica Takxataña.
- * Fecha de trasplante: Se llevó el 12 de agosto del 2009.

3.3. Variables de estudio

3.3.1. Determinación de variables:

Se determinan los siguientes variables: número de plántulas (unid), número de tallos rebrotados por plántulas (unid), altura de tallos rebrotados (unid), diámetro de tallos (cm), estado de inflorescencia (%) y biomasa (kg) de lo siguiente:

Para estimar el número de tallos rebrotados por plántulas, se estimó muestras al azar por método conteo directo, desde las raíces hasta un margen de crecimiento en cada plántula trasplantada, las observaciones se realizan cada 15 días en cada zona del experimento durante un año.

Para determinar altura de tallos rebrotados y diámetro de tallos, en el transcurso de la investigación se realizó por método directo, utilizando la fórmula con toma de 08 a 10 muestreos por plántulas al azar por área del total trasplantada, la medición in situ se efectuó utilizando una wincha de 2 m considerándose de referencia desde la superficie del agua, para esta actividad se utilizó una embarcación fuera de borda, y finalmente para la determinación de la medición de diámetro basal, medio y apical, se tomó muestreos representativos de 08 a 10 tallos al azar:

Para determinar la altura del tallo, se utiliza la siguiente fórmula:

$$AT = \frac{aS + aE}{2}$$

2

Donde:

AT = Altura total

aS = Altura sumergida

aE = Altura Emergida

Para determinar el promedio diámetro de tallos se utiliza la siguiente fórmula:

$$Dp = \frac{Db+Di+Da}{3}$$

3

Donde:

Dp = Promedio de diámetro

Db = Diámetro basal

Di = Diámetro intermedia

Da = Diámetro apical

Para determinar el estado de inflorescencia se realiza por método conteo de tallos al azar por lote expresada en (%) y así mismo en el transcurso del desarrollo se identificó las especies asociadas juntamente en el crecimiento de la totora, por un periodo de un año.

Para determinar la cantidad de biomasa, se realizó muestreos al azar, poda de totora por plántulas al ras de la superficie del agua mediante una cegadora por área del experimento de totora. Posteriormente para el pesado se utilizó una romana de 12 kilogramos, toda esta actividad se llevó al final de la conclusión de la investigación. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$D = Pv / A^2 \text{ Donde:}$$

D = Densidad de la biomasa en kilogramos

Pv = Peso volumen

A² = Área por plántulas

3.3.2. Determinación de Temperatura (°C) y Oxígeno Disuelto (ppm).

Para la determinación de la medición de la temperatura y oxígeno disuelto del lago, se utilizó por medio el Multiparametro HACH modelo SESION-156. La misma que fue expresada en (°C), y del oxígeno disuelto en ppm, unidades equivalente a mg/l, el trabajo se realizó en las áreas plantadas de totorales en cuatro experimentos de estudio, cada 15 días, es decir, en un mes se llevó dos veces durante un año.

3.3.3. Determinación Potencial de Hidrogeniones (pH).

La determinación del pH del agua en el experimento del área de totoral, se realizó por el método electrodo o directo, utilizando el equipo denominado potenciómetro digital Fischer model 109, con intervalos cada 15 días es decir al mes dos veces durante un año.

3.4. Modelo estadístico

Para el análisis estadístico las variables cuantitativos del experimento, se tiene para Factor (Ai): número de plántulas adaptadas en (und)), número de tallos rebrotados por plántula en (und)), altura de tallos rebrotados (m), diámetro de tallos (cm) e inflorescencia (%) y para Factor (Bi): técnicas de trasplante de totora, se aplicó el diseño completamente al azar con aplicación factorial de 5 X 4 en donde:

Factor (Ai) = Variables (A₁, A₂, A₃, A₄, A₅)

Factor (Bj) = Técnicas de trasplante de totora (B₁, B₂, B₃, B₄)

Aplicando el modelo estadístico de regresión lineal múltiple que determinan los variables de los factores ambientales del experimento Factor (Yi) dependiente vs Factor (Xi) independiente se aplica el siguiente modelo estadístico factorial:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \epsilon \quad \text{donde:}$$

y = Técnicas trasplante de totora

β_0 = Constante de los factores

X_1 = Variables de los factores ambientales

ϵ = Error

Para el variable cuantitativo en el mejoramiento del ecosistema acuático del lago Titicaca, se tiene para el Factor (Bj): las técnicas de trasplante de totora y para el Factor (Ci): las variables de los factores ambientales que determinan en el desarrollo tenemos: temperatura (°C), potencial de hidrogeniones (pH), oxígeno disuelto (O.D.) y para su análisis se usó diseño de regresión lineal múltiple con aplicación factorial de 4 X 3 en donde:

Factor (Yj) = Técnicas trasplante de totora (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)

Factor (Xi) = Variables factores ambientales (X_1, X_2, X_3)

El resultado del análisis de varianza se trabajó en un nivel de significancia de 0.05.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de las técnicas de trasplante de totora

4.1.1. Evaluación número de plántulas.

Existe diferencia altamente significativo estadístico del número de plántulas de totora entre las técnicas de trasplante aplicando con una probabilidad $P = 0.0001$, (Cuadro 1). Los datos se muestran en el Anexo 1. El coeficiente de variabilidad es de 22.75% es aceptable para experimentos en condiciones acuáticas por lo que está dentro del rango de aceptación.

CUADRO 1
ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN
ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	P>F
Tratamientos	3	1539866.000	513288.656250	46.7320	2.72-4.04	0.000
Error	92	1010498.000	10983.673828			
Total	95	2550364.000				

C.V. = 22.75 %

De acuerdo a la prueba de contraste, el número de plántulas de totora fue diferente entre las técnicas de trasplante Cala y Ñuquiña con Takxataña y C'hampa, registrándose en las primeras menor número de plántulas (441.87 – 260.75 respectivamente) y mayor número de plántulas en las últimas (575.20 – 564.29 respectivamente) (Cuadro 2). Este se debe probablemente que la

plantación se ha efectuado a una profundidad de 50 cm y dio buen resultado, así mismo se ha tenido un sustrato rico en materia orgánica de 9.76% y con un sustrato de clase textural de franco arenoso. Sin embargo las técnicas de Cala y Ñuqiña, no han dado resultados adecuados para este tipo de sustrato en la zona Chucuito.

CUADRO 2

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY (P= 0.05) TÉCNICAS TRANSPLANTE PARA NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

Nº de orden	Tratamiento	Clave	Nº de plántulas	Tukey (P=0.05)
01	Takxataña	Ta	575.20	a
02	Ch'ampa	Ch	564.29	a
03	Cala	Ca	441.87	b
04	Ñuqiña	Ñu	260.79	c

TUKEY = 79.43

4.1.2. Evaluación número de tallos por plántula.

Existe diferencia significativo estadístico del número de tallos de totora por plántulas entre las técnicas de trasplante aplicando con una probabilidad $P = 0.012$, (Cuadro 3). Los datos se muestran en el Anexo 2. El coeficiente de variabilidad es de 34.48% es aceptable para la restauración acuática por lo que está dentro del rango de aceptación.

CUADRO 3

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE TALLOS POR PLÁNTULAS DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	P>F
Tratamientos	3	1689.250000	563.083313	3.8569	2.72-4.04	0.012
Error	92	13431.484375	145.994400			
Total	95	15120.734375				

C.V. = 34.4895 %

Realizado la prueba de rango múltiple de Tukey ($P= 0.05$); en el Cuadro 4, en el análisis comparativo de número de tallos por técnicas de trasplante se obtuvieron los siguientes resultados en las técnicas: Takxataña (38.658 de tallos), Ch'ampa (38.3875 de tallos) y Cala (34.833 de tallos), que estos datos estadísticamente son casi similares en cuanto se refiere al número de tallos, debido probablemente que la plantación se ha efectuado a una profundidad de 50 y 70 cm, que a la técnica Ñuqiña (28.254 de tallos) como se aprecia en el cuadro.

CUADRO 4

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY ($P= 0.05$) TÉCNICAS
 TRANSPLANTE PARA NÚMERO DE TALLOS POR PLÁNTULAS DE TOTORA
 EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

Nº de orden	Tratamiento	Clave	Nº de tallos	Tukey ($P=0.05$)
01	Takxataña	Ta	38.6583	a
02	Ch'ampa	Ch	38.3875	a
03	Cala	Ca	34.8333	ab
04	Ñuqiña	Ñu	28.2542	b

TUKEY = 9.15

4.1.3. Evaluación altura de tallos por plántula.

Existe diferencia significativo estadístico en la altura de tallos por plántulas de totora entre las técnicas de trasplante aplicando con una probabilidad $P = 0.052$, (Cuadro 5). Los datos se muestran en el Anexo 3. El coeficiente de probabilidad es 28.05%, tiene la tendencia para la restauración acuática, por lo que está dentro del rango de aceptación.

CUADRO 5

ANÁLISIS DE VARIANZA ALTURA DE TALLOS POR PLÁNTULAS DE TOTORA
 EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	P>F
Tratamientos	3	0.7121	0.237371	3.2916	2.72-4.04	0.052
Error	92	9.5297	0.103584			
Total	95	10.24185				

C.V. = 28.0526 %

En El Cuadro 6, se tiene la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0.05$); donde los resultados, son casi similares en las cuatro técnicas de trasplante de la totora a la Amplitud del Límite de Significancia de Tukey ($ALST = 0.2440$); el cuadro, nos indica con una altura de crecimiento como sigue: Ta (Takxataña) 1.2463 m, Ch (Ch'ampa) 1.2188 m, Ca (Cala) 1.0733 m y Ñu (Ñuqiña) 1.0508 m.

CUADRO 6

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY ($P= 0.05$) TÉCNICAS TRANSPLANTE PARA ALTURA DE TALLOS POR PLÁNTULAS DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

Nº de orden	Tratamiento	Clave	Altura de tallo (m)	Tukey ($P=0.05$)
01	Takxataña	Ta	1.2463	a
02	Ch'ampa	Ch	1.2188	a
03	Cala	Ca	1.0733	b
04	Ñuqiña	Ñu	1.0508	b

TUKEY = 0.2440

4.1.4. Evaluación diámetro de tallos por plántula.

No existe diferencia significativo estadístico, lo cual se ha planteado en realizar la evaluación del diámetro de tallo en proceso de desarrollo entre las técnicas de trasplante aplicando con una probabilidad $P = 0.667$, (Cuadro 7). Los datos se muestran en el Anexo 4. El coeficiente de probabilidad es de 22.47% es aceptable para la restauración acuática por lo que está dentro del rango de aceptación.

CUADRO 7

ANÁLISIS DE VARIANZA DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	$P>F$
Tratamientos	3	0.057968	0.019323	0.5314	2.76-4.13	0.667
Error	60	2.181877	0.036365			
Total	63	2.239845				

C.V. = 22.4760 %

En el Cuadro 8, se tiene la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0.05$); donde los resultados tienen poca diferencia en las cuatro técnicas de trasplante de totora a la Amplitud de Límite de Significancia de Tukey ($ALST = 0.1783$), el cuadro nos indica con un diámetro en proceso de desarrollo es lo siguiente: Ta (Takxataña) 0.8813, Ch (Ch'ampa) 0.8750, Ca (Cala) 0.8250 y Ñu (Ñuqiña) 0.8125.

CUADRO 8

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY ($P= 0.05$) TÉCNICAS TRANSPLANTE PARA DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

Nº de orden	Tratamiento	Clave	Diámetro de tallos (cm)	Tukey ($P=0.05$)
01	Takxataña	Ta	0.8813	a
02	Ch'ampa	Ch	0.8750	a
03	Cala	Ca	0.8250	a
04	Ñuqiña	Ñu	0.8125	a

TUKEY = 0.1783

4.1.5. Evaluación estado de inflorescencia de los tallos.

Existe diferencia altamente significativo estadístico, lo cual se ha planteado en realizar la evaluación del estado de inflorescencia en los tallos rebrotados entre las técnicas de trasplante aplicando con una probabilidad $P = 0.0001$, (Cuadro 9). Los datos se muestran en el Anexo 5 y el coeficiente de variabilidad es 36.92%; es aceptable para experimentos en condiciones acuáticas.

CUADRO 9

ANÁLISIS DE VARIANZA ESTADO DE INFLORESCENCIA DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	P>F
Tratamientos	3	4862.2304	1620.743530	14.5350	2.79-4.20	0.000
Error	48	5352.2890	111.506020			
Total	51	10214.51951				

C.V. = 36.9268 %

En el Cuadro 10, se tiene la prueba de rango múltiple de Tukey (P=0.05); en donde los resultados tienen diferencias en las cuatro técnicas de trasplante y la Amplitud de Límite de Significancia de Tukey (ALST = 5.52); el cuadro, nos muestran que las técnicas: Ta (Takxataña) y Ch (Ch'ampa) tienen poca diferencia con 36.5625 y 35.8750 por ciento, mientras que las técnicas Ca (Cala) y Ñu (Ñuqíña) tiene 17.5 y 15.3 por ciento de inflorescencia.

CUADRO 10

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY (P= 0.05) TÉCNICAS TRANSPLANTE PARA ESTADO DE INFLORESCENCIA DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

Nº de orden	Tratamiento	Clave	Inflorescencia (%)	Tukey (P=0.05)
01	Takxataña	Ta	36.5625	a
02	Ch'ampa	Ch	35.8750	a
03	Cala	Ca	17.5000	b
04	Ñuqíña	Ñu	15.3000	b

TUKEY = 5.5206

4.1.6. Evaluación de la biomasa.

Existe diferencia significativo estadístico, lo cual se ha planteado en realizar la evaluación de la biomasa de la totora entre las técnicas de trasplante aplicando con una probabilidad P = 0.05, (Cuadro 11). Los datos se muestran en el Anexo 6. Sin embargo para el comparativo de los cuatro zonas de trasplante de totora existe

diferencia significativo en una probabilidad $P=0.048$ y el coeficiente de variabilidad de 5.6163% es aceptable para experimentos en condiciones acuáticas por lo que está dentro del rango de aceptación.

CUADRO 11

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIOMASA DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft	P>F
Tratamientos	3	1475.0000	491.6666	2.74	3.29-5.42	0.051
Bloque	3	2113.5000	704.5000	3.93		0.048
Error	9	1612.5000	179.1666			
Total	15	5201.0000				

C.V. = 5.6163 %

En el Cuadro 12, se tiene la prueba de rango múltiple de Tukey ($P=0.05$); donde los resultados, están al orden de mayor a menor y la Amplitud de Limite de Significancia de Tukey (ALST = 29.5815); nos muestran que las técnicas: Ta (Takxataña) y Ch (Ch'ampa) ocupan el primer lugar con 325.0 y 320 kg de biomasa, mientras que las técnicas: Ca (Cala) y Ñu (Ñuqiña) ocupan el segundo lugar con 310 y 300.0 kg de biomasa.

CUADRO 12

PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE TUKEY ($P= 0.05$) BIOMASA DE TOTORA EN ZEPITA, ILAVE, PLATERIA Y CHUCUITO (2009-2010)

Nº de orden	Tratamiento	Clave	Biomasa en kg.	Tukey ($P=0.05$)
01	Takxataña	Ta	325.0000	a
02	Ch'ampa	Ch	320.0000	a
03	Cala	Ca	310.0000b
04	Ñuqiña	Ñu	300.0000b

TUKEY = 29.5815

En las comparaciones que se tiene en la técnica Takxataña, es debido probablemente se tiene mayor cantidad de tallos, mientras que en las técnicas: Cala y Ch'ampa, posiblemente se tiene menor cantidad de tallos a menor altura y menor

diámetro de tallo. Con las bibliografías revisadas relacionada a la biomasa se tiene cierta relación con los estudios llevados por ORSTOM (1991) fue estimada en promedio de 96 a 230 kg/m² en zona poco densas de 20 a 25 tallos, mientras Collot (1980) expresa en 11.59 Tn/ha en densidades: denso 250 a 300 tallos/m², semi denso 100 a 250 tallos/m² y Galiano (1987) estima un rendimiento en materia verde es de 311.023 tn/ha a una altura de promedio de la totora es 2.05 m y una densidad promedio de 196 tallo/m².

4.2. Influencia de los factores ambientales

4.2.1. Evaluación número de plántulas trasplante técnica takxataña.

En el experimento se trasplantó un total 750 plántulas, en el área de estudio del distrito de Zepita, cuyo datos se aprecia en el Anexo 1, desde la fecha 14 de enero hasta 29 de agosto del año 2010, han sido sustraído desde el substrato y generó una pérdida de 8.6% posiblemente se sospecha como causas por las características estructurales del substrato y con presencia de oleajes moderadas en la zona, por lo que la técnica Takxataña ha sido considerado la técnica más adecuado con una adaptabilidad al 91.4% en la localidad de Zepita podemos recomendar para el mejoramiento del ecosistema del lago.

En el Cuadro 13, explica la relación entre factores ambientales sobre el número de plántulas; en la técnica Tak'ataña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando el número de plántulas como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 710 + 4.94 X1 - 9.81 X2 - 13.8 X3$$

Sin embargo, en el modelo ajustado el valor de 4.94, indica el incremento de temperatura en plántulas en promedio por cada unidad de aumento del número de plántulas; así mismo -9.81, indica el decremento de pH del número de plántulas, en promedio por cada unidad de número de plántulas.

