

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**“RESTITUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN CAMPO DE
PASTOREO EN SUCESIÓN SECUNDARIA MEDIANTE PROPAGACIÓN
VEGETATIVA DE PASTOS DESEABLES EN INIA ILLPA-PUNO”**

TESIS

**PRESENTADA POR:
CRISTIAN MAMANI CALSINA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO
MENCIÓN: GESTION AMBIENTAL
PROMOCIÓN: 2017 - I**

**PUNO – PERÚ
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“RESTITUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN CAMPO DE PASTOREO
EN SUCESIÓN SECUNDARIA MEDIANTE PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE
PASTOS DESEABLES EN INIA ILLPA-PUNO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

CRISTIAN MAMANI CALSINA



PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

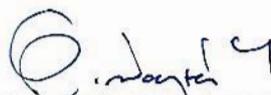
INGENIERO AGRÓNOMO

MENCIÓN: GESTION AMBIENTAL

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 06 DE SETIEMBRE DEL 2018

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

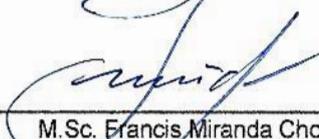
PRESIDENTE

: 
M.Sc. Julio Mayta Quispe

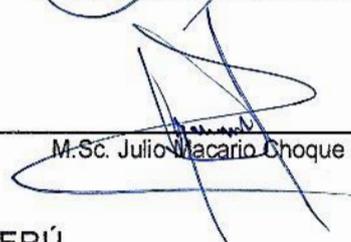
PRIMER MIEMBRO

: 
Ing. Ernesto Ingañaque Incacari

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. Francis Miranda Choque

DIRECTOR / ASESOR

: 
M.Sc. Julio Macario Choque Lázaro

PUNO – PERÚ

2018

Área: Ciencias agrícolas

Tema: Manejo de pastizales y cultivos forrajeros

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio y alcanzar mis metas trazadas.

A mis amados padres María Calsina y Damian Mamani, a mis hermanas y hermanos, por haberme formado como persona e inculcado en mí el ímpetu para salir adelante y alcanzar mis metas, creyendo en mí y apoyándose incondicionalmente. A mí enamorada Yesica por su aliento, apoyo y comprensión que me brindó.

A los ingenieros del programa pastos y forrajes del INIA y a mis amigos y compañeros, por su gran ayuda que hicieron posible la realización de esta investigación, que compartimos la formación profesional y tuvimos tantas experiencias gratas que nunca olvidaré.

AGRADECIMIENTO

Y a través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de este trabajo de investigación.

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la vida y dirigir mi camino.

Esta investigación fue ejecutada gracias al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Illpa – Puno, del área de pastos y forrajes. Financiado por el Proyecto 096 del Programa Nacional de Innovación Agraria (PNIA).

Muy especialmente quiero agradecer al Dr. Gregorio F. Argote Quispe, como patrocinador y que ha hecho posible la realización del trabajo presentado en esta memoria de tesis, por la ayuda económica brindado, a través del Proyecto 096 del Programa Nacional de Innovación Agraria, del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Gracias por la ayuda y confianza depositada en mí.

Agradezco a mi director de tesis al M.Sc. Julio M. Choque Lázaro, por la acertada orientación, el soporte y discusión crítica que me permitió un buen aprovechamiento en el trabajo realizado, y que estas tesis llegara a buen término.

A los miembros del jurado: M.Sc. Julio Mayta Quispe, M.Sc. Ernesto Ingaluque Incacari y M.Sc. Francis Miranda Choque, por su rigurosidad y comprensión en la evaluación durante la elaboración del presente estudio.

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, Facultad de Ciencias Agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica que me ha recibido con las puertas abiertas y por haberme formado como profesional.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA – Puno, quienes me brindaron sus sabias enseñanzas durante mi formación profesional.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de la presente investigación.

INDICE GENERAL**ÍNDICE DE FIGURAS****ÍNDICE DE TABLAS****ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Manejo de praderas nativas.....	15
2.2. Vegetación primaria y secundaria	15
2.3. Sucesión vegetal.....	16
2.4. Pastos naturales y la producción pecuaria	17
2.5. Factores que influyen en el desarrollo de los pastos naturales	18
2.6. Recuperación de pastizales degradados.....	20
2.7. Revegetación.....	20
2.8. Técnicas y métodos de revegetación	21
2.9. Descripción de las especies en estudio	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1. Localización del campo experimental	27
3.2. Zona Agroecológica	27
3.3. Material Experimental	27
3.4. Tratamientos en estudio	29
3.5. Elección del campo experimental	29
3.6. Características del campo experimental	30
3.7. Conducción del experimento	30
3.7.1. Clausura y cercado del campo experimental	30
3.7.2. Demarcación y apertura de hoyos.....	30
3.7.3. Del material experimental	30
3.7.4. Plantación de esquejes.....	31
3.8. Toma de muestras para caracterización del suelo	31
3.9. Observaciones de temperatura y humedad del suelo.....	31