CUADRO 13

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	710.20	63.66	11.16	0.0000
Temperatura (X1)	4.941	2.550	1.94	0.056
pH (X2)	-9.807	9.214	-1.06	0.300
Oxígeno disuelto (X3)	-13.814	1.893	-7.30	0.000

S = 11.2922 R-Sq = 75.0%

En el Cuadro 14, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un $F_c = 20.01$, que a la probabilidad es altamente significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el número plántulas de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 75.0% y un error estandar 11.29 y en el estadístico de Durbin Watson = 1.12832 (P=0.300).

CUADRO 14

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	7653.7	2551.2	20.01	0.000
Error	20	2550.3	127.5		
Total	23	10204.0			

Los resultados obtenidos se deben por la sencibilización en el trasplante de la totora y por sus características del substrato. La misma tiene cierta relación con los trabajos realizados por Noriega (1993), mientras ALT (2000) menciona que de la

técnica takxataña no han sido satisfactorios y Huanacuni (1997) menciona las plantaciones realizada por el PELT, en diferentes comunidades ubicadas en las riberas del anillo circunlacustre han sido desprendido al 90%, posiblemente se debe por mala plantación; sin embargo Chinapo (1982) que con el procedimiento se han establecido totorales hasta en lugares con presencia de arena y fuerte oleajes.

4.2.2. Evaluación número de plántulas trasplante técnica ch'ampa.

De igual manera se trasplantó 750 plántulas para el experimento, de acuerdo a la profundidad del agua, como datos se aprecia en el Anexo 1, tiene una adaptabilidad al 65.4%, mientras en los resultados obtenidos en el laboratorio carece de M.O. de 0.4%, N 0.03%, P 12.01 ppm, K 300 ppm y en la caracterización de substrato presenta arena 87.21%, arcilla 4.91% y limo 7.88%.

En el Cuadro 15, explica la relación entre factores ambientales sobre el número de plántulas; en la técnica Ch'ampa, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de plántulas como variable dependiente y la T°, el pH y el O. D. como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = - 213 - 29.3 X1 + 124 X2 + 0.8 X3$$

Mientras, en el modelo ajustado el valor de -29.3, indica el decremento de temperatura del número de plántulas en promedio por cada unidad de aumento del número de plántulas; así mismo 124 indica el incremento de pH del número de plántulas, en promedio por cada unidad de número de plántulas.

CUADRO 15

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	-212.9	196.0	-1.09	0.290
Temperatura (X1)	-29.29	14.49	-2.02	0.290
pH (X2)	123.70	31.44	3.93	0.001
Oxigeno disuelto (X3)	0.84	12.10	0.07	0.945

S = 67.6197 R-Sq = 49.7143%

De acuerdo en el Cuadro 16, del análisis de varianza de la regresión; es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el número de plántulas trasplantada de totora y el coeficiente de determinación es de 49.7% a un error estandar de 67.61; el estadístico de Durbin Watson = 0.745464 (P=0.945).

CUADRO 16

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	82016	27339	5.98	0.004
Error	20	91449	4572		
Total	23	173465			

De acuerdo de los datos analizados esta técnica se recomienda para el repoblamiento en el ecosistema del lago Titicaca. En el estudio de Noriega, (1993) recomienda de 4 a 5 metros de profundidad, debido que en lugar no es recomendable, por factores que influyen como la presencia de oleaje, en la ALT (2000) no recomienda y la de CIRNMA (1996) recomienda por extracción de las plántulas con pan de tierra 20 x 20 cm a 30 x 30 cm; por lo tanto existe contradictorios de cada autor.

4.2.3. Evaluación número de plántulas trasplante técnica cala.

Para determinar en la evaluación de número de plántulas trasplantadas en la siguiente técnica como referencia de datos se tiene del Anexo 1.

En el Cuadro 17, explica la relación entre factores ambientales sobre el número de plántulas; en la técnica Cala, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de plántulas como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = -9 + 12.1 X_1 + 4.9 X_2 + 31.9 X_3$$

Con relación al modelo ajustado los valores de 12.1, 4.9, 31.9 indican el incremento del número de plántulas en T°, pH y O.D., en promedio por cada unidad de aumento del número de plántulas.

CUADRO 17

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	-9.0	336.5	-0.03	0.979
Temperatura (X1)	12.12	16.56	0.73	0.473
pH (X2)	4.88	58.64	0.08	0.935
Oxigeno disuelto (X3)	31.87	25.66	1.24	0.935

S = 93.7544 R-Sq = 24.6%

De acuerdo del Cuadro 18, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un $F_c = 2.18$, que a la probabilidad no es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia como la temperatura y el oxígeno disuelto sobre el número plántulas de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 24.6%, a un error estandar de 93.7544.

CUADRO 18

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	57463	19154	2.18	0.122
Error	20	175798	8790		
Total	23	233261			

Como análisis de los resultados para el experimento se trasplantó un total de 625 plántulas; sin embargo en el experimento existe el desprendimiento constante desde la fecha trasplantada hasta el final del experimento con un promedio anual 449.2 de plántulas establecidas, que representa una pérdida de 51.2% a pesar se tiene rico en M.O. de 22.57% con substratos franco de color negro arena 52.60%, arcilla 9.70% y limo 37.70%. Es decir esta técnica no es recomendable debido probablemente por los factores de oleaje y por la presencia de *Shara sp.* que coloniza el lugar y no permite la adaptación del trasplante de plántulas, como se observa el flotamiento de plántulas (Quillis); con relación en la revisión bibliográfica encontrada por (Chinapo, 1982; Collot, 1980; Hickman, 1963), menciona los métodos de siembra de la totora son adaptadas a las circunstancias ricos de M.O., y a la profundidad donde debe ser trasplantada; así mismo Noriega, (1993) recomienda que este procedimiento se puede establecerse en lugares de 1 a 3 metros de profundidad que permite la piedra se introduzca al fondo del substrato libre de *Shara sp.*, la cual tiene cierta relación con los autores mencionados.

4.2.4. Evaluación número de plántulas trasplante técnica ñuqiña.

En el Anexo 1, se aprecia inicialmente se plantó 625 plántulas, como resultado existe una pérdida de 84.3% de plántulas trasplantadas. Los factores que

influyen es posiblemente por las características geográficas del lugar con presencia de oleajes, por la colonización de *Chara sp.*, por mal anclaje de plántulas al substrato; la cual impiden el desarrollo de la totora para la restauración del ecosistema del lago.

En el Cuadro 19, explica la relación entre factores ambientales sobre el número de plántulas; en la técnica Ñuqiña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de plántulas como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = - 21 + 27.6 X1 + 55.3 X2 - 60.4 X3$$

Los valores de la ecuación 27.6 y 55.3, indican el incremento de temperatura y pH del número de plántulas en promedio por cada unidad de aumento del número de plántulas, mientras, -60.4 indica el decremento de por cada unidad del número de plántulas.

CUADRO 19

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010).

Predictores	Parámetros	SE Coeficiente	T	P
Constante	-20.9	496.6	-0.04	0.967
Temperatura (X1)	27.58	18.83	1.46	0.159
pH (X2)	55.26	56.89	0.97	0.343
Oxígeno disuelto (X3)	-60.41	35.41	-1.71	0.103

S = 149.840 R-Sq = 24.4%

En el Cuadro 20, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un $F_c = 2.18$, que a la probabilidad es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el número de plántulas de totora

trasplantada y el coeficiente de determinación es de 24.4% a un error estandar de 149.840, de acuerdo al estadístico de Durbin Watson = 0.337917 (P=0.343).

CUADRO 20

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE PLÁNTULAS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	57463	19154	2.18	0.122
Error	20	175798	8790		
Total	23	233261			

En conclusión, en las cuatro técnicas estudiadas en diferentes zonas del experimento existen diferencias en adaptación de plántulas trasplantadas, como se aprecia en el Anexo 1, sin embargo en las técnicas: Takxataña, Champa y Ñuqiña; existen diferencias notables que a la técnica de Cala, con relación en la adaptación al sustrato, los resultados en las técnicas: Cala y Ñuqiña, presentan ricos en M.O. es 22.57 y 14.05%, N. 0.26 y 0.17%, P. 17.66 y 17.10 ppm, K. 649 y 500 ppm; y con características de sustratos, franco arenoso: arena 52.60 y 53.70% y limo de 37.70 y 37.28%. Así mismo, en los estudios llevados por ALT (2000) no recomienda de las técnicas empleadas debido que no han encontrado un resultado satisfactorio a favor de la población y Goyzueta et al. (2009), en las tecnologías tradicionales del poblador circunlacustre del lago Titicaca, recomienda el trasplante de totorales como repoblamiento de totorales en nuevas áreas, mientras en los autores Gabancho (1975), Galiano (1987), Quispe (1997) y Reyes (1988) recomiendan en la producción de totorales se requiere suelos ricos en materia orgánica.

4.2.5. Evaluación número de tallos de las técnicas takxataña y ch'ampa.

En el Cuadro 21, explica la relación entre los factores ambientales sobre el número de tallos; en la técnica Takxataña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de tallos como variable dependiente y la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = - 55.9 - 3.07 X1 + 8.24 X2 + 7.59 X3$$

En la ecuación el valor de -3.07 indican el decremento de temperatura del número de tallos en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos y 8.24 existe el incremento de pH por cada unidad del número de tallos.

CUADRO 21

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	-55.88	40.39	-1.38	0.182
Temperatura (X1)	-3.071	1.618	-1.90	0.052
pH (X2)	8.243	5.846	1.41	0.174
Oxigeno disuelto (X3)	7.592	1.201	6.32	0.000

S = 7.16439 R-Sq = 68.1%

De acuerdo al Cuadro 22, del análisis de varianza de la regresión, se ha encontrado un $F_c = 14.22$, que a la probabilidad es altamente significativo, lo cual nos indican que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el número plántulas de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 68.1% y un error estandar de 7.16439.

CUADRO 22

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
Regresión	3	2189.99	730.00	14.22	0.000
Error	20	1026.57	51.33		
Total	23	3216.56			

En el Cuadro 23, explica la relación entre factores ambientales sobre el número de tallos, en la técnica Ch'ampa, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de tallos como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 135 + 5.18 X1 - 18.4 X2 + 1.10 X3$$

En el modelo ajustado el valor de 5.18, indica el incremento de temperatura del número de tallos en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos y en el -18.4 existe el decremento de pH por cada unidad del número de tallos.

CUADRO 23

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	135.42	25.69	5.27	0.000
Temperatura (X1)	5.183	1.899	2.73	0.013
pH (X2)	-18.438	4.121	-4.47	0.000
Oxigeno disuelto (X3)	1.099	1.586	0.69	0.496

$$S = 8.86431 \quad R^2 = 51.2\%$$

De acuerdo al Cuadro 24, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un Fc = 7.00 que a la probabilidad es altamente significativo; lo cual nos

indican que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el número de plántulas de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 51.2% a un error estandar de 8.86431 y el estadístico de Durbin Watson = 0.737495 (P=0.496).

CUADRO 24
ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresión	3	1651.09	550.36	7.00	0.002
Error	20	1571.52	78.58		
Total	23	3222.61			

En el promedio del conteo de tallos por plántulas, se aprecia el incremento por unidad de tallos por plántulas trasplantadas, debido entre los meses existen el cambio estacional de primavera a verano, que tiene mutua relación con el ambiente acuático, ver en el Anexo 2. Las determinaciones tienen cierta relación con el trabajo de investigación realizada por Galiano (1987) y Collot (1980) donde estiman totoral denso, semi denso y ralo; el ralo se encuentra a menores de 100 tallos aéreos/m² y Orstom (1991) en la estación estudiada encuentra con 29 a 167 tallos/m².

4.2.6. Evaluación número de tallos de las técnicas cala y ñuqiña.

En el Cuadro 25, la relación entre factores ambientales sobre el número de tallos en la técnica Cala se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de tallos como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 74.1 - 1.20 X_1 + 0.37 X_2 + 3.40 X_3$$

Con relación al modelo ajustado el valor de -1.20, indica el decremento de temperatura del número de tallos en promedio por cada unidad de tallos y 0.37 existe el incremento de pH por cada unidad del número de tallos.

CUADRO 25

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	74.11	47.31	1.57	0.133
Temperatura (X1)	-1.195	2.328	-0.51	0.613
pH (X2)	0.372	8.244	0.05	0.964
Oxigeno disuelto (X3)	-3.395	3.607	-0.94	0.358

S = 13.1815 R-Sq = 13.3%

En el Cuadro 26, del análisis de varianza de la regresión, es significativo lo cual nos indican que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el número plántulas de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 13.3% a un error estandar de 13.1815, y el estadístico de Durbin Watson = 0.148355 (P=0.964).

CUADRO 26

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	530.8	176.9	1.02	0.405
Error	20	3475.1	173.8		
Total	23	4005.9			

En el Cuadro 27, explica la relación entre factores ambientales sobre el número de tallos en la técnica Ñuqiña se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando número de tallos como variable dependiente y la temperatura

media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 51.6 - 1.24 X_1 + 4.93 X_2 + 4.03 X_3$$

En el modelo ajustado el valor de -1.24, indica el decremento de temperatura del número de tallos en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos y 4.03 existe el incremento de O.D. por cada unidad del número de tallos.

CUADRO 27

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	51.58	36.44	1.42	0.172
Temperatura (X1)	-1.236	1.382	-0.89	0.382
pH (X2)	-4.932	4.175	-1.18	0.251
Oxigeno disuelto (X3)	4.027	2.599	1.55	0.137

S = 10.9968 R-Sq = 19.0%

En el Cuadro 28, del análisis de varianza de la regresión, se ha encontrado un Fc = 1.57 que a la probabilidad no es significativo, lo cual indica que los factores ambientales no tienen influencia directa sobre plántulas trasplantada y el coeficiente de determinación es de 19.0% a un error estandar de 10.9968.

CUADRO 28

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA NÚMERO DE TALLOS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	567.8	189.3	1.57	0.229
Error	20	2418.6	120.9		
Total	23	2986.4			

Estas técnicas tienen un comportamiento muy similar que a las técnicas Takxataña y Ch'ampa, con variaciones de incremento mínimo de acuerdo al cambio de las estaciones del año, es decir a mayor temperatura y por presencia de precipitaciones son mayores el incremento de tallos por plántulas plantadas, como se aprecia en el Anexo 2. En el conteo de tallos determinadas en diferentes zonas del experimento influyen las características fisiográficas, debido el ecosistema del lago Titicaca, tienen diferentes substratos y pendientes; así mismo los factores ambientales influyen en la adaptación al medio de su hábitat y en el desarrollo de la totora.

En conclusión, en las técnicas de Takxataña y Ch'ampa, guarda cierta relación con los autores en mención, mientras en las técnicas de Cala y Ñuqiña, no tienen relación con los resultados mencionados, sin embargo los factores oleajes impiden la adaptación en el desarrollo de las plántulas trasplantadas. Con relación PELT (1993), los totorales del lago Titicaca presenta de 30 a 160 tallos verdes/m²; mientras Orstom (1991) estima en la zona poca densas es de 20 a 25 tallos/m² y Galiano (1978) expresa el rendimiento cuantitativo de los totorales en materia verde está dada a la altura promedio de 2.051 m a una densidad promedio 196 tallos/m²; sin embargo Huanacuni (2009) determina el promedio de tallos verdes es de 211.26 tallos/m² en una área del total denso, la cual no tiene relación, debido la adaptación del experimento actual es de un año.

4.2.7. Evaluación altura de tallo de las técnicas takxataña y ch'ampa.

En el Cuadro 29, explica la relación entre factores ambientales sobre altura de tallos en la técnica Takxataña se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando la altura de tallos como variable dependiente y la temperatura media

diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = - 1.04 - 0.0993 X1 + 0.242 X2 + 0.170 X3$$

Mientras en el modelo ajustado el valor de -0.093, indica el decremento de temperatura del número de tallos en promedio por cada unidad de aumento de la altura de tallos y 0.242 existe el incremento de pH por cada centímetro de crecimiento de tallos.

CUADRO 29

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	-1.0374	0.8735	-1.19	0.249
Temperatura (X1)	-0.09925	0.03499	-2.84	0.010
pH (X2)	0.2423	0.1264	1.92	0.070
Oxigeno disuelto (X3)	0.17043	0.02597	6.56	0.000

S = 0.154939 R-Sq = 69.7%

En el Cuadro 30, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un $F_c = 15.32$, que a la probabilidad es altamente significativo, lo cual nos indican que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el crecimiento de tallos de totora trasplantada con un coeficiente de determinación de 69.7% a un error estandar de 0.154939, y el estadístico de Durbin Watson = 0.813236 (P=0.070).

CUADRO 30

ANÁLISIS VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	1.10364	0.36788	15.32	0.000
Error	20	0.48012	0.02401		
Total	23	1.58376			

En el Cuadro 31, explica la relación entre factores ambientales sobre altura de tallos; en la técnica Ch'ampa, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando la altura de tallos como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 3.87 + 0.115 X1 - 0.455 X2 + 0.0125 X3$$

En el modelo ajustado el valor de 0.115, indica el incremento de temperatura en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos y - 0.455 existe el decremento por cada centímetro de crecimiento de tallos.