3.10. Determinación y medición de los parámetros.....	32
3.10.1. Prendimiento, persistencia y rebrote de especies (%).....	32
3.10.2. Altura de planta de gramíneas, graminoides e hierbas (cm)	32
3.10.3. Composición florística (%).....	32
3.10.4. Cobertura vegetal (%)	34
3.10.5. Costos de producción	34
3.11. Análisis estadístico	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1. Prendimiento de esquejes, persistencia y rebrote de nueve especies en estudio.....	40
4.1.1. Prendimiento.....	40
4.1.2. Persistencia	41
4.1.3. Rebrote	42
4.2. Composición florística del campo experimental.....	48
4.2.1. Composición florística inicial.....	48
4.2.2. Composición florística de revegetación final	52
4.2.3. Cambios en la composición florística del campo de pastoreo en revegetación.....	55
4.3. Altura y cobertura vegetal de las especies en proceso de revegetación.	56
4.3.1 Altura de las especies en proceso de revegetación.	56
4.3.2 Cobertura vegetal de las especies en proceso de revegetación.	63
4.4. Costo de instalación de la propagación asexual de las especies revegetados. 65	
CONCLUSIONES.....	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	68
ANEXOS.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Temperatura ambiental y precipitación pluvial registrada.	37
Figura 2. Humedad (%) y temperatura (°C) del suelo del campo experimental.	39
Figura 3. Comportamiento de las especies de gramíneas de mayo a enero.	45
Figura 4. Comportamiento de las especies de graminoides de mayo a enero.	46
Figura 5. Comportamiento de las especies de hierbas de mayo a enero.	47
Figura 6. Comparativo entre de altura de planta de gramíneas por meses.	60
Figura 7. Comparativo de altura de planta de graminoides por meses.	61
Figura 8. Comparativo de la altura de plantas de hierbas por meses.	62
Figura 9. Muestreo de suelo para análisis en laboratorio.	88
Figura 10. Marcado de terreno para tratamientos en estudio.	88
Figura 11. Medición y apertura de hoyos para transplante.	89
Figura 12. Preparación de esquejes de <i>Festuca dolichophylla</i>	89
Figura 13. Plantación de <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	89
Figura 14. Plantación de <i>Trifolium amabile</i>	90
Figura 15. Medición de altura de planta de <i>Trifolium amabile</i>	90
Figura 16. Medición de altura de planta de <i>Alchemilla pinnata</i>	90
Figura 17. Medición de altura de <i>Festuca dolichophylla</i>	91
Figura 18. Medición de altura de <i>Poa gilgiana</i>	91
Figura 19. Medición de altura de <i>Juncus balticus</i>	92
Figura 20. Medición de altura de <i>Medicago hispida</i>	92
Figura 21. Evaluación de composición florística por método de punto cuadrático.	92
Figura 22. Certificado de análisis de suelo.	93
Figura 23. Mapa de propagación vegetativa de pastos deseables en estudio.	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución de tratamientos en estudio.	29
Tabla 2. Temperatura y precipitación de la campaña agrícola 2017– 2018.	36
Tabla 3. Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.	37
Tabla 4. Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.	38
Tabla 5. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento de esquejes con transformación a datos angulares.	40
Tabla 6. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de prendimiento de esquejes.	41
Tabla 7. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de persistencia de especies.	41
Tabla 8. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de persistencia de especies.	42
Tabla 9. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de rebrote de especies.	43
Tabla 10. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de rebrote de especies.	43
Tabla 11. Composición florística inicial del campo de pastoreo en estado de sucesión secundaria, INIA-Illpa, Puno.	49
Tabla 12. Composición florística de revegetación final del campo de pastoreo en estado de sucesión secundaria progresiva, INIA-Illpa, Puno.	53
Tabla 13. Restitución de la composición florística del campo de pastoreo en sucesión secundaria, según valor de uso (2017 – 2018).	56
Tabla 14. Análisis de varianza para altura de planta de esquejes durante el prendimiento (otoño).	57
Tabla 15. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta durante el prendimiento (otoño).	57
Tabla 16. Análisis de varianza para altura de planta de esquejes durante la persistencia (invierno).	58
Tabla 17. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta durante la persistencia (invierno).	58
Tabla 18. Análisis de varianza para altura de planta durante el rebrote (primavera). ...	59

Tabla 19. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta de durante el rebrote (primavera).	59
Tabla 20. Cobertura vegetal inicial por valor de uso del campo experimental.	63
Tabla 21. Cobertura vegetal de revegetación final por valor de uso del campo experimental.....	64
Tabla 22. Costo total de plantación de esquejes de las especies nativas.	65
Tabla 23. Datos de temperatura del suelo del área experimental.	75
Tabla 24. Datos de humedad del suelo del área experimental.	75
Tabla 25. Datos de porcentaje por etapa de las especies en estudio.....	76
Tabla 26. Datos transformados de porcentaje por etapa de las especies en estudio.....	77
Tabla 27. Datos de altura de planta por etapa de las especies en estudio.	78
Tabla 28. Costos de plantación de esquejes de <i>Festuca dolichophylla</i>	79
Tabla 29. Costos de plantación de esquejes de <i>Poa gilgiana</i>	80
Tabla 30. Costos de plantación de esquejes de <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	81
Tabla 31. Costos de plantación de esquejes de <i>Carex</i> sp.	82
Tabla 32. Costos de plantación de esquejes de <i>Carex equadorica</i>	83
Tabla 33. Costos de plantación de esquejes de <i>Juncus balticus</i>	84
Tabla 34. Costos de plantación de esquejes de <i>Trifolium amabile</i>	85
Tabla 35. Costos de plantación de esquejes de <i>Medicago hispida</i>	86
Tabla 36. Costos de plantación de pasto nativo <i>Alchemilla pinnata</i>	87

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

C.V. = Coeficiente de variación

C.M.= Cuadrados medios

F.V. = Fuente de variabilidad

Fc = F calculada

Ft = F tabular

n.s. = No significativo

S.C. = Suma de cuadrados

Fedo = *Festuca dolichophylla*

Pogi = *Poa gilgiana*

Mufa = *Muhlenbergia fastigiata*

Casp = *Carex sp*

Caeq = *Carex equadorica*

Juba = *Juncus balticus*

Tram = *Trifolium amabile*

Mehi = *Medicago hispida*

Alpi = *Alchemilla pinnata*

% = Porcentaje

* = Es significativo

** = Es altamente significativo

RESUMEN

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agraria Illpa del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, ubicado a 3818 msnm, distrito de Paucarcolla, provincia y departamento de Puno. Con el objetivo de determinar la influencia de la clausura y plantación de los esqueje de especies de pastos nativos deseables en campo de pastoreo en la restitución de su composición florística y cobertura vegetal, que se realizó de febrero de 2017 a enero del 2018; con una duración de un año de evaluación de las variables de respuesta; para lo cual se utilizó el diseño bloques completos alzar. Los resultados obtenidos fueron: El mayor porcentaje de prendimiento, persistencia, rebrote se logró con la especie *Festuca dolichophylla* 99.67%, 92.97% y 98.23%, seguido de *Poa gilgiana* 95%, 90.60% y 96.30%, respectivamente. En la composición florística inicial se encontró 12% de especies deseables, 15.66% de especies poco deseables y 10.33% de especies indeseables; mientras la clausura y plantación incremento la composición florística final a 17.70% de especies deseables, disminución a 12.26% de especies poco deseables e incremento de especies indeseables a 19.1%, sin valor forrajero disminuyo 23% y el aporte de la plantación es de 28%. En la revegetación; *Medicago hispida* obtuvo 59.67% de presencia, seguido de *Alchemilla pinnata* con 38.67% y *Trifolium amabile* con 33.0%; que superaron a las demás especies estudiados. La altura de planta demuestra que *Medicago hispida* alcanzo 29.40 cm, seguido de *Poa gilgiana* con 28.53cm, durante la fase de prendimiento; en la fase de persistencia la especie *Poa gilgiana* alcanzo 18.87 cm y *Medicago hispida* 6.37 cm y en la fase de rebrote; *Festuca dolichophylla* tuvo 24.00 cm, seguido de *Poa gilgiana* 22.43 cm. En lo que respecta a la estimación de costo de plantación por hectárea, de especies de pastos nativos, las gramíneas altas (*Festuca dolichophylla* y *Poa gilgiana*) obtuvieron un costo total de S/. 7010.2, que superaron a las demás especies estudiados.