CUADRO 31

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	3.8652	0.7074	5.46	0.000
Temperatura (X1)	0.11534	0.05231	2.20	0.039
pH (X2)	-0.4548	0.1135	-4.01	0.001
Oxigeno disuelto (X3)	0.01254	0.04367	0.29	0.777

S = 0.244118 R-Sq = 49.8%

En el Cuadro 32, del análisis de varianza de la regresión, se ha encontrado un Fc = 5.86, que a la probabilidad es significativo, lo cual nos indica que

los factores ambientales tienen influencia directa sobre el crecimiento de tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 49.8% a un error estandar de 0.244118; y el estadístico Durbin Watson es 0.787332 (P=0.777).

CUADRO 32

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	1.04839	0.34946	5.86	0.005
Error	20	1.19187	0.05959		
Total	23	2.24026			

Mientras en el Anexo 3, se aprecia el comportamiento del crecimiento de los tallos, desde la fecha 30 de noviembre 2009 con promedio de 0.90 m de altura hasta 29 de agosto del 2010 con una altura promedio de 1.49 m, y con un promedio anual 1.25 m de altura tallos rebrotados, presentan con crecimientos constante de valores 0.65 a 1.42 m de altura de tallos, que corresponden desde 14 de septiembre 2009 hasta 15 de abril del 2010 y desde esta fecha entra en un periodo de latencia hasta la fecha 29 de agosto del año 2010; los factores que influyen, es posiblemente por el cambio de estaciones en invierno (presencia de heladas), en verano (presencia de precipitaciones).

4.2.8. Evaluación altura de tallos de las técnicas cala y ñuqiña.

En el Cuadro 33, explica la relación entre factores ambientales sobre altura de tallos; en la técnica Cala, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando la altura de tallos como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes, y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se tiene la ecuación:

$$Y = 1.63 - 0.0169 X_1 + 0.031 X_2 - 0.0733 X_3$$

En la ecuación el valor de -0.0169, indica el decremento de temperatura en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos y 0.0733 existe el incremento por cada centímetro de crecimiento de tallos.

CUADRO 33

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	1.628	1.171	1.39	0.180
Temperatura (X1)	-0.01691	0.05762	-0.29	0.772
pH (X2)	0.0308	0.2040	0.15	0.881
Oxigeno disuelto (X3)	-0.07331	0.2040	-0.82	0.421

S = 0.326193 R-Sq = 7.0%

En el Cuadro 34, del análisis de varianza de la regresión; se ha encontrado un $F_c = 0.50$, que a la probabilidad no es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales no tienen influencia directa sobre el crecimiento de tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 7.0% a un error estandar de 0.326193; y de acuerdo al estadístico de Durbin Watson = 0.112357 (P=0.881).

CUADRO 34

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	0.1599	0.0533	0.50	0.686
Error	20	2.1280	0.1064		
Total	23	2.2879			

En el Cuadro 35, explica la relación entre factores ambientales sobre altura de tallos; en la técnica Ñuqiña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando la altura de tallos como variable dependiente y la temperatura media

diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente:

$$Y = 1.31 - 0.0172 X_1 - 0.160 X_2 + 0.161 X_3$$

En la ecuación el valor de -0.0172, indica el decremento de temperatura en la altura de tallos en promedio por cada unidad de aumento de tallos y 0.161 existe el incremento de pH por cada centímetro de crecimiento.

CUADRO 35

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	1.311	1.247	1.05	0.306
Temperatura (X1)	-0.01718	0.04731	-0.36	0.720
pH (X2)	-0.1598	0.1429	-1.12	0.277
Oxigeno disuelto (X3)	0.16103	0.08894	1.81	0.085

S = 0.376353 R-Sq = 17.4%

En el Cuadro 36, del análisis de varianza de la regresión; se ha encontrado un $F_c = 1.41$, que a la probabilidad es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el crecimiento de tallos de la totora y el coeficiente de determinación es 17.4% a un error estandar de 0.376353.

CUADRO 36

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA ALTURA DE TALLOS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	0.5977	0.1992	1.41	0.270
Error	20	2.8328	0.1416		
Total	23	3.4305			

En conclusión, existe un establecimiento de adaptabilidad en el ecosistema acuático de las cuatro técnicas de trasplante de plántulas que tiene amplia relación con Gabancho (1975) donde expresa la altura del tallo son variable de acuerdo al nivel de agua que se presenta a profundidades de 0.0 hasta 2.0 m de su hábitat y anualmente los tallos de la totora pueden crecer de 0.30 a 1.0 m de pendiente del substrato del lugar. Así mismo Collot (1981) menciona la totora crece todo el año, más rápido durante la temporada de lluvia.

En el trabajo realizado por Galiano (1978) detalla el rendimiento cuantitativo de los totorales en materia verde la altura promedio de la totora es 2.051 m de una densidad promedio de 196 tallos aéreos/m², con la que detalla no tiene relación al trabajo de investigación del rebrote de tallos por plántulas trasplantadas de la totora, debido que el trabajo que se realiza el seguimiento del estadio de vida tiene mutua relación al estudio llevada por el ALT (2000) donde especifica dentro de tres meses existe un rebrote a una altura de 10 cm, y en el informe del ALT (2000) debido que en este informe no existe el seguimiento del repoblamiento de totorales.

4.2.9. Evaluación diámetro de tallo técnica takxataña.

En el Cuadro 37, explica la relación entre factores los ambientales sobre el diámetro de tallos; en la técnica Takxataña, se ha evaluado mediante regresión, considerando el diámetro de tallos como variable dependiente y la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 1.53 - 0.0706 X1 - 0.041 X2 + 0.0502 X3$$

En la ecuación, el valor de -0.0706 , indica el decremento de la temperatura en promedio por cada unidad de diámetro de tallos y 0.0502 existe el incremento por cada centímetro de crecimiento de tallos.

CUADRO 37

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE
DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	1.5266	0.8380	1.82	0.094
Temperatura (X1)	-0.07061	0.03257	-2.17	0.051
pH (X2)	-0.0413	0.1192	-0.35	0.735
Oxigeno disuelto (X3)	0.05018	0.03684	1.36	0.198

S = 0.119114 R-Sq = 73.0%

En el Cuadro 38, del análisis de varianza de la regresión es altamente significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el diámetro de tallos de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 73.0% a un error estandar de 0.119114.

CUADRO 38

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DIÁMETRO
DE TALLOS DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	0.45974	0.15325	10.80	0.001
Error	12	0.17026	0.01419		
Total	15	0.63000			

4.2.10. Evaluación diámetro de tallo técnica ch'ampa.

En el Cuadro 39, explica la relación entre factores ambientales del diámetro de tallos; en la técnica Ch'ampa, se ha evaluado mediante regresión, considerando el diámetro de tallos como variable dependiente y la temperatura, el

pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 1.89 - 0.0183 X_1 - 0.111 X_2 + 0.0086 X_3$$

El valor de -0.0183 indican el decremento de temperatura en el diámetro de tallos en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos y 0.0086 existe el incremento oxígeno disuelto por cada centímetro de aumento de tallos.

CUADRO 39

DETERMINACIÓN PARÁMETRO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	1.8869	0.5814	3.25	0.007
Temperatura (X1)	-0.01833	0.04418	-0.41	0.685
pH (X2)	-0.1106	0.1172	-0.94	0.364
Oxigeno disuelto (X3)	0.00857	0.06499	0.13	0.897

S = 0.161465 R-Sq = 57.5548%

En el Cuadro 40, del análisis de varianza de la regresión, se ha encontrado un $F_c = 2.36$, que a la probabilidad es significativo, lo cual nos indica, los factores ambientales tienen influencia directa sobre el diámetro de tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 57.5548% a un error estandar de 0.161465.

CUADRO 40

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	0.18465	0.06155	2.36	0.0123
Error	12	0.31285	0.02607		
Total	15	0.49750			

4.2.11. Evaluación diámetro de tallo técnica cala.

En el Cuadro 41, muestra la relación entre factores ambientales sobre el diámetro de tallos; en la técnica Cala, se ha evaluado mediante regresión, considerando el diámetro de tallos como variable dependiente y la temperatura media, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 2.17 - 0.0602 X1 - 0.042 X2 - 0.0313 X3$$

En la ecuación el valor de -0.0602, indica el decremento de temperatura en el de número de tallos en promedio por cada unidad de aumento de diámetro de tallos.

CUADRO 41

DETERMINACIÓN PARÁMETRO DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	2.1672	0.5719	3.79	0.003
Temperatura (X1)	-0.06021	0.02434	-2.47	0.029
pH (X2)	-0.0417	0.1024	-0.41	0.691
Oxigeno disuelto (X3)	-0.03135	0.04030	-0.78	0.452

S = 0.113009 R-Sq = 72.1%

En el Cuadro 42, del análisis de varianza de la regresión, se ha encontrado un $F_c = 10.36$ que de acuerdo a la probabilidad es altamente significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el diámetro de tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 72.1% a un error estandar de 0.113009.

CUADRO 42

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

F. de V.	GI	SC	CM	Fc	Prob
regresion	3	0.39675	0.13225	10.36	0.001
Error	12	0.15325	0.01277		
Total	15	0.55000			

4.2.12. Evaluación diámetro de tallo técnica ñuqiña.

En el Cuadro 43, explica la relación entre factores ambientales sobre el diámetro de tallos; en la técnica Ñuqiña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando el diámetro de tallos como variable dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 1.24 - 0.0367 X1 + 0.0057 X2 - 0.0004 X3$$

Mientras en la ecuación el valor de 0.0367 indica el decremento de temperatura por cada centímetro de crecimiento de tallos y 0.0057 es el incremento de pH en promedio en cada centímetro de crecimiento de tallos.

CUADRO 43

DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	1.2364	0.7353	1.68	0.119
Temperatura (X1)	-0.03666	0.02584	-1.42	0.181
pH (X2)	0.00569	0.08235	0.07	0.946
Oxigeno disuelto (X3)	-0.00038	0.05103	-0.01	0.994

S = 0.187469 R-Sq = 16.4%

De acuerdo al Cuadro 44, del análisis de varianza de la regresión, se ha encontrado un $F_c = 0.78$, que a la probabilidad es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el diámetro de tallos de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 16.4% y un error estándar de 0.187469.

CUADRO 44

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA DIÁMETRO DE TALLOS DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

E. de V.	GI	SC	CM	F_c	Prob
regresion	3	0.08264	0.02755	0.78	0.526
Error	12	0.42173	0.03514		
Total	15	0.50437			

4.2.13. Evaluación estado de inflorescencia técnica takxataña.

En el Cuadro 45, muestra la relación entre factores ambientales sobre estado de inflorescencia; en la técnica Takxataña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando el estado de inflorescencia de tallos como variable dependiente y la temperatura media, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 113 - 1.77 X_1 - 8.50 X_2 + 1.68 X_3$$

En la ecuación el valor de -1.77, indica el decremento temperatura en el porcentaje del estado de inflorescencia por cada unidad de aumento del número de tallos y 1.68 existe el incremento de oxígeno disuelto en el estado de inflorescencia de los tallos.

CUADRO 45

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	112.83	40.79	2.77	0.017
Temperatura (X1)	-1.771	1.585	-1.12	0.286
pH (X2)	-8.496	5.802	-1.46	0.169
Oxigeno disuelto (X3)	1.679	1.793	0.94	0.367

S = 5.79745 R-Sq = 73.2%

En el Cuadro 46, del análisis de varianza de la regresión, es altamente significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el estado de inflorescencia de los tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 73.2% a un error estandar de 5.79745.

CUADRO 46

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN ZEPITA (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	1102.43	367.48	10.93	0.001
Error	12	403.32	33.61		
Total	15	1505.75			

4.2.14. Evaluación estado de inflorescencia técnica ch'ampa.

En el Cuadro 47, explica la relación entre factores ambientales sobre el estado de inflorescencia de tallos; en la técnica Ch'ampa, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando el estado de inflorescencia de tallos como variable dependiente y la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 89.6 - 5.02 X1 - 0.65 X2 + 0.75 X3$$

En el modelo el valor de -5.02, indica el decremento temperatura del estado de inflorescencia en promedio por cada unidad de aumento de tallos y 0.75 indica el incremento de oxígeno disuelto.

CUADRO 47

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	89.58	24.66	3.63	0.003
Temperatura (X1)	-5.023	1.873	-2.68	0.020
pH (X2)	-0.651	4.970	-0.13	0.898
Oxígeno disuelto (X3)	0.746	2.756	0.27	0.791

S = 6.84734 R-Sq = 70.0%

De acuerdo al Cuadro 48, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un $F_c = 9.35$ que a la probabilidad es altamente significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el estado de inflorescencia de tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 70.0% y un error estandar de 6.84734.

CUADRO 48

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN ILAVE (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	1315.30	438.43	9.35	0.002
Error	12	562.63	46.89		
Total	15	1877.94			

4.2.15. Evaluación estado de inflorescencia técnica cala.

En el Cuadro 49, explica la relación entre factores ambientales sobre el estado de inflorescencia; en la técnica Cala, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando el estado de inflorescencia en (%) como variable

dependiente y la temperatura media diaria, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 71.1 - 3.01 X_1 + 1.16 X_2 - 3.94 X_3$$

Mientras el valor de -3.01, indica el decremento temperatura del estado de inflorescencia en promedio por cada unidad de aumento del número de tallos.

CUADRO 49

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	71.13	50.07	1.42	0.205
Temperatura (X1)	-3.010	2.129	-1.41	0.207
pH (X2)	1.157	9.534	0.12	0.907
Oxigeno disuelto (X3)	-3.939	4.175	-0.94	0.382

S = 7.57014 R-Sq = 65.1%

De acuerdo al Cuadro 50, del análisis de varianza de la regresión se ha encontrado un $F_c = 3.74$, que a la probabilidad es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el estado de inflorescencia de tallos de la totora trasplantada y el coeficiente de determinación es 65.1% a un error estandar de 7.57014.

CUADRO 50

ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN PLATERIA (2009-2010)

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresión	3	642.66	214.22	3.74	0.080
Error	6	343.84	57.31		
Total	9	986.50			

4.2.16. Evaluación estado de inflorescencia técnica Ñuqiña.

En el Cuadro 51, explica la relación entre factores ambientales sobre el estado de inflorescencia de tallos; en la técnica Ñuqiña, se ha evaluado mediante regresión lineal múltiple, considerando el estado de inflorescencia de tallos como variable dependiente y la temperatura media, el pH y el oxígeno disuelto como factores independientes; y se ha encontrado el siguiente modelo ajustado:

$$Y = 133 - 4.26 X1 - 4.99 X2 - 4.02 X3$$

Mientras en el modelo ajustado el valor de -4.26, indica el decremento temperatura del estado de inflorescencia en promedio de temperatura por cada unidad de aumento del número de tallos.

CUADRO 51

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE INFLORESCENCIA DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)

Predictores	Parametros	SE Coeficiente	T	P
Constante	132.74	31.28	4.24	0.005
Temperatura (X1)	-4.262	1.522	-2.80	0.031
pH (X2)	-4.994	3.035	-1.65	0.151
Oxigeno disuelto (X3)	-4.025	2.827	-1.42	0.204

S = 6.29513 R-Sq = 75.8%

De acuerdo al Cuadro 52, del análisis de varianza de la regresión lineal múltiple, se ha encontrado un $F_c = 6.26$, la probabilidad es significativo, lo cual nos indica que los factores ambientales tienen influencia directa sobre el estado de inflorescencia de los tallos de totora trasplantada y el coeficiente de determinación es de 75.8% a un error estandar de 6.29513.

CUADRO 52

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE REGRESIÓN LINEAL MÚLTIPLE PARA
INFLORESCENCIA DE TOTORA EN CHUCUITO (2009-2010)**

F. de V.	Gl	SC	CM	Fc	Prob
Regresion	3	744.33	248.11	6.26	0.028
Error	6	237.77	39.63		
Total	9	982.10			

4.3. Determinación de temperatura (°C)

En los muestreos de la temperatura del agua para las diferentes técnicas del trasplante de la totora en las áreas del experimento muestran diferencias mínimas a las condiciones del tiempo a continuación se detalla en las cuatro técnicas estudiadas:

4.3.1. Variación anual de la temperatura (°C) técnica takxataña.

En el análisis de los datos obtenidos en la técnica Takxataña muestran valores muy evidentes relacionado al medio ambiente encontrándose temperaturas altas 14.5 °C en la fecha 11 de enero y la mínima se encontró con un valor de 8.0 °C en la fecha 07 de junio del año 2010, sin embargo en las temperaturas promedios mensuales la máxima se registra con un valor de 13.3°C encontrada en el mes de febrero y la mínima se obtiene con un valor de 8.5 °C registrada en el mes de junio del año 2010, con relación a las estaciones del año el valor mas alto se estimó en la estación del verano con un promedio de 13°C y la mínima se obtuvo en la estación de invierno con un promedio de 8.8 °C y con un promedio anual de 10.6 °C. Ver Anexo 7.

4.3.2. Variación anual temperatura (°C) técnica ch'ampa.

Los resultados se obtiene de lo siguiente: los valores mas representativos de temperatura máxima es 13.8 °C se registra en la fecha 08 de marzo del año 2010 y la mínima es 8.0 °C se presentó en la fecha 14 de junio del año 2010, referente a los promedios mensuales la máxima es de 13.2°C se obtiene en el mes de febrero y la mínima es 8.45°C se obtuvo en el mes de junio del año 2010. Sin embargo en las estaciones del año la máxima se acumula en verano con un valor de 12.3 °C del año 2009 y la mínima en invierno con un valor 8.9 °C del año 2010. Ver Anexo 8.

4.3.3. Variación anual temperatura técnica cala.

En las observaciones realizadas la temperatura máxima es de 13.9 °C registradas en la fecha 15 de febrero del año 2010 y la mínima 7.8 °C en la fecha 24 de mayo del año 2010, referente a los promedios mensuales encontramos la máxima es 13.4 °C se presenta en el mes de febrero del año 2010 y la mínima es de 8.4 °C obtenido en el mes de junio, con relación a los promedios de las estaciones del año el valor máximo es 12.5 °C se obtiene en el verano y la mínima es 8.9 °C encontráda en invierno, sin embargo en las estaciones de primavera del año 2009 y otoño del año 2010 presentan valores de 10.8 y 8.9 °C. Ver Anexo 9.

4.3.4. Variación anual temperatura (°C) técnica ñoqueña.

En el análisis de los datos obtenidos de la temperatura °C durante el periodo de experimento muestra un patrón muy evidente, Ver Anexo 10. Este patrón es descrita por temperaturas máxima de 14.8 °C hallada en la fecha 28 de febrero del año 2010 y la mínima 7.9 °C registrada en la fecha 24 de mayo del año 2010, en el transcurso del experimento desde el año 2009 presenta temperaturas

con variaciones mínimas hasta el mes de noviembre y en el mes de diciembre existe un crecimiento hasta el mes de febrero luego desde el mes marzo desciende hasta temperaturas mínimas que tiene mutua relación con la temperatura ambiental. Referente a las estaciones del año presenta temperaturas con promedios la máxima 12.71 °C obtenida en verano y la mínima de 8.9 °C recopilada en invierno y analizando en las estaciones de primavera y otoño presenta con valores entre 10.4 y 10.5 °C.

En conclusión, la temperatura es un factor que influye directamente en el desarrollo de la totora, los datos obtenidos en el transcurso del experimento de las cuatro técnicas en el trasplante de la totora en los promedios anuales existe la mínima diferencia entre las técnicas de Takxataña, Ch'ampa 10.6 °C que a las técnicas de Cala, Ñuqiña de 10.7 °C, entonces tienen cierta relación con los datos de la referencia de Quispe (1997) y Dejoux e Iltis (1991), donde expresan que la temperatura superficial del lago es de 9 a 14 °C, y Aquize (2007) menciona la temperatura promedio del agua es 13 °C variando entre 11 °C en otoño e invierno y 14 °C en primavera y verano.

4.4. Determinación potencial de hidrogeniones (pH)

4.4.1. Variación anual potencial de hidrogeniones (pH) técnica takxataña.

En las concentraciones del potencial de hidrogeniones (pH) en el transcurso del experimento anual obtenida en la técnica Takxataña presenta valores entre máximas 9.2 pH determinadas en la fechas 23 de noviembre del año 2009 y 22 de marzo del año 2010 y la mínima es de 7.3 pH registrada en la fecha 28 de junio del 2010 ver Anexo 11.

Sin embargo en el comportamiento promedio mensual anual presentan concentraciones entre la máxima de 9.16 pH encontrada en el mes de marzo del año 2010 y la mínima 7.6 pH registrada en el mes de junio del 2010.

Con relación a las estaciones del año, la máxima es de 8.9 pH registrada en verano del año 2010 y la mínima es de 8.0 °C obtenida en invierno del año 2010; el papel mas importante del comportamiento del pH tiene cierta relación con las concentraciones de la temperatura del agua dado que en el interior de las profundidades del agua se desprende las concentraciones de amonio (NH_4) y de Carbonato de Calcio (Ca Co_3), sin embargo en los lugares del experimento presenta con características de substratos en estado de putrefacción.

Los cambios bruscos detallados en el comportamiento anual tienen cierta relación con los cambios estacionales y con las temperaturas ambientales, es decir en los días del sol presenta ascenso de pH y en los días nublados presenta el descenso mínima. Esto se explica por el aporte de los sedimentos mientras con la actividad fotosintética hace que el pH y con la concentración de oxígeno disuelto del agua se eleven de concentración alcalina.

4.4.2. Variación anual potencial de hidrogeniones (pH) técnica ch'ampa.

En la determinación del pH en el Anexo 11, existen variables en su comportamiento que a la técnica Takxataña, la diferencia se aprecia por las mismas características que presenta en el lugar del experimento, es decir geográficamente en el lugar presenta con un litoral lineal recta de extensión inmensa con grandes potencialidades de toda actividad.

La misma se aprecia la máxima es 9.9 pH encontrada en las fecha 09 de abril y la mínima es 6.9 pH se aprecia en la fecha 17 de mayo del año 2010, sin

embargo en el comportamiento de la concentración de pH mantiene una estrecha relaciones con los factores ambientales del lugar.

En la determinación de los promedios mensuales demuestran diferentes valores, la máxima es 9.5 pH encontrado en el mes de febrero y la mínima es 7.45 pH obtenida en el mes de junio del año 2010, que tiene una mutua relación con el comportamiento de las estaciones del año que presenta valores de pH alcalinas, debido por las mismas características de los substratos del ecosistema del lago.

4.4.3. Variación anual potencial de hidrogeniones (pH) técnica cala.

Presenta concentraciones bruscas y variables, obteniéndose el valor máxima es 9.9 pH registrada en la fecha 05 de octubre del año 2009 y la mínima es 7.5 pH obtenida en la fecha 26 de junio del año 2010, en los datos obtenidos del experimento muestra un comportamiento estratificado desde las primeras fechas de muestreo hasta el mes de mayo y relativamente existe un descenso hasta el final del experimento como se aprecia. Ver Anexo 13.

Con relación en los promedios mensuales la máxima concentración presenta con un valor 9.3 pH obtenida en el mes de octubre del año 2009 y la mínima es 7.8 pH registrada en el mes de junio del año 2010. En las determinaciones de las estaciones del año presentan con concentraciones la máxima es 9.3 pH registrada en primavera del año 2009 y la mínima es 8.0 pH se aprecia en la estación de invierno del año 2010.

El comportamiento de las concentraciones de estos valores presentan por las características geográficas del lugar que tiene amplia relación con los factores ambientales, es decir el lugar se encuentra ubicadas entre semi bahía rodeadas por medio de cerros con características de formaciones metamórficas piedra y

tierra, así mismo en el lugar del experimento dentro del agua se aprecia con abundancia de fitoplancton y zooplancton.

4.4.4. Variación anual potencial de hidrogeniones (pH) técnica ñuqiña.

En el transcurso del experimento en los parámetros analizados en las concentraciones de (pH) y en las técnicas mencionadas el comportamiento casi tienen la misma similitud que a la técnica de Cala. Ver Anexo 14, es decir las máximas concentracioneses de 9.9 pH registrado en las fechas 12 de octubre del año 2009 y 05 de abril del año 2010 y la mínima es de 7.2 se aprecia en la fecha 28 de junio del año 2010.

Con relación a los promedios mensuales la máxima concentración es de 9.4 pH encontrada en el mes de octubre del año 2009 y la mínima es de 7.5 pH se registra en el mes de junio del año 2010.

Sin embargo en las estaciones del año la mayor concentración es de 9.1 pH se presentó en la estación de verano y la mínima es 8.1 pH se aprecia en la estación de invierno, y con un promedio anual de 8.8 pH. Así mismo uno de los factores influye la alta acumulación de la especie *Chara sp.*, que contiene la alta concentración de silicatos, que impiden directamente en el lugar.

En conclusión en las cuatro técnicas analizadas relacionado con la concentración de hidrogeniones pH, muestran tendencias variables, es decir en cada una se detalla los promedios anuales es como sigue: que en las técnicas de Takxataña tiene un valor de 8.5 de pH, Ch'ampa presenta un valor de 8.7 pH, Cala se registra un valor de 8.6 pH y en Ñuqiña se obtiene 8.8 pH, con la bibliografía analizada por Goyzueta et al. (2009) menciona que el agua del lago Titicaca es ligeramente alcalino, la cual coincide con los resultados obtenidos en el presente

investigación, sin embargo en el trabajo de la investigación de Galiano (1987) expresa los valores entre 8.2 a 8.4 pH tiene cierta relación con los valores promedio anual mencionados y Wetzel (1981) señala que la alcalinidad del agua normalmente se relaciona con la cantidad y calidad de compuestos orgánicos presentes o a la presencia de hidróxidos o bicarbonatos.

4.5. Determinación oxígeno disuelto (O.D.) en ppm.

4.5.1. Variación anual oxígeno disuelto (ppm) técnica takxataña.

El oxígeno disuelto (O.D.) es el factor más importante para el desarrollo del trasplante de la totora, durante el estudio el (O.D.) presente en el agua fue regular. En el Anexo 15, se determina la alta concentración 11.4 ppm, registrada en la fecha 05 de abril del año 2010 y la mínima 4.8 ppm obtenida en la fecha 05 de octubre del año 2009 y desde esta fecha existe un incremento hasta el mes de abril y posteriormente existe un decrecimiento lento hasta el final del experimento por factores ambientales en el lugar del experimento.

En las determinaciones en los promedios mensuales la máxima de (O.D.) es 9.5 ppm se presentó en el mes de abril del año 2010 y la mínima es 5.4 ppm, se verifica en el mes de octubre del año 2010, sin embargo en el transcurso del experimento presenta con un promedio anual de 7.6 ppm. Sin embargo en las estaciones del año la máxima es 8.8 ppm obtenida en el verano y la mínima es 5.6 ppm registrada en la estación de primavera, como se puede apreciar entre estaciones no existe mucha diferencia entre otoño e invierno.

4.5.2. Variación anual oxígeno disuelto (ppm) técnica ch'ampa.

Los resultados en la técnica Ch'ampa presenta fluctuaciones variables encontrándose concentraciones alta de 11.1 ppm observada en la fecha 12 de

abril del año 2010 y la mínima 4.3 ppm registrada en la fecha 23 de noviembre del año 2009.

En las variaciones mensuales presenta diferencias notables, es decir tiene mutua relación al comportamiento del agua, con una concentración alta de 9.7 ppm obtenida en el mes de abril del año 2010 y la mínima 5.9 ppm observada en el mes de noviembre del año 2009. Sin embargo en las estaciones verano e invierno presenta promedios 9.0 a 7.5 ppm. Ver Anexo 16.

El trasplante de la totora se realizó en el litoral de la comunidad de Choquetanca del distrito de llave, presenta con presencia de oleajes, fitoplancton y zooplancton, la cual permite un comportamiento favorable para el desarrollo de las totoras y con un promedio anual de 8.3 ppm.

4.5.3. Variación anual de oxígeno disuelto (ppm) técnica cala.

Muestran valores similares que al comportamiento a la técnica Ch'ampa las concentraciones máxima es de 11.1 ppm obtenidas en la fecha 19 de abril del año 2010 y la mínima 5.3 ppm observada en la fecha 23 de junio del año 2010, la misma tiene un comportamiento con fluctuaciones heterogéneas desde la fecha inicial hasta la fecha final del experimento.

Con relación a los promedios mensuales, presentan comportamientos homogéneas como se aprecia en el Anexo 17, la máxima tiene un valor de 10.0 ppm calculada en el mes de abril del año 2010 y la mínima es de 7.4 ppm se obtiene en el mes de junio del año 2010 y en las determinaciones de las estaciones del año se obtiene la máxima es de 9.2 ppm presentada en la estación de verano y la mínima es de 7.6 ppm registrada en la estación de invierno.

Las influencias es debido por las características geográficas del lugar se encuentra ubicada en una semi bahía con presencia de oleaje y con alto contenido

de macrófitas acuáticas sumergidas en la profundidad del agua, el substrato presenta con presencia de carbonatos de calcio que tiene un color blanquecina.

4.5.4. Variación anual oxígeno disuelto (ppm) técnica ñuquiña.

En el estudio anual del desarrollo del trasplante de la totora, en la técnica Ñuquiña presenta con fluctuaciones diferentes debido que esta técnica no es recomendable, sin embargo se estima la máxima concentración es 10.2 ppm obtenida en la fecha 18 de enero del año 2010 y la mínima fue de 4.3 ppm verificada en la fecha 21 de diciembre del año 2009, con un promedio anual de 8.3 ppm. Ver Anexo 18.

En las variaciones mensuales se destaca oscilaciones variables obteniéndose la máxima 9.3 ppm registrada en el mes de enero del año 2010 y la mínima es de 7.1 ppm se aprecia en el mes de diciembre del año 2009, con relación a las estaciones del año, la máxima presenta de 8.5 ppm obtenida en la estación de verano y la mínima es de 8.0 ppm registrada en la estación de primavera con promedio anual de 8.3 ppm.

Como conclusión, de las cuatro técnicas de la concentración de oxígeno disuelto, presenta variables importantes por los factores que influyen directamente en las áreas plantadas de las técnicas mencionadas con la diferencia de las características geográficas, topográficas y batimétricas, presenta con composición de organismos productores que tiene un gran efecto positivo en el comportamiento de la producción del oxígeno disuelto del lugar y otro de los factores es de la actividad fotosintética, por la presencia de macrófitos y microalgas que se encuentra en el lugar, donde Kistritz (1988) menciona las macrófitas son productores de oxígeno disuelto, que permite el desarrollo de las plantas acuáticas mientras Dejoux e Ittis (1991) expresa que varía de 3 ppm a un máximo de 7.5

ppm y Galiano (1987) en el estudio de la productividad primaria varia de 3 ppm a un máximo de 7.5 ppm, la cual en el presente estudio no guarda cierta relación con los datos encontrados en el presente estudio.

4.6. Especies asociadas con totora

Las plantas acuáticas superiores totora (*Schoenoplectus tatora*) existentes en el ecosistema del lago Titicaca están representadas por una diversidad de plantas acuáticas denominadas fitoplanctónicas se observa muy diversificada en la zona litoral del lago que coloniza desde 0.50 m hasta una profundidad de 2.0 m conjuntamente asociada con la totora y algunas macrofitas llegan probablemente hasta 9.0 m de profundidad, comúnmente se le conoce como "llachu" que cubre varias especies de macrofitas, lo mas destacable son: *Elodea potamogeton*, *Myriophyllum elatinoides*, *Potamogeton strictus* y *Chara sp.*

4.6.1. Técnica takxataña.

En el transcurso del desarrollo de la totora en la zona del distrito de Zepita se aprecia la acumulación de especies denominado *Elodea potamogeton* y *Myriophyllum elatinoides*, son especies que se encuentran conjuntamente en el área del trasplante de la totora en una proporción aproximadamente su desarrollo se destaca desde 0.0 m hasta 1.0 m de profundidad, sin embargo la especie *Myriophyllum elatinoides* se encuentra de mayor cantidad las mismas son varadas por medio de los oleajes existentes del lugar que se presentan de menor intensidad, así mismo se puede apreciar a mayor profundidad fuera de las plantaciones de totora se aprecia la colonización de especies *Chara sp* que estas especies sus características son en forma de lijar y son las que acumulan mayor cantidad de silicato de calcio las mismas en su habitat no existe el desarrollo.

4.6.2. Técnica ch'ampa.

El trasplante de la totora para el mejoramiento del ecosistema del lago Titicaca en la zona del distrito de Ilave a nivel piloto, en el lugar se aprecia de menor intensidad de "llachus" especie mas destacado como es *Potamogeton strictus* que son extraídas de mayor profundidad del lago por la fuerza de alta intensidad de oleajes que se presentan en el lugar aproximadamente de 0.5 metros estas son varadas a la orilla del lago y en las inmediaciones del desarrollo del trasplante de la totora, debido que en el lugar los substratos son de caracterización de suelos franco arenoso.

4.6.3. Técnica cala.

En el trasplante de la totora se ha podido apreciar en el lugar, la productividad primaria la especie denominado *Potamogeton strictus* está asociada con otras especies flotantes como es *Lemna sp* se aprecia en pequeña cantidad y otras especies que se encuentra a mayor profundidad como es la *Chara sp*, debido el lugar se encuentra en la península de Chucuito del distrito de Piateria, protegido de cerros, con aguas superficiales lentas, con poca presencia de oleajes, suelos arcillosos y rico en materia orgánica. Sin embargo los trasplantes de totora no han tenido éxito probablemente se debe por la mala introducción de las plántulas al substrato del suelo.

4.6.4. Técnica ñuqña.

En el trasplante de esta técnica se puede encontrar los fitoplanctones mas abundante del lago entre ellas tenemos: *Myriophyllum elatinooides*, *Elodea potamogeton* y *Chara sp*, la misma se aprecia a diferentes profundidades se estima de 0.5 hasta 3.0 m. de profundidad, en el caso de las especies

Myriophyllum elatinooides, *Elodea potamogeton* se encuentran acumuladas en borde de la orilla del lago probablemente se debe por la sustracción por el medio de los oleajes y por la misma actividad del hombre, sin embargo se puede apreciar la inmensa cantidad de especie *Chara sp.* Conjuntamente con las plantaciones de totora de manera esta especie son los que dominan el habitat de la totora.