Palabras clave: Propagación, Vegetativa, Esquejes, Pastos nativos, sucesión.

ABSTRACT

The study was carried out in the Estacion Experimental Agraria Illpa of the Instituto Nacional de Innovacion Agraria - INIA, located at 3818 meters above sea level, district of Paucarcolla, province and department of Puno. With the objective of determining the influence of the closure and planting of the cuttings of desirable native grass species in the grazing field in the restitution of floristic composition and plant cover, which was carried out from February 2017 to January; with a duration of one year of evaluation of the response variables; for which the experimental design of Completely Randomized Block was used. The results obtained were: The highest percentage of capture, persistence, regrowth was achieved with the species *Festuca dolichophylla* 99.67%, 92.97% and 98.23%, followed by *Poa gilgiana* 95%, 90.60% and 96.30%, respectively. In the initial floristic composition, 12% of desirable species were found, 15.66% of undesirable species, 10.33% of undesirable species and no forage value 62%; while the closure and planting increase the final floristic composition to 17.70% of desirable species, decrease to 12.26% of undesirable species and increase of undesirable species to 19.1%, without forage value decreased 23% and the contribution of the plantation is 28 %. In revegetation; *Medicago hispida* obtained 59.67% of presence, followed by *Alchemilla pinnata* with 38.67% and *Trifolium amabile* with 33.0%; that outperformed the other species studied. The height of the plant shows that *Medicago hispida* reached 29.40 cm, followed by *Poa gilgiana* with 28.53 cm, during the capture phase; in the persistence phase the *Poa gilgiana* species reached 18.87 cm and *Medicago hispida* 6.37 cm and in the regrowth phase; *Festuca dolichophylla* had 24.00 cm, followed by *Poa gilgiana* 22.43 cm. With regard to the estimate of plantation cost per hectare of native grass species, the tall grasses (*Festuca dolichophylla* and *Poa gilgiana*) obtained a total cost of S / . 7010.2, which exceeded the other species studied.

Keywords: Propagation, Vegetative, Cuttings, Native pastures, succession.

I. INTRODUCCIÓN

Las praderas nativas del altiplano de Puno, están en franco proceso de degradación causado por el sobre pastoreo, desertificación por la ampliación de la frontera agrícola y finalmente por la disminución de la producción forrajera para la alimentación de la ganadería; situación que conlleva a una disponibilidad insuficiente de pastos en cantidad y calidad nutritiva. Existe escasa información sobre la propagación asexual de pastos nativos mediante técnicas de revegetación utilizando esquejes de especies deseables en campos de cultivos abandonados, creando problemas de desertificación, erosión del suelo y aparición de malezas. Para acelerar los procesos de sucesión secundaria se propone realizar el presente trabajo de investigación en campos de pastoreo en sucesión secundaria, del altiplano de Puno.

La degradación de los pastos naturales de los andes peruanos es un problema crítico, ya que son el hábitat y la principal fuente de alimento del 98% de ovinos, el 80% de vacunos y el 100% de alpacas, llamas y vicuñas donde, aproximadamente un 62% de los pastizales peruanos se encuentran en condición pobre a muy pobre debido a la sobreexplotación causada por un mal manejo de los pastizales (Flores, 1996; Ventura, 2003). Las perturbaciones causadas por el hombre, como el sobrepastoreo, excesiva carga animal, presión de pastoreo inadecuada y el cambio climático incrementa la frecuencia e intensidad de eventos extremos como la disminución de precipitaciones, intensidad de sequías, de esta forma aceleran el proceso de degradación (McNaughton *et al.*, 1989).

Además, la degradación de los pastizales es evidenciada por el cambio perjudicial de las características de la vegetación y la función hídrica, principalmente en la reducción de la cobertura vegetal, la desaparición de las especies botánicas claves y la disminución de la materia orgánica, la tasa de infiltración y el estatus de humedad del suelo (Whitford, 1995). El deterioro de la condición de los pastizales tiene un impacto negativo en el valor, servicios y beneficios ambientales que brindan estos ecosistemas (Petersen & Stringham, 2008). Frente a este panorama existe preocupación por llevar a la práctica estrategias de mejora de pastizales que resulten viables para la rehabilitación de ecosistemas degradados desde el punto de vista económico y ecológico, con la finalidad de agregar sostenibilidad a los sistemas de producción pecuarios, pues cuando

la condición y productividad del pastizal se mejora, se incrementa la estabilidad y resistencia de los ecosistemas a las perturbaciones (Krogh *et al.*, 2002).

Rehabilitar un pastizal significa elevar su condición, productividad y capacidad de carga, para lo cual los manejadores de pastizales hacen uso de las estrategias de mejora de la condición que pueden ser clasificadas en: extensivas e intensivas, en función a criterios como el nivel de riesgo, costo de inversión, nivel de producción, rentabilidad y nivel de tecnología (Herbel, 1983).

La revegetación con semillas o material vegetativo de especies nativas claves son prácticas de mejora para recuperar pastizales degradados (Flores, 1996). Sin embargo, en el Perú no se cuenta con información científica acerca de su efectividad en la restauración de los ecosistemas de pastizal degradados, bajo las condiciones ambientales de la Puna (Call & Roundy, 1991; Krogh *et al.*, 2002) y debido a la situación actual de los pastizales, además de la importancia socioeconómica de la actividad pecuaria, se consideró importante y necesario realizar el estudio de revegetación con la plantación de especies nativas deseables.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Determinar la influencia de la plantación de los esquejes de nueve especies de pastos nativos deseables en campo de pastoreo para la restitución de la composición florística y cobertura vegetal. Bajo los siguientes:

Objetivos específicos:

- 1: Determinar el porcentaje de prendimiento de esquejes y persistencia de gramíneas, gramínoideas e hierbas de nueve especies deseables.
- 2: Determinar la composición florística inicial y composición de revegetación final en campo de cultivo abandonado.
- 3: Determinar la altura y cobertura vegetal de las especies deseables en proceso de revegetación y
- 4: Estimar el costo de producción de la propagación asexual de las especies deseables.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Manejo de praderas nativas

La pradera es un área en el cual el clímax (potencial natural) de la comunidad de plantas presentes está compuesto principalmente de gramíneas, graminoides (Cyperaceas, Juncaceas, etc.); hierbas y arbustos, además las praderas incluyen: las praderas nativas altoandinas, las sabanas y aquellas áreas de mal drenaje, pero con vegetación que puede pastorearse. (Flórez et al, 1992) define, que un sistema manejado puede producir más peso seco de material vegetal y frecuentemente proporciona una dieta más completa para satisfacer los requerimientos nutricionales de los consumidores que el ecosistema nativo.