El estudio evaluado en cada área de trasplante de totora son variables, sin embargo Wetzel (1981) menciona el término macrófito se refiere a las formas macroscópicas de vegetación acuática y comprende a los macroalgas por ejemplo *Hidrocotile*, *Elodea*, *Myriophyllum*, *Scirpus*, *Potamogeton*. Así mismo (Margalef, 1983) expresa que la distribución de las macrófitos fija se relaciona con la profundidad del agua. Las fanerogamas generalmente no rebasan los 8 m. de profundidad, llegan hasta los 11.5 m. en el lago Titicaca y su límite se relaciona probablemente más con la presión hidrostática. Por otro parte Collot (1981) demuestra los factores que limitan el desarrollo de los totorales es cuando el nivel del agua sube, encontramos que la *Chara sp.*, coloniza nuevos espacios y cuando el nivel del agua baja empieza a replegarse a sus espacios originales, la cual perjudica su desarrollo natural y Huanacuni (2000) concluye en su trabajo sobre distanciamiento vertical (Profundidad) en las especies halladas de lo siguiente: *Myriophyllum elatinooides*, se encuentra entre profundidades de 0.46 a 1.72 m, *Elodea potamogeton*, se encuentra entre profundidades 0.93 a 2.3 m, *Potamogeton strictus*, se encuentra entre profundidades de 0.63 a 2.19 m y *Chara sp*; se encuentra entre profundidades de 1.0 a 3.78 m, con las referencias citadas se tiene cierta relación en el presente estudio.

4.7. PLAN DE CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA ACUÁTICO DE TOTORALES

INTRODUCCIÓN

Los totorales tienen un papel importante en el ecosistema del lago Titicaca que crecen en forma natural en las riberas del lago, que constituye el soporte del desbalance de soportabilidad de la Población y es aprovechada en forma indiscriminada en épocas de escasez de pastura.

En lugares circunlacustre, constituye eminentemente una fuente de alimentación para el ganado, en grandes cantidades y bajo costo, cuyo aprovechamiento se realiza en forma descontrolada por los pobladores ribereños.

La totora es un recurso natural renovable que crece en forma natural llegando a cubrir en algunas zonas grandes extensiones. Además la totora está distribuida por toda la ribera del lago Titicaca, desde Desaguadero en escasos puntos hasta la zona de la provincia de Huancané; ejerciendo una función económica en la vida del poblador de la ribera del Lago Titicaca.

En los últimos años se está viendo la desaparición de nuestros totorales por efecto de las inundaciones, sequías, mal manejo (corte excesivo), sobre pastoreo por animales como ovinos, bovinos y porcinos y por falta de capacitación, orientación a los mismos lugareños.

4.7.1. GENERALIDADES

ANTECEDENTES

La biodiversidad acuática del lago Titicaca está bajo creciente amenaza, esto es de manera general el resultado de las crecientes presiones sobre el hábitat clave que generan los totorales, las poblaciones de totora han caído considerablemente en los últimos 50 años, con algunas áreas donde se registra un decremento del más del 40 %. La diversidad entre flora y fauna acuática también se ve afectada a medida que este hábitat crítico se ve alterado y las poblaciones de algunas especies de peces nativos endémicos declinan sustancialmente; sin embargo, en el lago Titicaca la mayoría de estos cambios son el resultado de factores naturales.

ORSTOM (1991) estima las macrófitas acuáticas contribuyen a la economía de las comunidades ribereñas del lago Titicaca de la siguiente manera:

El llachu y la totora verde son la clave de la producción de leche y carne; la totora amarilla lo emplean para la realización de objetos manufacturados o artesanales.

Las totoras sirve como medio de habitad para peces y puede reproducirse los herbarios de llachu contribuyen a la productividad del lago Titicaca, las aves los patos consumen ciertas especies de macrófitas y casi todos se alimentan de artrópodos que viven en los llachus y en los totorales.

Las variaciones climatológicas extremas ocurridas durante la década del 80, se produjo sequía y excesiva precipitación en 1986, y los cambios bruscos en el nivel del lago, afectaron seriamente el ecosistema del lago Titicaca, además, la extracción indiscriminada de los recursos naturales, como es el caso de totora ha ocasionado el deterioro y la desaparición de grandes extensiones de totorales.

4.7.2. JUSTIFICACIÓN

El totoral esta conformado por un conjunto de macrophytos subacuáticos; su sistema vascular está compuesto de tallos, hojas que alcanzan en su madurez de 2 a 4 metros de altura parte de esta están en el agua y el resto es emergente; estas se originan del sistema radicular que está compuesta por raíces rizomatozas que llegan a entrecruzarse para luego conformar una gran masa radicular, denominado Quilli por los campesinos, el espesor puede alcanzar de 0.50 cm. hasta 0.90 cm. dependiendo de la edad del totoral.

El totoral constituye el hábitat de miles de aves acuático y de numerosos especies de vertebrados, en particular de peces tambien de invertebrados. Este ambiente proporciona protección no solo a los individuos adultos (aves) sino tambien durante el período de reproducción, al mismo tiempo, la vegetación, tanto flotante, sumergida, proporciona sobradamente el alimento que algunas especies necesitan.

El crecimiento rápido del nivel del lago y el movimiento del agua permite el desprendimiento de masas de totora y el rebrote de las plántulas plantadas y algunas por mala dirección técnica los cuales llegan a flotar por acción del viento son llevados a las orillas, en donde puede ser varados y pueden establecerse en el litoral mientras el nivel del agua esté alta.

En periodo de sequía, por ausencia de lluvias baja el nivel del agua y las masas de totorales en las orillas del lago quedan en un medio sin agua y por

consiguiente llegan ha desecarse o están expuestas al deterioro por parte de los animales, lo que conduce en reducir la superficie de totorales.

4.7.3. OBJETIVO GENERAL

Establecer el trasplante de totora *Schoenoplectus tatora* en el sistema hídrico del lago Titicaca.

4.7.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar trabajos de trasplante de totora en el circunlacustre del lago Titicaca.
- Realizar trabajos adecuados: manejo, explotación, evaluación, conservación y preservación.
- Promover tecnologías apropiadas con el uso de totora, como ensilado de totora, avena, llachu y otros (para vacunos) y compost para fines agrícolas.

4.7.4. IMPORTANCIA DE LA TOTORA

La totora por los pobladores campesinos tiene una función económica en las siguientes formas:

- a. Los totorales contribuyen en la productividad del lago Titicaca, es el medio de habitat natural donde se desarrollan y crecen muchas especies ictiológicas, batracios y avifauna. Por sus características ofrecen un substrato de protección para nidos, desoves y crías; lo cual ayuda a la conformación de un ecosistema natural y cumple funciones de microclima nutrición y reproducción.
- b. Los totorales del lago Titicaca tienen un valor atractivo para las poblaciones rurales y con fuente de atracción turística, al conformar bellezas escénicas y paisajísticas naturales.
- c. Como forraje son utilizados los tallos aéreos de la planta en época de invierno con mayor frecuencia; constituyendo de esta manera alimento para el ganado primordialmente en las meses de junio a enero, hasta las primeras lluvias hacen rebrotar los pastos naturales.
- d. Como en la alimentación humana son utilizados los rizomas tiernos y la parte inferior del tallo aéreo de color blanco (chullo).
- e. Los recursos naturales tanto agotables como renovables son la base de la existencia del hombre y por lo tanto deben ser aprovechados de tal forma que aseguren la vida en el presente y en el futuro.

4.7.5. MULTIPLICACIÓN DE LOS TOTORALES

La totora se propaga por semillas y por transplante de plántulas o retoños, éstos son prolongaciones de rizoma; la reproducción vegetativa mediante plántulas se realizó y se ha podido observar que a los dos meses más o menos prenden algunos retoños y al año florecen y a los dos años ocupan un área de 0.25 m² aproximadamente y pasando ese tiempo si el agua es baja en el sitio de su habitat, se llama así cuando la profundidad es menor que 1 m. entonces las plantas de totora entrelazan sus raíces y forman una especie de plataforma compacta, a esta superficie cuando es extensa se le denomina "Killes".

La totora alcanza su mayor crecimiento en épocas de lluvias entre los meses enero, febrero y marzo, épocas en que las floraciones también son mayores, generalmente los cortes de la totora se hace en los meses de agosto a setiembre, pudiéndose también en cualquier época del año, para dar lugar al nuevo crecimiento llamado retoño la totora llega a su edad madura según sea la profundidad de su hábitat.

4.7.6. RESULTADOS ESPERADOS

- De las plantaciones realizadas en un periodo de 2 a 4 años, el total se cubre denso y sostiene la mayor cantidad de aves pero al mismo tiempo es el lugar más vulnerable para la caza y recolección de huevos.
- Llevar el desarrollo a las comunidades ribereñas en el aporte socioeconómico por ejemplo con el engorde de ganados.
- De las áreas extensas repobladas por las comunidades se harán cortas de totorales en forma ordenada llevándose en metros cuadrados.
- Después de un tiempo esperado de las plantaciones llevadas evaluar continuamente las áreas trasplantadas.
- Llevar trabajos de coordinación y orientación a través de folletos y videos explicar en idioma nativo de acuerdo a la zona de trabajo.
- Con el uso de la totora eliminar la contaminación de las aguas residuales y conservar la biodiversidad del lago Titicaca.

4.7.7. META

Para cumplir las metas establecidas se ejecutarán de acuerdo al financiamiento "Siembra de totora por la Comunidad", incluyendo estudios de investigación, tecnologías, manejo, conservación y preservación.

4.7.8. ESTRATEGIAS PARA EL REPOBLAMIENTO DE TOTORA

Para trabajos de ejecución en recuperación de totorales en diferentes áreas ha repoblar se considera las siguientes estrategias:

4.7.9. ORGANIZACIONES RURALES

Las organizaciones rurales en las zonas circunlacustres pueden dividirse en comunidades y parcialidades formándose comité de totorales en asamblea comunal que es el órgano supremo de gobierno de mas alta jerarquía de la comunidad que tiene las decisiones y esta conformada por la directiva comunal que tiene la responsabilidad de administrar, cuyos miembros están conformados por un Presidente, Vicepresidente, Secretario y Tesorero; en parcialidades también tienen las mismas funciones que a la comunidad.

4.7.10. CONVENCIMIENTO

Una de las dificultades el profesional responsable tendrá capacidad, llevar reuniones de convencimiento promoviendo con idiomas aymará o quechua de acuerdo a la zona.

4.7.11. CAPACITACIÓN

La capacitación es uno de los factores más importantes para realizar el repoblamiento de totora, se realiza a través de talleres, charlas, seminarios y intercambio de experiencias de la comunidad sobre la formación de extensión por metas y proyección de videos y se explicara en idioma nativo de acuerdo a la zona.

El manejo y recuperación de los recursos naturales de la flora y fauna, solo se podrá lograr mediante la participación consciente y efectiva de todas las familias campesinas ribereñas asentadas en comunidades y parcialidades.

La capacitación de las familias campesinas tienen los siguientes propósitos: Desarrollar su potencial humano, ampliar sus conocimientos y habilidades mediante la adopción y aplicación de innovaciones tecnológicas, para la recuperación y uso

racional de la totora. Desarrollar capacidad de diagnosticar las causas que originan el deterioro de totorales y la flora y fauna, revertir las tendencias deteriorantes y fomentar el protagonismo en la solución de sus propios problemas y estimular el cambio de actitudes y valores.

4.7.12. PROMOCIÓN Y EXTENSIÓN

Consiste en la conformación de profesionales y técnicos con experiencias en conocimientos en tecnología, manejo, trasplante de totorales en comunidades campesinas y tenga la responsabilidad de asumir la conducción, asesoramiento, capacitación y la asistencia técnica.

4.7.13. MATERIAL DIDÁCTICO

Comprende que el profesional debe cumplir en difundir por medio de material didáctico, material audiovisual y difusión de programas radiales.

4.7.14. ASISTENCIA TÉCNICA

Comprende las acciones que se promueve en las comunidades campesinas, llevar reuniones comunales y por medio de asamblea, formar el comité de recuperación de totorales asumidas por los mismos comuneros y por el medio comité se lleva la organización, asistencia técnica de plantaciones, manejo y aprovechamiento de totorales.

4.7.15. CAPACITACIÓN CAMPESINA

Comprende llevar diversos eventos para realizar trabajos de recuperación, manejo, conservación y aprovechamiento de totorales como sigue:

- Motivación.
- Jornada capacitación.
- Cursillos, talleres campesinos.
- Intercambio de experiencias entre la comunidad y el promotor.

4.7.16. SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

Para el mejor manejo de la totora después de las plantaciones realizadas es muy necesario llevar el seguimiento y la evaluación en las comunidades ejecutadas de tal manera se lleva el mejoramiento del ecosistema del lago.

4.7.17. BATIMETRÍA

Consiste en realizar las mediciones de profundidad del litoral del lago y las distancias respectivas, de esta manera se llevan las técnicas adecuadas para el sistema de plantación.

4.7.18. TÉCNICAS

Generalmente después del estudio realizado de batimetría se considera las siguientes técnicas de acuerdo de la investigación llevada:

- Técnicas del Takxataña.
- Técnicas de la Ch'ampa.

4.7.19. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

Para la tecnología disponible se emplea la tecnología tradicional.

La propagación de la totora es por vía vegetativa, utilizando plántulas o vástagos que consta de rizomas y tallos, obtenidas de totorales o de los semilleros seleccionados. El proceso técnico de las plantaciones comprende lo siguiente:

4.7.20. SELECCIÓN DE ÁREAS

Las áreas se seleccionan de acuerdo que cuente con condiciones apropiadas teniendo en cuenta la profundidad adecuada y que tengan buen substrato de fondo.

4.7.21. LIMPIEZA DE MATERIAL NO COMPATIBLE

Para realizar la plantación se debe realizar una limpieza del material vegetal acuático no compatible con la totora, especialmente la *Shara sp* conocida por las comunidades como "purima" que impide el prendimiento y propagación de la totora.

4.7.22. EXTRACCIÓN DE PLÁNTULAS

Las plántulas deben contar con buenos tallos de promedio de 10 a 15 tallos y con rizomas robustos. La extracción de las plántulas se hacen con palas y depende

del tiempo condicionado, luego son transportados inmediatamente para ser transplantadas.

4.7.23. TRANSPORTE DE PLÁNTULAS

El transporte de plántulas se efectuara de acuerdo a los semilleros seleccionados por el técnico profesional; de lugares distantes se transportan a través de un vehículo y de semilleros próximos o cerca se trasladan en botes.

4.7.24. PLANTACIÓN DE SEMILLEROS

Una vez seleccionada y preparada el área de la plantación, se acondiciona las plántulas de acuerdo de la técnica establecida (estudio de batimetría) como sigue:

La plantación de totora se debe realizar antes que pase las 48 horas o antes que se reseque las plántulas extraídas, posteriormente las plántulas se colocan en hoyos preparados de acuerdo a la técnica que se acondiciona, se apisona de manera que queden fijas en el sustrato.

El sistema de plantación es a profundidades variables entre 0.0 a 1.0 metros con un distanciamiento de 2 x 2 metros entre plántulas.

En profundidades mayores de 0.5 hasta 1.80 metros se utiliza la técnica champas que tiene la tendencia de asimilar las plántulas en el sustrato.

4.7.25. MANEJO DEL TOTORAL

En el buen manejo de los totorales consiste en capacitar y organizar, de manera los comuneros conozcan sus derechos y obligaciones en el buen manejo de los totorales que consiste en lo siguiente:

- Hacer buen uso del totoral de acuerdo a nuestras necesidades
- Realizar actividades que mejoren las condiciones del totoral
- Realizar cortes por encima de los 20 cm. Para que brote rápido y fuerza.

4.7.27. PERSONAL DE APOYO

- Ingeniero Agrónomo o Biólogo.
- Técnicos Agropecuarios.

4.7.28. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Evaluación manejo, conservación e investigación	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Repoblamiento de Totorales								X	X	X		
Visita a las comunidades organización y capacitación.	X	X	X									
Tecnologías de totoras.			X									
Zonificación de los resultados en el mejoramiento del ecosistema del lago Titicaca.	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
Informes.				X	X	X	X	X	X	X	X	X

CONCLUSIONES

Cumpliendo con los objetivos obtenidos en el trabajo de investigación de los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1.- En la evaluación de las cuatro técnicas del trasplante de la totora en la restauración del ecosistema del lago Titicaca, en las variables: número de plántulas (unid), de las técnicas Takxataña y Ch'ampa, se adaptan con un porcentaje de 91.4 y 65.4% y en el análisis de substrato rico en M.O. 9.76 y 0.4%, N 0.15 y 0.03%, P 16.31 y 12.01 ppm, K 475 y 300 ppm, mientras en el análisis de la caracterización, con presencia de arena 55.39 y 87.21% y limo 36.66 y 7.88%, con relación para el análisis de varianza existe diferencia altamente significativo con un C.V. de 22.75%, la cual se recomienda para el trasplante de la totora; número de tallos rebrotados (unid), se tiene un incremento constante por unidad con promedios anual de 38,65 y 38,38 de tallos por plántulas, mientras en el análisis de varianza existe diferencia altamente significativo con un C.V. de 34.48%; altura de tallos (m), existe el crecimiento con promedios anual 1.24 y 1.21 m de tallos rebrotados, debido que en estas técnicas se adaptan con mayor densidad de rebrote en las estaciones de primavera y verano, y para análisis de varianza existe diferencia significativo para el comparativo de las cuatro técnicas con un C.V. de 28.05%; diámetro de tallos en (cm), los resultados en promedios media se tiene en Takxataña 0.88, Ch'ampa 0.87, Cala 0.82 y Ñuqiña 0.81 cm, mientras en el análisis de varianza no existe diferencia significativo con un C.V. 22.47%; estado de inflorescencia (%), existe un incremento paulatino que fluctúa entre 20 a 50% y en el análisis de varianza existe altamente diferencia significativo con un C.V. 36.92% y para la biomasa, los resultados nos muestran que en las técnicas Takxataña con 325.0, Champa con 320.0, Cala y Ñuqiña con

300.0 kg, y en el análisis de varianza no existe diferencia significativo para el comparativo de las cuatro técnicas de trasplante de totora y para el comparativo de los cuatro zonas existe diferencia significativo.

- 2.- En la evaluación de los factores ambientales (físico-químico) adecuadas en el trasplante de la totora en las cuatro técnicas como variables dependientes tenemos: el número de plántulas (und), número de tallos (und), altura de tallos (m), diámetro de tallos (cm) y estado de inflorescencia (%); y como variables independientes tenemos: los factores ambientales T°, pH, O.D., se ha analizado con modelos estadísticos de regresión lineal múltiple y como resultado en el número de plántulas, de las técnicas: Takxataña y Ch'ampa, en el análisis de varianza existen diferencias altamente significativo a un coeficiente de determinación de 75.0 y 49.7%; en el número de tallos, existen diferencias altamente significativo a un coeficiente de determinación 68.1 y 51.2%; en la altura de tallos, es altamente significativo a un coeficiente de determinación de 69.7 y 49.8%, mientras en la evaluación del diámetro de tallos en las técnicas: Takxataña, Ch'ampa y Cala, existen diferencias altamente significativo a un coeficiente de determinación de 73.0, 57.5 y 72.1% y en la evaluación del estado de inflorescencia en las técnicas Takxataña y Ch'ampa, existen diferencias altamente significativo con un coeficiente de variabilidad 73.2 y 70.0%, lo cual en las técnicas los factores ambientales influyen directamente en el desarrollo de la totora.
3. En el objetivo de la propuesta se tiene el plan de conservación sostenible para la restauración del ecosistema acuático de los totorales en el lago Titicaca, y se plantea el manejo de los recursos naturales de la totora (*Shoenoplectus tatora* Kunt Palla) en diferentes comunidades del circunlacustre del lago Titicaca.

RECOMENDACIONES

Después de haber finalizado el presente trabajo de investigación se formula las siguientes recomendaciones:

- 1.- Para conocer la realidad del comportamiento de la macrófita totora, se requiere establecer vivir en las comunidades para rescatar algunas informaciones que tienen nuestros hermanos campesinos, la cual en la actualidad no existe ningún estudio sobre el manejo adecuado de trasplante de esta especie totora.
- 2.- Promover las capacitaciones constantes con instituciones competentes sobre el manejo de los recursos naturales a los pobladores que habitan alrededor del circunlacustre del lago Titicaca, evitar el deterioro y la quema de las áreas de totorales, así mismo dentro de las áreas de los totorales existen la extracción indiscriminada por parte de los pobladores que habitan del lugar.
- 4.- Superar el trasplante de la totora en lugares de dos a más metros de profundidad del lago Titicaca, llevando investigaciones en otras técnicas adaptables en el trasplante de la totora.
- 5.- Se recomienda establecer un centro apropiado de adiestramiento para la investigación y del manejo de totorales promovido por la Escuela Post Grado de la Universidad Nacional del Altiplano e implementar convenios interinstitucionales para realizar investigaciones científicas relacionado en el manejo, producción y uso de la totora, consideradas que este recurso es el medio de la subsistencia económica del poblador que habitan en el circunlacustre del lago Titicaca.

GLOSARIO

- Ayruña.**- Trasplantar plántulas de totorales con pan de tierra.
- Gala.**- t.s. piedra, guijarro, z.- adj duro.
- Ch'ampa.**- Porción de bloque vegetal con substrato.
- Chije.**- N.C. Muhlenbrtgia peruviana. Gramineas de pastos naturales adherida al substrato de suelo
- Chilligua.**- Especie nativa científicamente denominado Festuca sp.
- Chullu.**- Lo blanco de la totora, junto a la raíz; bueno de comer y cogollo de las yervas.
- Huaru huaru.**- Camellones de tierra para la protección de la agricultura.
- Kili.**- Rizoma, desprendido de las raíces de la totora en agua.
- Llachu.**- s. bot. NC. Hidocotile sp., llachu (alga que sirve para forraje).
- Matará.**- s. una variedad de enca muy semejante a la totora.
- Matas.**- Extracción de totoras que se encuentra en peligro de secarse.
- Nuqiña.**- t.v. remar, mover los remos para adelantar la barca.
- Phala.**- Confección de soguilla mediante chilligua par fines de amarre.
- Picho.**- Cantidad de totora que puede ser cargada en los brazos.
- Qolli.**- Porciones de totora semiseco aproximadamente de una longitud de 15 cm. amarrado con chilligua.
- Queliña.**- Porción de madera en forma de palo largo que les sirve para cortar la totora.
- Qisana.**- f.s. estera de totora; estera que se pone como vela a las balsas de totora.
- Quilli.**- Totoras secas de color amarilla.
- Saka.**- Rizoma tierna de color blanco. La raíz de la totora, buena de comer.
- Saphi.**- Rizoma de totora madura. (Raiz).
- Takxataña.**- Pisar un objeto con pie y/o porción de totora con substrato. Pateando al suelo.
- Tiana.**- Confección en forma de bastón de mando de totora. Asiento de totora atada.
- Uysu.**-Herramienta que sirve para extraer porciones de substrato duro.

BIBLIOGRAFÍA

- ACADEMIA NACIONAL DE CIENCIAS DE BOLIVIA (ANCB). 2001. Contribución al Conocimiento del Sistema del lago Titicaca. "Memorias del Simposio Internacional sobre el Sistema del lago Titicaca. La Paz – Bolivia. pp 293-304.
- ALIAGA, S. 1985. Hidrología Estadística. 2da edición. Lima-Perú. pp. 310-320.
- AQUIZE, J. 2006. Lago Titicaca. Revista. Puno – Perú La Paz – Bolivia. 23 p.
- AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA DEL LAGO TITICACA (ALT). 2007. Revista. Perú-Bolivia, 13 p.
- AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA LAGO TITICACA (ALT) 2004. Plan Estratégico de Conservación de la Biodiversidad del Sistema. Documento. Perú-Bolivia 82 p.
- AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA LAGO TITICACA (ALT) 2003. "Programa de crianza de peces en hábitats de totora" Informe final. Perú-Bolivia. pp. 12-24.
- AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA LAGO TITICACA (ALT) 2000. Técnica de Reimplante de Totoras en el Ámbito Peruano del Sistema T.D.P.S. Informe Sub Contrato 21.03. Puno-Perú. 120 p.
- AVILA, A. 2001. Metodología de la Investigación. Estudios y Ediciones R.A. Lima-Perú. pp 230-237.
- BRACK, A 2004. "Recursos Naturales y Biodiversidad". En: hacia una estrategia nacional sobre desarrollo sostenible. 1 ed. Gráfico S.R.L. Lima; Perú. 63 p.
- CANALES, A. 1991. Evaluación de *Schoenoplectus tatora*, totora transplantada, en el tratamiento de aguas residuales. Tesis Ciencias Biológicas UNA, Puno, Perú. 60 p.
- CHINAPO, E. 1982. Origen y cambios en la producción y consumo en la nacionalidad Aymara: los Yanaques. IIDSA Publicación N° 2. UNTA-Puno.35 p.
- CENTRO DE DESARROLLO AMBIENTAL SOCIAL (CEDAS) 2004. "La Recuperación de los Totorales en el Desarrollo Productivo de las Familias Rurales Pobres de los Andes. Informe. Puno-Perú. pp. 11-20.
- CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE (CIRNMA) 1996. Programa de Desarrollo Sostenido de Totoras. Puno Perú. 75 p.
- CONDORI, D. 2011. Aymara Kastilla Aru Pirwa. Diccionario aimara castellano. Primera Edición. Puno – Perú. 406 p.

- CONSORCIO ANDINO DE INVESTIGACIÓN DE LA TOTORA (COANDIT) 2004. “Manejo Sustentable de la Totora” Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Diseño Diagramación y Compilación. Ibarra-Ecuador. 91 p.
- COLLOT, D. 1980. Las Macrofitas de Quelques Lacs Andins. Convenio Universidad Mayor San Andrés – ORSTOM. La Paz, Bolivia. pp. 120-130.
- DAZA, P.J. 2006. Estadística Aplicada. Primera Edición. Lima, Perú. pp. 517-554.
- DEJOUX, C. e ILTIS, A. 1991. El lago Titicaca. Co-edición de ORSTOM. Impreso en Talleres Gráficos HISBOL. La Paz Bolivia.
- DIAGNOSTICO AMBIENTAL DEL SISTEMA TITICACA-DESAGUADERO-POOPO-SALAR DE COIPASA 1996. (Sistema TDPS) Bolivia-Perú.
- FLORES, T. (Ed.) 2004. Diagnóstico y Lineamiento para avanzar hacia el Desarrollo sostenible ABDES/LIDEMA. La Paz, Bolivia. 135 p.
- FRISANCHO, S. 1996. El Lago Titicaca “Albun de Oro Puno”, Puno; Perú. 154 p.
- GABANCHO, M. 1975. La Totora Base de la Economía de la Comunidad de Chimu. Tesis mimeografiada Escuela Normal Mixta. Puno- Perú. 64 p.
- GALIANO, F. 1987. Productividad Primaria de la Totora (*Scirpus totora* Kunt) Sector Puno, Tesis Ciencias Agrarias Universidad Nacional del Altiplano. Puno; Perú. 57 p.
- GONZALES, E. 2004. “Visión sectorial del desarrollo sostenible” en hacia una estrategia nacional sobre desarrollo sostenible. 1 ed. Grafico S.R.L. Lima. pp. 86 y 87.
- GOYZUETA, G. ALFARO, R. APARICIO, M. 2009. Totorales del Lago Titicaca. Editorial edición. Puno – Perú. 325 p.
- GOYZUETA, G. ALFARO, R. APARICIO M. MORENO, E. CANALES, A. y COASACA, N. 2005. Riesgos Ambientales en el Ecosistema Lago Titicaca por el funcionamiento de la Compuerta de regulación-Río Desaguadero. *Revista de Investigación N° 05, Universidad Nacional del Altiplano*. Puno-Perú. pp. 41-49.
- GUZMAN, L. 2005, Modelamiento Espacial de Inundaciones del Lago Titicaca Utilizando el Sistema de Información Geográfica SIG para Prevención de Desastres. Puno-Perú. 210 p.
- HICKMAN, J.M. 1963. The Aymaras of Chinchera, Perú: Persistente and change in a bicultural contex. Unpubl. Ph.D. Dissertation. Cornell Univ.
- HUANACUNI, V, 2009. Evaluación factores de degradación de la totora (*Schoenoplectus tatora*) en el ecosistema del lago Titicaca, Perú. Tesis de Maestria en Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Puno-Perú. 134 p.

- HUANACUNI, V. 2000. Evaluación Descriptiva Fitosociológica de la Vegetación Acuática y Húmeda, en el Lago Titicaca. Informe. Puno; Perú. 50 p.
- HUANACUNI, V. 1996. Repoblamiento de Totora (*Schoenoplectus tatora*) en las Comunidades Circunlacustre de las Provincias El Collao, Puno y Huancané. Puno-Perú. 80 p. Manuscrito no publicado.
- IBAÑES, V. ZEA, W. PAREDEZ, R. 1998. Aplicaciones con el Sistema de Análisis Estadístico. Facultad Ingeniería Estadística e Informática U.N.A. Edición: Facultad de Ingeniería Estadística e Informática. Puno-Perú. 305 p.
- LESCANO, A. 2001. Conservación, usos y manejo de la Totora (*Schoenoplectus tatora*). La Paz – Bolivia. pp. 293-303.
- LEVIEL, D. y ORLOVE, B. in Orstom.1991. “El Lago Titicaca” pp. 509-513.
- LUDOVICO, B. 2006. VOCABULARIO DE LA LENGUA AYMARA. Ediciones El Lector 2005, 2006 San Francisco 221 Arequipa – Perú.
- MAMANI, L. 1977. Evaluación de la superficie y rendimiento de la totora (*Scirpus californicus*) en el Lago Titicaca. Tesis Ing. Agrónomo UNA. Puno, Perú. 80 p.
- MARGALEF, R. 1993. Limnología Ed. Omega S.A. Barcelona-España.
- MONTGOMERY, D. y RUNGER, G. 1996. Probabilidad y estadística aplicada a la ingeniería. Primera edición en español por McGRAW-HILL, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. México. pp. 536-590.
- MORA LEDESMA, Martín. 2004. Seminario de Investigación. Editorial Limusa S.A. 125. p.
- NORMAS A.P.A. 2007. Universidad Nacional del Altiplano. Oficina universitaria de investigación.
- NORIEGA, G 1993. Informe “Los Totorales del Lago Titicaca Estado Tecnología y Potencial” PELT. 80 p.
- ORSTOM, 1991. El Lago Titicaca “Síntesis del conocimiento limnológico actual”, Ediciones de 500 ejemplares. La Paz Bolivia, pp 120 -130.
- PLAN MAESTRO RESERVA NACIONAL DEL TITICACA (RNT) 2007. Puno-Perú. 89 p.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD) 2003. “Programa de crianza de peces en hábitats de totora” Informe final Subcontrato 21.05. Peru-Bolivia. pp. 62-85.
- PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA (PELT) 2000. Superficie y Biomasa de los Totorales en el Lago Titicaca, Puno; Perú. 60 p.

- PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA (PELT) 1993. “Evaluación de la Totora en el Perú” Puno-Perú. 156 p.
- QUISPE, J. 1997. Análisis Proximal en la Vegetación de Macrófitos Acuáticos Forrajeros de lago Titicaca-Puno. Tesis Cs. Biológicas Universidad Nacional del Altiplano Puno. Puno-Perú. 64 p.
- SIERRA, B. R. 1996. Tesis Doctorales y Trabajo de investigación Científica, Metodología General de su Elaboración y Documentación. Ed. Paraninfo. Cuarta Edición. Madrid-España. 496 p.
- ROCHA, O. SAEZ, C. 2003. Uso Pastoril en Humedales Altoandinos. WCS/GCFA/RAMSAR/FWS/DS-USA. Ed.Plural. La Paz, Bolivia. 195 p.
- REYES, M. 1988. Contenido de Nitrógeno y Fósforo en Macrófitas Litorales de la Bahía de Puno. Tesis Cs. Biológicas Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Puno-Perú. 63 p.
- TAPIA, M. 1984. Pastos naturales del Perú y Bolivia. Programa de investigación Zona Andina. IICA Publicaciones Miscelánea. Quito, Ecuador.
- TICONA, I. 1980. Determinación del cariotipo de la totora en el lago Titicaca. Tesis de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú. 70 p.
- TOMA, J. y RUBIO, D. J. 2007. Estadística Aplicada. Universidad del Pacífico. Primera edición Lima-Perú. pp. 271-287.
- KISTRITZ, R. 1989. Contaminación y el Lago Titicaca. Editorial de la University of British Columbia, Canadá.
- WETZEL, R. 1981. Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España.
- “Proyecto/docum-perú/21.11.pdf. Autoridad del Lago Titicaca (ALT) 2003 Programa de las Naciones Unidas”. Consultado octubre 2010.
<http://www.pnud.bo/biodiversidad TDPS/>
- “Proyecto de Conservación de la Biodiversidad de la Cuenca del Titicaca” 1996. Consultado diciembre 2010 [http://www.pnud.bo/biodiversidad TDPS /](http://www.pnud.bo/biodiversidad TDPS/)
- “Programa Manejo Integral de Cuencas – PROMIC.” 2002. Consultado diciembre 2010 <http://www.promic.bolivia.org/>
- “Proyecto Conservación de la Biodiversidad del Sistema TDPS. Biodiversidad Acuática y Terrestre” 1990.
http://www.pnud.bo/biodiversidad TDPS/Proyecto/docum_Perú/21.27% Flora y fauna.pdf.

- “Informes sobre la Audiencia Ambiental Realizada el 04-06-04”
<http://www.aguabolivia.org/situaciónaguax/RioMaury5%20Informes/11.htm>.
- “Conservación de la Biodiversidad Acuática por el Servicio Nacional”<http://www.lula.cl/sc/scc/biodiversidad1.html>_14Agosto2005
- “Antecedentes Respecto a la Biodiversidad Acuática en la Cuenca”http://WWW.conama.cl/rm/568/articles_30399_nor_01_04_31.PDF

ANEXOS

ANEXOS DE EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE TRASPLANTE DE TOTORA

Anexo 1. Evaluación número de plántulas por fechas.