2.2. Vegetación primaria y secundaria

El termino de vegetación primaria y vegetación secundaria esta aplicado a ecosistemas de bosques de los trópicos del mundo, donde se realiza la medición de la degradación de los bosques (FAO, 2009).

La vegetación primaria se define como la vegetación que conserva en su mayoría, su condición de densidad, cobertura y número de especies del ecosistema original (FAO, 2009); sujeto a un intenso régimen de perturbaciones tanto por factores naturales como por las actividades humanas que se han convertido en el principal motor de cambio, causando diferentes niveles de impacto, desde la eliminación completa de la vegetación natural con fines agrícolas, pecuarios y asentamientos humanos (Zamora et al., 2018).

La vegetación secundaria se define como la vegetación presente donde hubo la sustitución total o parcial de la comunidad de vegetación original, ya sea por algún cambio de uso del suelo o por causas naturales o inducidas, donde actualmente es evidente la recuperación de la comunidad vegetal (FAO, 2009).

Esta vegetación se desarrolla a partir de la alteración de la vegetación primaria (Kern, 1996 citado por Zamora et al., 2018), con cambios en la composición florística y la estructura que puedan variar en función del tiempo de abandono y la extensión de la perturbación (Zamora et al., 2018).

2.3. Sucesión vegetal

La sucesión es un proceso normal en la naturaleza cuyo resultado es la lucha continua entre varias especies para adaptarse y obtener alimento, luz, espacio, nutrientes y otros recursos (Miller, 1994)

En la zona alto andina es común observar en las rocas expuestas que están parcialmente cubiertas por líquenes de costra o también se ha iniciado a partir de cuerpos de agua como lagunas, lagos, pantanos, etc. que pasan miles de años desde que se han iniciado los procesos de sucesión del suelo y la vegetación, dando origen a las formaciones vegetales que hoy disponemos como recursos naturales. Muchos de estos procesos han llegado a su clímax (el bosque), como también algunos están detenidos en algún etapa seral, por efecto de algún factor del medio, llámese topografía, edáfico, pírico, biótico, etc. (Flórez et al., 1992).

Sucesión primaria

Las formas de sucesión primaria han sido muy variadas, dependiendo de las áreas desnudas donde se han iniciado los procesos de sucesión. Estas áreas desnudas pueden ser Húmedas (Hidroseres), secas como un área rocosa (xéroseres) y un área intermedia en humedad (Mesoseres). La sucesión primaria implica el desarrollo de comunidades bióticas en un área que no tiene suelo verdadero (Miller, 1994). Es cierto que a medida que una sucesión primaria avanza, la dominancia cambia inicialmente de plantas que se encuentran abajo en la escala fitogenética, a plantas más grandes y más evolucionadas; es decir, a los musgos le siguen las plantas herbáceas a esto los arbustos y por último se establecen los árboles, si el clima y el material parental lo permiten. Tal es el caso de la pradera nativa que puede considerarse como clímax, pero no climático, sino más bien topográfico, biótico, edáfico, etc., según sea la causa que detuvo la sucesión. (Flórez et al, 1992).

Sucesión secundaria

La sucesión secundarias, es el proceso que se inicia con la destrucción o remoción de la vegetación preexistente (sucesión primaria) (Miller, 1994), por acción de quemaduras continuas, terrenos agrícolas abandonados, sobrepastoreo, y tierras que han sido inundadas naturalmente pero que queda algo de suelo o sedimento (Flórez et al., 1992, Odum, 1986). En la región altoandinas los pastos naturales son destruidos para el cultivo de papa, quinua, cebada, avena entre otras; pero por su baja fertilidad del suelo y

del clima, estos campos son abandonados y una sucesión secundaria comienza. (Flórez et al, 1992).

Sucesión secundaria en campos de cultivo abandonado

En la región altoandinas es común observar que áreas de pastos naturales son destruidas para dedicarlas al cultivo de papa, quinua, cebada, etc. Después de unos años, por los bajos rendimientos por la baja fertilidad del suelo y del clima, estos campos se abandonan y una sucesión secundaria comienza. Usualmente dos o más años destruyen todos los vestigios de la vegetación natural preexistente y crea un hábitat favorable no solamente para plantas cultivadas, sino también para las malezas, especialmente del tipo anual. Es así que la rapidez con que la sucesión avanza depende de una serie de factores dependientes del suelo y el clima. (Flórez et al, 1992).

Sucesión secundaria por pastoreo

Muchos cambios, tanto en el suelo como en las condiciones microclimáticas del pastizal, se producen por el pastoreo intensivo, y estos cambios ambientales usualmente permiten a otras especies ganar terreno dentro del área. A las plantas que incrementan su dominancia se les llama acrecentantes, en cambio a las plantas que fueron afectadas por el sobrepastoreo, se les llama decrecientes y aquellas que entran al ecosistema por los cambios producidos, se denomina invasoras. A medida que la vegetación se altera, cambios en compactación del suelo, baja fertilidad, incremento de la erosión, paralelamente a los cambios en el abastecimiento de nutrientes por los animales de pastoreo: estos cambios negativos es lo que se llama retrogresión (Flórez et al, 1992).

2.4. Pastos naturales y la producción pecuaria

Los pastos naturales son la mayor fuente de alimentación de la ganadería, actividad principal de las familias que habitan en zonas de alta montaña, y que genera gran parte de los ingresos económicos. Debido a que los pastos naturales de la sierra alimentan al 73% del ganado vacuno, al 94% de ovinos y al 100% de las alpacas (Mamani *et al*, 2012). Además los pastos naturales contribuyen a una mejor disponibilidad de agua en las cuencas hidrográficas, conservación del suelo, incremento de la infiltración del agua y la disminución de la erosión (Alejo *et al*, 2014).

Los pastos naturales y el cambio climático tienen una relación directa con la adaptación y mitigación del cambio climático, debido a que el carbono captado por los pastos naturales y añadido al suelo mejora la capacidad de retención del agua y con ello su capacidad para resistir las sequías. Los pastos naturales albergan una gran biodiversidad, ligeramente inferior al de los bosques, lo que disminuye la vulnerabilidad del ecosistema de la pradera natural, conformada por especies de animales, plantas y de microorganismos que residen en las tierras de pastoreo. Los pastos naturales y el buen uso de la tierra ayudan a minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero a través del almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa (Alejo *et al*, 2014).

2.5. Factores que influyen en el desarrollo de los pastos naturales

2.5.1. Climatológicos

El clima es un promedio de las condiciones atmosféricas y tiene gran influencia en el desarrollo de los pastos y referidos al estado atmosférico y meteorológico que ocurre día a día y comprende variables como precipitación, humedad, radiación, temperatura y viento.