FECHAS	TAKXATAÑA	CH'AMPA	CALA	ÑUQIÑA
2-12/Ago/09	750	750	625	625
14-Set-09	612	745	625	605
30-Set-09	612	740	619	588
15-Oct-09	612	734	590	492
30-Oct-09	605	719	550	403
15-Nov-09	600	615	545	395
30-Nov-09	597	610	540	376
15-Dic-09	595	580	521	366
30-Dic-09	592	570	506	344
14-Ene-10	580	550	460	321
30-Ene-10	560	550	450	306
14-Feb-10	560	550	423	272
28-Feb-10	560	550	430	251
14-Mar-10	560	550	425	213
30-Mar-10	560	550	420	207
15-Abr-10	560	500	412	195
30-Abr-10	560	500	402	167
15-May-10	560	500	394	110
30-May-10	560	490	389	98
15-Jun-10	560	490	350	95
30-Jun-10	560	490	330	95
14-Jul-10	560	490	312	90
30-Jul-10	560	490	305	90
15-Ago-10	560	490	305	90
29-Ago-10	560	490	305	90
Promedio	582.2	571.72	449.2	275.36

Anexo 2. Evaluación número de tallo por plántulas.

FECHAS	TAKXATAÑA	CH'AMPA	CALA	ÑUQIÑA
14-Set-09	10.2	10.6	8.9	4
30-Set-09	13.2	13.6	9.6	4.7
15-Oct-09	19.6	18.8	10.4	9.6
30-Oct-09	23.3	23.2	12.5	17.8
15-Nov-09	26.5	25.1	21.2	18.6
30-Nov-09	28.3	27.2	27.1	19
15-Dic-09	33.2	35.2	29.6	20.6
30-Dic-09	40.4	37.6	34.8	21.6
14-Ene-10	40.3	40.7	35.5	26.6
30-Ene-10	44.3	43.2	35.6	28.4
14-Feb-10	43.4	42.8	36.4	28.6
28-Feb-10	46.1	45.3	36.4	31.8
14-Mar-10	44.8	44.5	39.5	33.4
30-Mar-10	46.7	45	40	33.6
15-Abr-10	46.1	45.4	42.1	34.6
30-Abr-10	46.7	44.9	44.2	33.4
15-May-10	46.5	47.3	44.6	35
30-May-10	47.5	47	44.2	40
15-Jun-10	47.1	46.8	44.8	41.4
30-Jun-10	46.8	47.3	45.6	39.8
14-Jul-10	46.1	45.5	45.7	42.2
30-Jul-10	46.5	46.8	47.4	40
15-Ago-10	46.9	48.1	49.1	37.8
29-Ago-10	47.3	49.4	50.8	35.6
Promedio	38.6583333	38.3875	34.8333333	28.2541667

Anexo 3. Evaluación altura de tallos por plántulas en (metros).

FECHAS	TAKXATAÑA	CH'AMPA	CALA	ÑUQIÑA
14-Set-09	0.65	0.50	0.40	0.18
30-Set-09	0.67	0.51	0.45	0.38
15-Oct-09	0.80	0.72	0.50	0.40
30-Oct-09	0.90	0.80	0.65	0.50
15-Nov-09	0.95	0.87	0.70	0.60
30-Nov-09	1.13	1.10	0.75	0.72
15-Dic-09	1.18	1.15	0.90	0.81
30-Dic-09	1.22	1.18	1.12	0.90
14-Ene-10	1.25	1.20	1.15	1.10
30-Ene-10	1.27	1.25	1.18	1.15
14-Feb-10	1.30	1.32	1.20	1.18
28-Feb-10	1.32	1.33	1.22	1.20
14-Mar-10	1.35	1.32	1.19	1.22
30-Mar-10	1.40	1.42	1.25	1.30
15-Abr-10	1.42	1.44	1.30	1.32
30-Abr-10	1.43	1.42	1.30	1.35
15-May-10	1.44	1.40	1.28	1.40
30-May-10	1.46	1.50	1.30	1.35
15-Jun-10	1.45	1.48	1.31	1.36
30-Jun-10	1.44	1.46	1.32	1.37
14-Jul-10	1.45	1.46	1.32	1.35
30-Jul-10	1.46	1.47	1.33	1.36
15-Ago-10	1.48	1.47	1.31	1.36
29-Ago-10	1.49	1.48	1.33	1.38
Promedio	1.24625	1.21875	1.07333333	1.05166667

Anexo 4. Evaluación diámetro de tallos en (cm).

FECHAS	TAKXATAÑA	CH'AMPA	CALA	ÑUQIÑA
15-Dic-09	0.60	0.50	0.70	0.50
30-Dic-09	0.50	0.50	0.60	0.60
14-Ene-10	0.80	0.60	0.80	0.70
30-Ene-10	0.60	0.70	0.60	0.80
14-Feb-10	0.70	0.70	0.70	0.80
28-Feb-10	0.60	0.80	0.80	0.90
14-Mar-10	0.70	0.80	0.70	1.00
30-Mar-10	0.70	0.90	0.80	0.80
15-Abr-10	0.90	0.80	0.90	1.10
30-Abr-10	1.00	0.90	1.00	0.90
15-May-10	0.90	0.90	0.90	1.10
30-May-10	1.00	1.00	1.10	1.00
15-Jun-10	1.00	0.80	1.00	0.90
30-Jun-10	0.90	0.90	1.20	0.90
14-Jul-10	1.10	1.10	1.10	1.20
30-Jul-10	1.20	1.10	1.10	0.90
Promedio	0.825	0.8125	0.875	0.88125

Anexo 5. Evaluación estado de inflorescencia en (%).

FECHAS	TAKXATAÑA	CH'AMPA	CALA	ÑUQIÑA
15-Dic-09	20	25		
30-Dic-09	22	24		
14-Ene-10	25	20		
30-Ene-10	30	25		
14-Feb-10	35	25		
28-Feb-10	30	30		
14-Mar-10	30	32	3	3
30-Mar-10	28	30	4	4
15-Abr-10	40	42	10	8
30-Abr-10	35	45	15	10
15-May-10	45	44	15	11
30-May-10	42	45	18	12
15-Jun-10	44	45	20	20
30-Jun-10	45	48	25	22
14-Jul-10	51	52	30	31
30-Jul-10	52	53	35	32
Promedio	35.875	36.5625	17.5	15.3

Anexo 6. Evaluación de la biomasa en (Gramos).

LUGARES	TAKXATAÑA	CH'AMPA	CALA	ÑUQIÑA
Zepita	330	322	295	340
Ilave	318	288	325	335
Plateria	307	280	300	290
Chucuito	325	310	320	335
Promedio	320	300	310	325

ANEXOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES

Anexo 7. Temperatura (°C) técnica takxataña.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	10.5	10.0333333	10.3194444
21-Set-09	9.6		
30-Set-09	10.0		
05-Oct-09	9.2	10	
12-Oct-09	10.8		
19-Oct-09	9.5		
26-Oct-09	10.5		
09-Nov-09	10.7	10.925	
16-Nov-09	11.0		
23-Nov-09	10.5		
30-Nov-09	11.5		
07-Dic-09	11.0	12.05	13
14-Dic-09	12.5		
21-Dic-09	12.2		
28-Dic-09	12.5		
04-Ene-10	12.9	13.325	
11-Ene-10	14.5		
18-Ene-10	13.1		
25-Ene-10	12.8		
08-Feb-10	13.9	13.625	
15-Feb-10	13.5		
22-Feb-10	13.2		
28-Feb-10	13.9		
08-Mar-10	13.5	12.375	10.3333333
15-Mar-10	12.5		
22-Mar-10	12.0		
29-Mar-10	11.5		
05-Abr-10	10.5	9.925	
12-Abr-10	10.2		
19-Abr-10	9.5		
26-Abr-10	9.5		
03-May-10	8.9	8.7	
10-May-10	8.2		
17-May-10	8.5		
24-May-10	9.2		
07-Jun-10	8.0	8.55	8.81666667
14-Jun-10	8.5		
21-Jun-10	9.5		
28-Jun-10	8.2		
05-Jul-10	8.8	8.9	
12-Jul-10	9.1		
19-Jul-10	8.9		
26-Jul-10	8.8		
02-Ago-10	9.2	9	
09-Ago-10	8.7		
16-Ago-10	8.8		
23-Ago-10	9.3		
Promedio	10.6	10.6173611	10.6173611

Anexo 8. Temperatura (°C) técnica ch'ampa.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	10.1	10.2666667	10.6138889
21-Set-09	10.2		
30-Set-09	10.5		
05-Oct-09	10.0	10.375	
12-Oct-09	10.5		
19-Oct-09	10.8		
26-Oct-09	10.2		
09-Nov-09	11.5	11.2	
16-Nov-09	10.9		
23-Nov-09	10.6		
30-Nov-09	11.8		
07-Dic-09	11.5	11.225	12.2833333
14-Dic-09	10.5		
21-Dic-09	11.0		
28-Dic-09	11.9		
04-Ene-10	11.5	12.375	
11-Ene-10	12.0		
18-Ene-10	13.0		
25-Ene-10	13.0		
08-Feb-10	13.5	13.25	
15-Feb-10	13.5		
22-Feb-10	12.5		
28-Feb-10	13.5		
08-Mar-10	13.8	12.425	10.4416667
15-Mar-10	12.6		
22-Mar-10	12.5		
29-Mar-10	10.8		
05-Abr-10	9.9	10.075	
12-Abr-10	10.9		
19-Abr-10	10.0		
26-Abr-10	9.5		
03-May-10	10.0	8.825	
10-May-10	8.5		
17-May-10	7.9		
24-May-10	8.9		
07-Jun-10	8.5	8.45	8.90833333
14-Jun-10	8.0		
21-Jun-10	8.8		
28-Jun-10	8.5		
05-Jul-10	8.9	9.05	
12-Jul-10	9.2		
19-Jul-10	8.8		
26-Jul-10	9.3		
02-Ago-10	9.4	9.225	
09-Ago-10	9.5		
16-Ago-10	8.8		
23-Ago-10	9.2		
Promedio	10.6	10.5618056	10.5618056

Anexo 9. Temperatura (°C) técnica cala.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	10.5	10.4	10.8
21-Set-09	10.5		
0-Set-09	10.2		
05-Oct-09	10.9	10.725	
12-Oct-09	10.5		
19-Oct-09	10.5		
26-Oct-09	11.0		
09-Nov-09	10.5	11.275	
16-Nov-09	11.2		
23-Nov-09	11.5		
30-Nov-09	11.9		
07-Dic-09	12.2	11.375	12.5333333
14-Dic-09	10.8		
21-Dic-09	12.0		
28-Dic-09	10.5		
04-Ene-10	12.2	12.8	
11-Ene-10	13.5		
18-Ene-10	12.0		
25-Ene-10	13.5		
08-Feb-10	13.5	13.425	
15-Feb-10	13.9		
22-Feb-10	12.8		
28-Feb-10	13.5		
08-Mar-10	13.2	12.675	10.5083333
15-Mar-10	13.5		
22-Mar-10	12.5		
29-Mar-10	11.5		
05-Abr-10	10.8	10.35	
12-Abr-10	9.8		
19-Abr-10	10.3		
26-Abr-10	10.5		
03-May-10	9.5	8.5	
10-May-10	8.2		
17-May-10	8.5		
24-May-10	7.8		
07-Jun-10	8.2	8.4	8.91666667
14-Jun-10	8.5		
21-Jun-10	8.9		
28-Jun-10	8.0		
05-Jul-10	9.2	9.025	
12-Jul-10	8.8		
19-Jul-10	9.6		
26-Jul-10	8.5		
02-Ago-10	9.5	9.325	
09-Ago-10	8.8		
16-Ago-10	9.4		
23-Ago-10	9.6		
Promedio	10.7	10.6895833	10.6895833

Anexo 10. Temperatura (°C) técnica ñuqña.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	10.0	10.3666667	10.4472222
21-Set-09	10.5		
30-Set-09	10.6		
05-Oct-09	10.3	10.475	
12-Oct-09	10.9		
19-Oct-09	10.2		
26-Oct-09	10.5		
09-Nov-09	10.5	10.5	
16-Nov-09	10.0		
23-Nov-09	11.0		
30-Nov-09	10.5		
07-Dic-09	11.5	11.75	12.7166667
14-Dic-09	12.0		
21-Dic-09	11.0		
28-Dic-09	12.5		
04-Ene-10	10.5	12.25	
11-Ene-10	12.5		
18-Ene-10	12.8		
25-Ene-10	13.2		
08-Feb-10	13.5	14.15	
15-Feb-10	13.8		
22-Feb-10	14.5		
28-Feb-10	14.8		
08-Mar-10	13.2	12.55	10.55
15-Mar-10	13.5		
22-Mar-10	12.5		
29-Mar-10	11.0		
05-Abr-10	10.9	10.375	
12-Abr-10	10.5		
19-Abr-10	10.2		
26-Abr-10	9.9		
03-May-10	9.5	8.725	
10-May-10	9.0		
17-May-10	8.5		
24-May-10	7.9		
07-Jun-10	8.5	8.55	8.94166667
14-Jun-10	9.0		
21-Jun-10	8.5		
28-Jun-10	8.2		
05-Jul-10	8.7	9.075	
12-Jul-10	9.2		
19-Jul-10	9.5		
26-Jul-10	8.9		
02-Ago-10	8.8	9.2	
09-Ago-10	9.5		
16-Ago-10	8.9		
23-Ago-10	9.6		
Promedio	10.7	10.6638889	10.6638889

Anexo 11. Variación anual de (pH) técnica takxataña.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	8.45	8.31333333	8.59527778
21-Set-09	8.29		
30-Set-09	8.2		
05-Oct-09	8.4	8.45	
12-Oct-09	8.3		
19-Oct-09	8.5		
26-Oct-09	8.6		
09-Nov-09	8.8	9.0225	
16-Nov-09	8.9		
23-Nov-09	9.2		
30-Nov-09	9.19		
07-Dic-09	8.85	8.9825	8.915
14-Dic-09	8.8		
21-Dic-09	9.18		
28-Dic-09	9.1		
04-Ene-10	8.99	8.875	
11-Ene-10	8.78		
18-Ene-10	8.81		
25-Ene-10	8.92		
08-Feb-10	8.9	8.8875	
15-Feb-10	8.72		
22-Feb-10	8.95		
28-Feb-10	8.98		
08-Mar-10	9.1	9.16	8.46083333
15-Mar-10	9.21		
22-Mar-10	9.23		
29-Mar-10	9.1		
05-Abr-10	8.14	8.46	
12-Abr-10	8.7		
19-Abr-10	8.5		
26-Abr-10	8.5		
03-May-10	7.9	7.7625	
10-May-10	7.85		
17-May-10	7.5		
24-May-10	7.8		
07-Jun-10	7.6	7.625	8.0225
14-Jun-10	7.5		
21-Jun-10	8.1		
28-Jun-10	7.3		
05-Jul-10	7.8	8	
12-Jul-10	8.1		
19-Jul-10	7.9		
26-Jul-10	8.2		
02-Ago-10	8.27	8.4425	
09-Ago-10	8.5		
16-Ago-10	8.6		
23-Ago-10	8.4		
Promedio	8.50234043	8.49840278	8.49840278

Anexo 12. Variación anual de (pH) técnica ch'ampa.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	9.5	9.19333333	9.19361111
21-Set-09	9.1		
30-Set-09	8.98		
05-Oct-09	9.1	9.1875	
12-Oct-09	9.5		
19-Oct-09	8.95		
26-Oct-09	9.2		
09-Nov-09	8.9	9.2	
16-Nov-09	9.1		
23-Nov-09	9.6		
30-Nov-09	9.2		
07-Dic-09	8.6	9.25	9.25833333
14-Dic-09	9.5		
21-Dic-09	9.6		
28-Dic-09	9.3		
04-Ene-10	8.9	9	
11-Ene-10	8.8		
18-Ene-10	9.1		
25-Ene-10	9.2		
08-Feb-10	9.5	9.525	
15-Feb-10	9.6		
22-Feb-10	9.55		
28-Feb-10	9.45		
08-Mar-10	9.11	8.9375	8.6125
15-Mar-10	9.2		
22-Mar-10	8.54		
29-Mar-10	8.9		
05-Abr-10	8.9	9.075	
12-Abr-10	9.9		
19-Abr-10	9		
26-Abr-10	8.5		
03-May-10	9	7.825	
10-May-10	7.5		
17-May-10	6.9		
24-May-10	7.9		
07-Jun-10	7.5	7.45	7.90833333
14-Jun-10	7		
21-Jun-10	7.8		
28-Jun-10	7.5		
05-Jul-10	7.9	8.05	
12-Jul-10	8.2		
19-Jul-10	7.8		
26-Jul-10	8.3		
02-Ago-10	8.4	8.225	
09-Ago-10	8.5		
16-Ago-10	7.8		
23-Ago-10	8.2		
Promedio	8.73361702	8.74319444	8.74319444