La radiación solar, interviene en el desarrollo de los pastos naturales, es consecuencia del proceso de fotosíntesis, a través del cual las plantas absorben energía solar y la convierten en energía química, que se almacenan en los tejidos vegetales en forma de carbohidratos. Mientras que las variaciones en el régimen y temporalidad de la precipitación denominada también lluvia afecta directamente la producción de pastos naturales.

La Humedad atmosférica, es el vapor de agua presente en la atmosfera, la productividad de los pastizales aumenta con el incremento de la humedad atmosférica, una deficiencia hídrica en el ambiente provoca un cierre de estomas, y por lo tanto una disminución en la entrada de CO₂ que es el compuesto necesario para la fotosíntesis. Por otro lado el dióxido de carbono (CO₂), es un gas cuyas moléculas están compuestas por átomos de oxígeno y de carbono. La disponibilidad del CO₂ y el nivel hídrico, son factores que condicionan la eficiencia del proceso de la fotosíntesis y por lo tanto el desarrollo de los pastos.

La temperatura y evaporación, ambos factores influyen en el desarrollo de los pastos naturales. En las zonas de alta montaña las variaciones de temperatura son extremas, la humedad del ambiente es baja. El incremento de la temperatura produce mayor evapotranspiración y por consiguiente mayor necesidad de agua para la pradera natural y el ecosistema, y la disminución de la temperatura ocasiona la presencia de heladas que mengua el crecimiento de pastos naturales.

El viento es la corriente de aire que se produce en la atmosfera al variar la presión, es un factor limitante en algunas áreas y bajo ciertas condiciones, en praderas alto andinas, el viento se puede constituir en un factor de estrés por el incremento de la evapotranspiración (Alejo *et al*, 2014).

2.5.2. Fisiográficos y edáficos

Los factores fisiográficos están referidos a atributos tales como la topografía, exposición, altitud, grado de pendiente y otros que modifican la superficie del suelo. Así por ejemplo, los terrenos planos están más expuestos a la incidencia de heladas y vientos, limitando el desarrollo de los pastos. Los factores edáficos están relacionados con la textura, estructura, profundidad y composición química del suelo. Así por ejemplo, los suelos de textura franco arenosa, con buena profundidad, alto porcentaje de materia orgánica permiten un buen desarrollo de los pastos naturales (Alejo *et al*, 2014).

2.5.3. Bióticos

Los factores bióticos hacen referencia a los organismos micro y organismos intermedios que influyen en la fertilidad del suelo. Así los microorganismos (hongos o bacterias degradadores de la celulosa), degradan y reorganizan la materia orgánica de las plantas y animales. Los organismos intermedios (lombrices de tierra, termitas y hormigas) causan un impacto físico mayor en el suelo mediante su transporte, construcción de estructuras agregadas y formación de poros, influyendo en el ciclo de nutrientes. Las prácticas antrópicas en las praderas naturales, influyen en los factores bióticos; así el uso racional y la resiembra de pastos naturales inciden positivamente y prácticas como la quema y sobrepastoreo inciden negativamente en la proliferación de micro y organismos intermedios, consecuentemente en el desarrollo de los pastos naturales.

2.6. Recuperación de pastizales degradados

La recuperación o rehabilitación de un pastizal consiste en la restitución de su capacidad productiva por unidad de área y por animal, hasta alcanzar grados ecológicos y económicos aceptables (Spain y Gualdrón 1991), de ahí que el momento de aplicar alguna labor de recuperación del pastizal, se debe tener en cuenta que las especies deseables tengan una aceptable composición botánica (García, 2015).

Los objetivos de la recuperación de pastizal degradados según Spain y Gualdrón (1991) son los siguientes: crear un sistema estable de producción de pastos y forrajes, eliminar del sistema ecológico las especies indeseables que compiten por un nicho ecológico con las especies nativas, aumentar la protección del suelo ante la erosión, restaurar el vigor, la calidad y la productividad del pastizal e incrementar las poblaciones de las especies deseables, de modo que sean ellas las que predominen en el ecosistema. El uso excesivo por medio del pastoreo de los campos de pastizales ha llevado a la pérdida progresiva de la productividad secundaria y la diversidad en los pastizales, por lo cual, los pastizales degradados no pueden volver a su estado original. Incluso cuando están descansando durante décadas (Westoby *et al.*, 1989).

La probabilidad de revertir el cambio inducido por el pastoreo puede ser inversamente proporcional a la cantidad de perturbaciones involucradas en la transición. Su estudio destaca la necesidad de reconocer y tratar la degradación antes de tiempo porque los insumos y costos de administración aumentan según la etapa de degradación, la cual se da de forma gradual en las tierras de pastoreo áridas o semiáridas, se muestra síntomas que describen el estado de los conjuntos de plantas, por lo cual es necesario tener opciones de manejo para mejorar la condición del sistema y revertir la degradación (García, 2015)

2.7. Revegetación

Se entiende por revegetación a la implantación de una cobertura vegetal, y su fin primordial es el control de la erosión (Morgan y Rickson, 1995; López-Jimeno, 2002). Esta ha sido definida de diferentes formas: “práctica ecológica-forestal, que consiste en devolver el equilibrio o restaurar la cubierta vegetal de una zona donde estas formaciones vegetales están degradadas o alteradas, en todos o en alguno de los componentes” (López-Encina y Simón-Pérez, 2001); “Establecimiento artificial de

vegetación en un terreno apto para ello” o “conjunto de actividades tendientes a restablecer la cubierta vegetal de un sitio en particular”.

2.8. Técnicas y métodos de revegetación

Las prácticas de mejoramiento de praderas pueden clasificarse como extensivas e intensivas. Las estrategias intensivas se definen como aquellas actividades realizadas para el mejoramiento del pastizal y que requieren un ingreso extra de energía al sistema de producción animal (Briske y Heitschmidt, 1991); entre las cuales tenemos a la revegetación. La aplicación de las estrategias intensivas se realiza donde el potencial del suelo es alto, los riesgos climáticos son bajos y las tasas de crecimiento son altas, dando crédito a la mejora de la comunidad vegetal (Flores, 1996).