Anexo 13. Variación anual pH técnica cala.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	8.05	8.21	8.755
21-Set-09	8.25		
30-Set-09	8.33		
05-Oct-09	9.9	9.35	
12-Oct-09	9.5		
19-Oct-09	9.5		
26-Oct-09	8.5		
09-Nov-09	8.22	8.705	
16-Nov-09	8.3		
23-Nov-09	8.6		
30-Nov-09	9.7		
07-Dic-09	8.8	9.075	9.1225
14-Dic-09	8.9		
21-Dic-09	9.1		
28-Dic-09	9.5		
04-Ene-10	8.92	9.1425	
11-Ene-10	9.15		
18-Ene-10	9.2		
25-Ene-10	9.3		
08-Feb-10	8.5	9.15	
15-Feb-10	9.5		
22-Feb-10	9.7		
28-Feb-10	8.9		
08-Mar-10	8.7	8.9	8.72916667
15-Mar-10	8.8		
22-Mar-10	8.9		
29-Mar-10	9.2		
05-Abr-10	8.9	9.125	
12-Abr-10	8.8		
19-Abr-10	9.3		
26-Abr-10	9.5		
03-May-10	8.5	8.1625	
10-May-10	7.85		
17-May-10	7.8		
24-May-10	8.5		
07-Jun-10	7.6	7.875	8.075
14-Jun-10	8.2		
21-Jun-10	7.9		
28-Jun-10	7.8		
05-Jul-10	8.2	8.025	
12-Jul-10	7.8		
19-Jul-10	8.6		
26-Jul-10	7.5		
02-Ago-10	8.5	8.325	
09-Ago-10	7.8		
16-Ago-10	8.4		
23-Ago-10	8.6		
Promedio	8.68021277	8.67041667	8.67041667

Anexo 14. Variación anual (pH) técnica ñuqiña.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	8.15	8.26333333	8.95777778
21-Set-09	8.3		
30-Set-09	8.34		
05-Oct-09	9.3	9.475	
12-Oct-09	9.9		
19-Oct-09	9.2		
26-Oct-09	9.5		
09-Nov-09	9.16	9.135	
16-Nov-09	9.19		
23-Nov-09	9.23		
30-Nov-09	8.96		
07-Dic-09	8.95	9.1025	8.98083333
14-Dic-09	9.45		
21-Dic-09	8.55		
28-Dic-09	9.46		
04-Ene-10	9.5	8.8925	
11-Ene-10	8.15		
18-Ene-10	8.8		
25-Ene-10	9.12		
08-Feb-10	9.12	8.9475	
15-Feb-10	8.64		
22-Feb-10	8.8		
28-Feb-10	9.23		
08-Mar-10	8.18	8.82	9.14333333
15-Mar-10	9.4		
22-Mar-10	9.1		
29-Mar-10	8.6		
05-Abr-10	9.9	9.375	
12-Abr-10	9.5		
19-Abr-10	9.2		
26-Abr-10	8.9		
03-May-10	8.89	9.235	
10-May-10	8.95		
17-May-10	9.5		
24-May-10	9.6		
07-Jun-10	7.5	7.55	8.1775
14-Jun-10	8		
21-Jun-10	7.5		
28-Jun-10	7.2		
05-Jul-10	7.7	8.075	
12-Jul-10	8.2		
19-Jul-10	8.5		
26-Jul-10	7.9		
02-Ago-10	9.2	8.9075	
09-Ago-10	9.03		
16-Ago-10	8.8		
23-Ago-10	8.6		
Promedio	8.82659574	8.81486111	8.81486111

Anexo 15. Oxígeno disuelto O.D. (ppm) técnica takxataña.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	5.92	5.67666667	5.62722222
21-Set-09	4.91		
30-Set-09	6.2		
05-Oct-09	4.86	5.4425	
12-Oct-09	5.43		
19-Oct-09	4.95		
26-Oct-09	6.53		
09-Nov-09	5.45	5.7625	
16-Nov-09	5.62		
23-Nov-09	5.83		
30-Nov-09	6.15		
07-Dic-09	8.85	7.0175	8.26583333
14-Dic-09	6.45		
21-Dic-09	5.95		
28-Dic-09	6.82		
04-Ene-10	8.99	8.875	
11-Ene-10	8.78		
18-Ene-10	8.81		
25-Ene-10	8.92		
08-Feb-10	9.26	8.905	
15-Feb-10	9.27		
22-Feb-10	8.95		
28-Feb-10	8.14		
08-Mar-10	6.75	8.415	8.82416667
15-Mar-10	9.21		
22-Mar-10	8.6		
29-Mar-10	9.1		
05-Abr-10	11.45	9.5275	
12-Abr-10	9.27		
19-Abr-10	8.94		
26-Abr-10	8.45		
03-May-10	8.62	8.53	
10-May-10	8.45		
17-May-10	9.25		
24-May-10	7.8		
07-Jun-10	9.45	8.3125	7.79083333
14-Jun-10	8.25		
21-Jun-10	8.1		
28-Jun-10	7.45		
05-Jul-10	7.68	7.93	
12-Jul-10	8.19		
19-Jul-10	7.62		
26-Jul-10	8.23		
02-Ago-10	8.27	7.13	
09-Ago-10	6.32		
16-Ago-10	6.52		
23-Ago-10	7.41		
Promedio	7.66851064	7.62701389	7.62701389

Anexo 16. Oxígeno disuelto O. D. (ppm) técnica ch'ampa.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	8.06	8.72	7.89
21-Set-09	9.12		
30-Set-09	8.98		
05-Oct-09	8.35	9.0175	
12-Oct-09	9.52		
19-Oct-09	8.95		
26-Oct-09	9.25		
09-Nov-09	7.42	5.9325	
16-Nov-09	5.13		
23-Nov-09	4.33		
30-Nov-09	6.85		
07-Dic-09	9.42	8.6925	8.88666667
14-Dic-09	7.49		
21-Dic-09	8.61		
28-Dic-09	9.25		
04-Ene-10	8.89	9.0025	
11-Ene-10	8.82		
18-Ene-10	9.1		
25-Ene-10	9.2		
08-Feb-10	8.63	8.965	
15-Feb-10	8.33		
22-Feb-10	9.45		
28-Feb-10	9.45		
08-Mar-10	9.22	9.4925	9.02333333
15-Mar-10	9.35		
22-Mar-10	10.45		
29-Mar-10	8.95		
05-Abr-10	10.15	9.7525	
12-Abr-10	11.12		
19-Abr-10	9.24		
26-Abr-10	8.5		
03-May-10	9	7.825	
10-May-10	7.5		
17-May-10	6.9		
24-May-10	7.9		
07-Jun-10	7.45	8.4	7.50916667
14-Jun-10	8.65		
21-Jun-10	9.15		
28-Jun-10	8.35		
05-Jul-10	7.89	7.6175	
12-Jul-10	8.35		
19-Jul-10	8.78		
26-Jul-10	5.45		
02-Ago-10	5.92	6.51	
09-Ago-10	5.02		
16-Ago-10	6.85		
23-Ago-10	8.25		
Promedio	8.31893617	8.32729167	8.32729167

Anexo 17. Oxigeno disuelto O.D. (ppm) técnica cala.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	9.38	9.02333333	8.82444444
21-Set-09	8.45		
30-Set-09	9.24		
05-Oct-09	9.86	9.5825	
12-Oct-09	10.5		
19-Oct-09	9.52		
26-Oct-09	8.45		
09-Nov-09	8.22	7.8675	
16-Nov-09	6.55		
23-Nov-09	8.05		
30-Nov-09	8.65		
07-Dic-09	10.32	9.385	9.2775
14-Dic-09	10.02		
21-Dic-09	9.12		
28-Dic-09	8.08		
04-Ene-10	8.92	9.555	
11-Ene-10	9.15		
18-Ene-10	10.05		
25-Ene-10	10.1		
08-Feb-10	8.63	8.8925	
15-Feb-10	8.34		
22-Feb-10	9.68		
28-Feb-10	8.92		
08-Mar-10	10.04	9.4225	9.255
15-Mar-10	9.58		
22-Mar-10	8.95		
29-Mar-10	9.12		
05-Abr-10	10.1	10.0825	
12-Abr-10	9.58		
19-Abr-10	11.15		
26-Abr-10	9.5		
03-May-10	8.65	8.26	
10-May-10	7.85		
17-May-10	7.82		
24-May-10	8.72		
07-Jun-10	7.69	7.46	7.58333333
14-Jun-10	8.98		
21-Jun-10	7.85		
28-Jun-10	5.32		
05-Jul-10	8.45	7.74	
12-Jul-10	7.88		
19-Jul-10	7.05		
26-Jul-10	7.58		
02-Ago-10	7.01	7.55	
09-Ago-10	6.65		
16-Ago-10	7.89		
23-Ago-10	8.65		
Promedio	8.72893617	8.73506944	8.73506944

Anexo 18. Oxígeno disuelto O.D. (ppm) técnica ñuqiña.

FECHAS	SEMANAL	PROM/MES	PROM/EST
14-Set-09	7.21	7.28666667	8.00222222
21-Set-09	7.09		
30-Set-09	7.56		
05-Oct-09	9.33	8.6575	
12-Oct-09	8.62		
19-Oct-09	7.63		
26-Oct-09	9.05		
09-Nov-09	5.65	8.0625	
16-Nov-09	9.95		
23-Nov-09	7.69		
30-Nov-09	8.96		
07-Dic-09	6.53	7.0825	8.54083333
14-Dic-09	7.95		
21-Dic-09	4.39		
28-Dic-09	9.46		
04-Ene-10	9.75	9.3175	
11-Ene-10	8.15		
18-Ene-10	10.25		
25-Ene-10	9.12		
08-Feb-10	9.12	9.2225	
15-Feb-10	9.28		
22-Feb-10	9.26		
28-Feb-10	9.23		
08-Mar-10	8.18	7.92	8.26416667
15-Mar-10	5.6		
22-Mar-10	9.25		
29-Mar-10	8.65		
05-Abr-10	6.75	7.86	
12-Abr-10	7.88		
19-Abr-10	7.91		
26-Abr-10	8.9		
03-May-10	8.89	9.0125	
10-May-10	8.95		
17-May-10	9.52		
24-May-10	8.69		
07-Jun-10	6.7	8.1375	8.36
14-Jun-10	8.98		
21-Jun-10	7.95		
28-Jun-10	8.92		
05-Jul-10	7.78	7.5675	
12-Jul-10	5.89		
19-Jul-10	8.65		
26-Jul-10	7.95		
02-Ago-10	9.85	9.375	
09-Ago-10	9.35		
16-Ago-10	9.69		
23-Ago-10	8.61		
Promedio	8.31319149	8.29180556	8.29180556

TRASPLANTE DE TOTORA EN EL ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA

TÉCNICA TAKXATAÑA



Figura 1. TRASPLANTE DE PLANTULAS TOTORA



Figura 2. RESULTADO DEL TRASPLANTE

TRASPLANTE DE TOTORA EN EL ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA

TÉCNICA CH'AMPA



Figura 3. TRASPLANTE DE PLÁNTULAS TOTORA



Figura 4. RESULTADO TÉCNICA CH'AMPA

TRASPLANTE DE TOTORA EN EL ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA

TÉCNICA CALA



Figura 5. PREPARADO DE PLÁNTULAS CON CALA

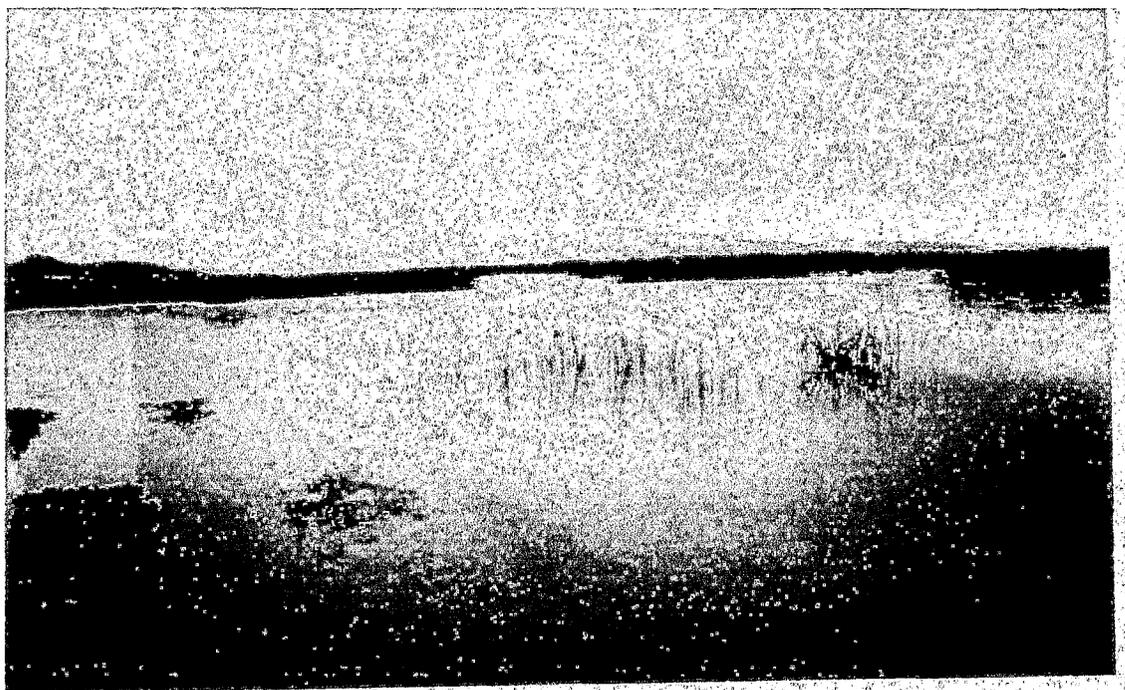


Figura 6. RESULTADO TRASPLANTE DE PLÁNTULAS TOTORA SIN ÉXITO

TRASPLANTE DE TOTORA EN EL ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA

TÉCNICA ÑUQIÑA



Figura 7. TRASPLANTE DE TOTORA CON ÑUQIÑA



Figura 8. RESULTADO SIN ÉXITO

TRASPLANTE DE TOTORA EN EL ECOSISTEMA DEL LAGO TITICACA

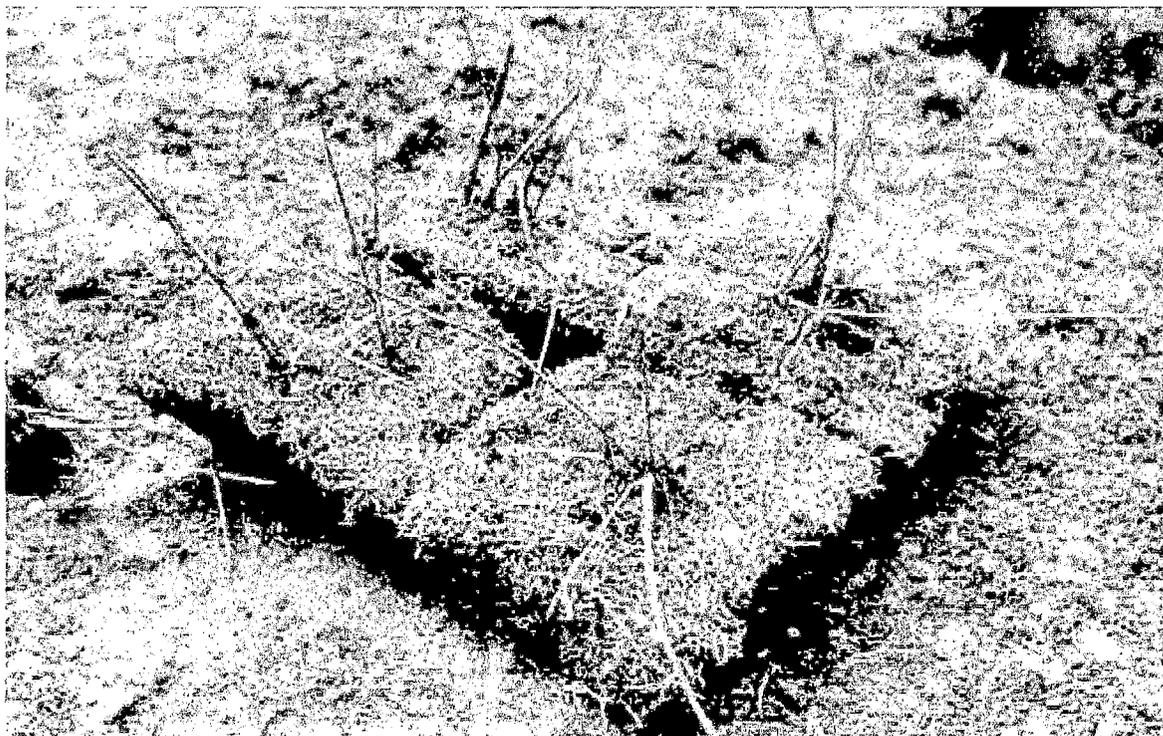


Figura 9. PREPARADO DE PLÁTULAS CON CH'AMPA



Figura 10. TOMA DE MUESTRAS DEL SUBSTRATO