Herbel (1983) estimó incrementos de productividad en ecosistemas de pastizales en un 800% como resultado de la aplicación de la estrategia de revegetación, ya que con esta técnica incrementamos la cobertura vegetal evitando que se continúe el proceso de degradación. Otro beneficio es el aporte de mantillo como materia orgánica, también disminuye la evapotranspiración protegiendo la superficie del suelo de la pérdida de agua. La parte radicular disminuirá la compactación al extender las raíces, mejorando la estructura del suelo y la aireación que beneficiará el ingreso de agua al suelo e incrementará los macroporos mejorando la aireación. Esto también aumentará la presencia de microorganismos que se encargan de restablecer el ciclaje de nutrientes, con lo cual la fertilidad del suelo será restablecido y finalmente se mejorará la condición del área revegetada (García, 2015)

La revegetación se debe realizar cuando las especies deseables ocupan menor al 30% de la cobertura vegetal y con plantas nativas, que pueden ser establecidas por la revegetación natural de un sitio ya sea por siembra o la plantación por esquejes de la especie elegida. Los factores predominantes para el éxito del establecimiento es la suficiente humedad del suelo y la competencia con malezas sea mínima y no representen una amenaza. Uno de los requisitos para la implementación de la revegetación es la presencia de la especie a revegetar en el sitio degradado, ya que está adaptada y tiene un proceso de recuperación más rápido, además de evitar la erosión. Los mejores resultados se obtienen de la combinación de la plantación y siembra de las especies nativas (Buckner, 2010).

Revegetación por semillas

La siembra es una de las técnicas más usadas para el establecimiento de las plantas nativas debido al menor costo de inversión y la facilidad de trabajo ya que se realiza por siembra al voleo. La variabilidad de los suelos, así como la elevación y exposición geográfica tienen gran importancia para el establecimiento de las semillas germinadas, mientras que el establecimiento de las plantas sembradas puede tener mayor dificultad, por lo que se observan resultados significativos a partir de 3 a 5 años. La siembra se debe realizar en determinadas épocas del año, las cuales sean beneficiosas para la germinación y establecimiento de la especie nativa (Horton, 1989).

Al realizar una siembra en condiciones de secano, la temporada de siembra debe ser elegida para tomar ventaja de la humedad natural, ya que la germinación de las plantas está influenciada por la temperatura y la precipitación (García, 2015).

Existen diferentes métodos de siembra, los cuales dependerán de la accesibilidad del sitio, el terreno, y el tiempo disponible para la siembra. El método más utilizado es la siembra al voleo, en el cual se debe hacer una adecuada preparación del suelo y además se puede aplicar en pendientes empinadas y en terrenos inaccesibles, pues al aplicar este tipo de siembra se tendrá una cobertura mayor del suelo a diferencia de una siembra por surcos. La siembra al voleo requiere el doble o triple de la dosis de siembra por perforación y necesita una adecuada calibración para proporcionar una cobertura uniforme con el fin de evitar una elevada densidad de plantas y también la competencia entre las especies sembradas (Buckner, 2010).

La revegetación por siembra de semillas tiene ciertas desventajas ya que depende de muchos factores como la humedad, textura del suelo, el sitio donde cae la semilla, pues se han observado casos en los cuales la semilla cae en áreas donde no ingresa la luz, sin disponibilidad de nutrientes y diferente grado de compactación afectando la disponibilidad de humedad y oxígeno a la semilla. Otra desventaja en el Perú es la ausencia de un banco de semillas de pastizales naturales, ya que no se practica la cultura de recolectar semillas de pastos naturales y clasificarlos según su capacidad de germinación, por lo cual, la revegetación por medio de la siembra no es una alternativa fácil de implementar en los suelos andinos. Además que la germinación natural en los pastizales se ve afectada por el suelo degradado. Un punto crítico para la recolección de

semillas debe ser un sitio cercano al área degradada, para así evitar zonas donde se tenga invasión de malezas, se debe coleccionar semillas maduras de por lo menos 30-50% de las plantas saludables y vigorosas, sin embargo esto no garantiza que las semillas sean viables, ya que no siempre se tiene la distribución adecuada de nutrientes para que la semilla y la viabilidad puede variar mucho mediante los años pasen (Dobb y Burton, 2012).

Revegetación por esquejes

La revegetación por medio de trasplantes de esquejes de la especie nativa más abundante y deseada por los animales acelera la sucesión de la comunidad vegetal para restablecer la condición. Al incrementar la cobertura vegetal, se crea un ambiente adecuado (mayor captación de agua, protección del suelo ante la erosión) para el desarrollo de las demás especies; siendo capaz de competir con las especies invasoras pues evita su desarrollo. Otro beneficio es el mejoramiento de la estructura del suelo al aumentar la disponibilidad de nutrientes. Dentro de las mejoras que realiza la revegetación también beneficia la germinación de las semillas almacenados en el suelo, ya que se crea un ambiente adecuado; además de incrementar la cobertura vegetal, al cubrir la superficie del suelo. También incrementa la densidad de raíces en el suelo y la recepción e infiltración de las lluvias que produce elevada cantidad de mantillo lo cual es fuente de nutrientes de lenta descomposición (Morgan y Rickson, 1995).

La plantación por esquejes necesita una mayor inversión pero al mismo tiempo puede ser la mejor opción en situaciones cuando el ecosistema pasa el umbral abiótico. Con este método, la recuperación del área se da con mayor rapidez, es preferible realizar la revegetación con plantas adaptadas al sitio perturbado, pues ya que el éxito de la supervivencia de la especie trasplantada puede ser mayor cuando la especie pertenece al suelo nativo. (Goeldner, 1995).

El trasplante por esquejes es recomendable debido a las condiciones del suelo, las cuales son altamente erosionables y además tienen problemas de salinidad, acidez y baja reserva de nutrientes. Esto afecta la tasa de germinación y el establecimiento de las semillas; las cuales, sumado a otro factor importante como es la ausencia de fuentes de semillas, hacen que la mejor opción sea la revegetación por trasplante de esquejes (Buckner, 2010 y Choque, 2002).

Para una adecuada revegetación se debe tener en cuenta las condiciones del suelo a trabajarse, pues antes de proceder a la resiembra es necesario un deshierbo previo y la eliminación de especies invasoras poco deseables para los animales ya que compiten con la especie revegetada (Mamani, 2001).

El establecimiento y desarrollo se ve beneficiado cuando la especie se planta como plántula o esqueje enraizado, ya que puede competir con la especie invasora porque la raíz es capaz de tomar los nutrientes del suelo, por lo tanto con el método de trasplante de esquejes se reduce los problemas de supervivencia de las plántulas y el establecimiento ante la presencia de heladas o condiciones de sequía. Las plantas utilizadas para la revegetación son perennes, por lo tanto las plántulas de estas especies son a menudo de crecimiento lento y no pueden competir con las ya existentes. Otro factor importante es la densidad de siembra, ya que un exceso puede provocar una competencia entre la especie revegetada. El trasplante por esquejes de la especie nativa tiene una estabilización y propagación más rápida para la restauración (Mandel, 1990).

Para la propagación por esquejes; la preparación de los esquejes viene a ser la individualización de cada macollo, o sea el proceso de desgajado de la mata, se debe seleccionar una planta vigorosa con su respectiva porción de rizoma, en caso de encontrar plántulas débiles dejar dos esquejes, pero con una porción de rizoma para cada una de ellas (Farfán y San Martín, 1997).

2.9. Descripción de las especies en estudio

- *Festuca dolichophylla* Presl

Es una planta herbácea perenne, crece en densos matorrales de 30 – 90 cm de altura. Su hábitat, es en pajonales de puna, suelos profundos, algo profundos, en suelos de textura mediana y pesada. Su propagación puede realizarse mediante semilla botánica y vegetativamente. Importante por ser muy apetecida por ovinos, vacuno y camélido, es indicador de suelos profundos con buen drenaje y pH neutro. Proporciona una proteína bruta (5.6%); fibra cruda (35.9%) y proteína digestible para vacuno (2.7%). Los productores lo conocen comúnmente como: Chilliwa, chilligua. (Rossel et al, 1992)

- ***Poa gilgiana*** Pilger

Es una planta perenne, de 30 a 90 cm de alto, erguida o ligeramente decumbente. Habitación entre 3000 a 4400 metros sobre el nivel del mar, comúnmente es conocido como: Ccacho. (Rossel et al, 1992). El género *Poa* está muy bien distribuido en el Perú, estas especies varían desde muy pequeñas hasta especies bastante altas de casi 1.0 metro de altura en campos de semillero forrajero en el centro experimental Illpa del INIA. (Argote, 2018).

- ***Muhlebergia fastigiata*** (Presl) Henrad

Es una planta perenne, mesófito, rizomatosa de unos 5 - 10 cm de altura. Su habitación; en suelos pesados, medianos, prefiere suelos de topografía plana. Se puede propagar; por rizomas y también de semilla botánica. Su importancia; está en que es bastante apetecible para el ganado, especialmente para el ovino y camélidos. Su valor nutritivo es: Proteína (erogación) (6.8%); Fibra cruda (31.6%); Proteína digestible para vacunos (3.7%) y Proteína digestible para ovinos (3.4%). Nombre común: Grama dulce (Rossel *et al*, 1992).

- ***Carex sp***

Planta perenne de 15 – 30 cm. Produce abundantes rizomas. Habitación se encuentra ampliamente distribuida en el altiplano, sobre todo en lugares inundables. Importancia es muy palatable es buscado vorazmente por el ovino. Comúnmente conocido como; Totorilla. (Tapia y Flores, 1984).

- ***Carex equadorica***.

Es una planta perenne, muy semejante a una poaceae de tamaño pequeño y consistencia frágil, su habitación, se encuentra en suelos húmedos y se le encuentra por la periferia del bofedales, en lugares menos inundados. Su importancia y uso está en que es muy palatable especialmente por las alpacas. Conocido como: Qoran – qoran. (Tapia y Flores, 1984).

- ***Juncus balticus*** Willd

Es una planta perenne, robusta, de hasta 100 cm de alto con 11 mm de ancho por debajo de las vainas. Generalmente la vaina superior es afila. Su habitación, se le

puede encontrar en lugares húmedos. Su importancia es de relativa utilidad forrajera, constituyen fuente de alimento para las épocas más difíciles, su valor nutricional es bajo. Su nombre común es Junco, phusa. (Tapia y Flores, 1984).

- ***Trifolium amabile*** H.B.K.

Es una leguminosa nativa perenne, mesófito, cespitosa. Altura muy variable. Su hábitat es cosmopolita, se adapta a suelos ligeros, medianos y pesados, tanto en zonas de pampa, laderas y cima de cerros. Se puede propagar mediante semilla botánica y vegetativamente. Importante por su selectividad por ser altamente palatable, resistente a suelos ácidos y alcalinos, desarrolla en diferentes tipos de pradera nativa. Comúnmente conocido como layo, (Rossel *et al*, 1992). Representa más del 5% en la composición total del pastizal, se encuentra en asociaciones vegetales donde predominan *Festuca dolichophylla* y *Muhlenbergia fastigiata* (Argote, 2012), pero n porcentaje relativamente bajos, en rangos de 1.0 a 8.3% (Argote, Aguirre y Flores, 2013).

- ***Medicago hispida*** Gaerth

Es una hierba anual de 10 – 20 cm de altura, es una planta cosmopolita. Su hábitat está en campos de cultivo de trigo y otros cereales y céspedes de parques. Puede propagarse por semilla botánica. Importante porque tiene buen contenido de proteína y fijadora de nitrógeno atmosférico contribuyendo a la fertilidad del suelo, es bastante apetecible por el ganado. Conocido comúnmente como: Trébol carretilla. (Rossel *et al*, 1992)

- ***Alchemilla pinnata*** Ruiz et Pavon

Planta herbácea, perenne, mesófito. Habita suelos de textura pesada, mediana, algo húmedos de zonas planas. La propagación se puede realizar por semilla y vegetativamente. Importante por ser planta deliciosa, muy seleccionada aporta una Proteína de 10.9%; comúnmente conocido como sillu sillu. (Rossel *et al*, 1992).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del campo experimental

El experimento se condujo en el campo experimental de la Estación Experimental Agraria, del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Anexo Illpa - Puno, ubicado en:

- Distrito: Paucarcolla
- Departamento: Puno
- Sede Física: Km. 22 Carretera Puno-Juliaca
- Latitud Sur: 15°40'37"
- Longitud Oeste: 70°04'38"
- Altitud: 3,818 m.s.n.m.
- Temperatura: 1.60 – 16.30 °C
- Precipitación: 616 mm/año

3.2. Zona Agroecológica

El campo experimental del INIA Illpa, corresponde a la región ecológica suni, subtipo climático Circunlacustre, zona de vida natural Bosque Húmedo Montano Subtropical (ONERN, 1965).

3.3. Material Experimental

- **Semilla vegetativa de los pastos:** Para la instalación del experimento, se escogieron matas de las especies de pastos deseables, estas fueron extraídos de sitios adyacentes al campo experimental, los mismos fueron fragmentados en esquejes jóvenes, para ser trasplantados en campo definitivo.
- **Procedencia de matas de las especies en estudio**
Las especies *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Carex sp*, *Carex ecuadorica*, *Juncus balticus*, *Trifolium amabile*, *Medicago hispida* y *Alchemilla pinnata*, se extrajeron de sitios adyacentes al área experimental (Illpa), estas son especies que crecen en las praderas nativas de “chilliwa” de la zona. La especie *Poa gilgiana*, se obtuvo del semillero de la Estación Experimental Agraria Illpa del INIA.

- **Materiales y equipos de campo**

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos, que a continuación se detallan:

- Para el cercado y marcación de campo experimental
 - Alambre de púas
 - Postes de eucalipto
 - Cinta métrica (50 m)
 - Yeso
 - Estacas
 - Grapas ganaderas
 - Cordel (100 m)
 - Zapapicos
- Para la extracción y traslado de matas de las especies claves
 - Zapapicos
 - Palas
 - Sacos
 - Carretilla
 - Camioneta
- Para la evaluación de humedad y temperatura del suelo
 - Sensor de temperatura del suelo (marca spectrum)
 - Barreno o muestreador de suelo y/o zapapico.
 - Bolsas de plástico
 - Etiquetas (hechos de papel reciclado)
 - Latas de leche (pequeños)
 - Balanza electrónico
 - Estufa
 - Tablero de campo
 - Formato para el registro
 - Lápiz
- Para la evaluación de prendimiento y altura de planta.
 - Cinta métrica (5 m)
 - Regla metálica (30 cm)
 - Formato de registro
 - Tablero de campo

- Lápiz
- Para la evaluación de composición florística y cobertura vegetal.
 - Equipo de evaluación de estructura de puntos (caballete Neozelandés)
 - Formato de registro
 - Tablero de campo
 - Lápiz
- Equipos adicionales utilizados en el estudio
 - GPS
 - Cámara fotográfica
 - Computadora portátil

3.4. Tratamientos en estudio

Se estudiaron la influencia de revegetación de nueve especies de pastos naturales deseables en campo de pastoreo en estado de sucesión secundaria, cuyos tratamientos se enumeran a continuación:

Tabla 1. Distribución de tratamientos en estudio.

N° de Tratamientos	Clave	Nombre Científico	Nombre común	Grupo de pasto
T1	Fedo	<i>Festuca dolichophylla</i>	“Chilligua”	Gramínea
T2	Pogi	<i>Poa gilgiana</i>	“Ccacho”	Gramínea
T3	Mufa	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	“Grama dulce”	Gramínea
T4	Casp	<i>Carex sp</i>	“Totorilla”	Graminoide
T5	Caeq	<i>Carex equadorica</i>	“Qoran qoran”	Graminoide
T6	Juba	<i>Juncus balticus</i>	“Junco” , “phusa”	Graminoide
T7	Tram	<i>Trifolium amabile</i>	“Layo”	Hierba
T8	Mehi	<i>Medicago hispida</i>	“Trébol carretilla”	Hierba
T9	Alpi	<i>Alchemilla pinnata</i>	“Sillu sillu”	Hierba

3.5. Elección del campo experimental

Se inició con el reconocimiento, elección y delimitación del área experimental, que reúna condiciones de un campo de pastoreo en sucesión secundaria; Siendo el historial del terreno de la pradera, lo siguiente:

- Cultivo anterior: *Avena sativa* L.
- Campo abandonado en estado de sucesión secundaria en pastoreo por ovinos.

3.6. Características del campo experimental

- Largo: 34m
- Ancho: 65m
- Área total: 2695m²
- Número de bloques: 3
- Largo de bloques: 10m
- Ancho de bloques: 58m
- Área total por bloques: 580m²
- Distanciamiento entre bloques: 2m
- Número de unidades experimentales por bloque: 9
- Largo de unidades experimentales: 10m
- Ancho de unidades experimentales: 6m
- Área de unidades experimentales: 60m²

3.7. Conducción del experimento

3.7.1. Clausura y cercado del campo experimental

Se realizó el cercado, colocando postes de eucalipto debidamente pintados de color blanco, seguidamente se procedió con el cercado con alambre de púas.

3.7.2. Demarcación y apertura de hoyos

Se procedió con el marcado de los bloques y parcelas, con yeso y estacas. No se hizo ningún tipo de labranza, tampoco la limpieza de las malas hierbas, en terreno llano clausurado. Posteriormente para la plantación de los esquejes se abrieron hoyos a una profundidad de 15 cm con zapapico y con un distanciamiento de 50 cm entre hoyos y surcos.

3.7.3. Del material experimental

Se utilizó esquejes de nueve especies de pastos nativos deseables. Se seleccionó y se extrajeron plantas madres (matas), con ayuda de zapapico y palas, estas luego fueron manualmente separadas y fragmentadas en esquejes vigorosos y con una buena conformación radicular.

3.7.4. Plantación de esquejes

La plantación de los esquejes se hizo entre los días 15 a 28 de febrero del 2017. Los esquejes de especies de pastos deseables, fueron plantados introduciendo dentro del hoyo, luego se apisonó con el pie. El distanciamiento entre esquejes y entre líneas fue de 50 x 50 cm, la profundidad de plantación fue de 15 cm. La parcela experimental tuvo un total de 200 esquejes plantados por tratamiento, haciendo un total de 600 esquejes por especie; cada bloque tuvo 1800 plantas, y 5400 especies de pastos deseables plantados en toda el área experimental. No se eliminó las malezas, hierbas u otros pastos, que se encontraron en pleno crecimiento vegetativo dentro del área experimental. No se aplicó ningún tipo de riego.

3.8. Toma de muestras para caracterización del suelo

La época de muestreo fue antes de la instalación del experimento; la profundidad de muestreo fue de a 20 cm al azar. Esto se realizó utilizando zapapico. Se realizó un muestreo simple con una sola extracción, muestreándose 4 submuestras de aproximadamente 1 Kg de suelo, los cuales fueron reunidos en un recipiente y bien mezclados. Se envió la muestra de suelo al laboratorio aproximadamente 1 Kg, envasado en bolsa plástico, secado bajo sombra. Debidamente identificado y etiquetado.

3.9. Observaciones de temperatura y humedad del suelo

Los muestreos de suelos se tomaron desde el primer mes de realizado las plantaciones de las especies de pastos deseables hasta finalizado el trabajo en campo. Esta evaluación se realizó cada 30 días; en horas entre las 7 a 10 am.

a) Humedad del suelo (H°):

Se determinó por el método gravimétrico

$$\%H^{\circ} = \frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Se sacaron muestras de suelo en forma aleatorio simple a 20cm., de profundidad con el uso de un Barreno, se colocaron las muestras en bolsas de plástico de polietileno, debidamente etiquetados. El pesado de muestras del suelo se desarrolló en el laboratorio de suelos de INIA, del Área de Pastos y Forrajes, se determinó el peso húmedo con la

balanza digital de precisión, las muestras (etiquetados), fueron colocados en una estufa a 105°C., por 24 horas, y fueron nuevamente pesados para determinar el peso seco de las muestras de suelo.

b) Temperatura del suelo (°C)

Fue determinado con el uso del sensor de temperatura de suelo, a una profundidad de 20 cm., en el mismo lugar donde se tomaron las muestras de suelo.

3.10. Determinación y medición de los parámetros

3.10.1. Prendimiento, persistencia y rebrote de especies

Se determinó el porcentaje de esquejes de especies de pastos nativos deseables, prendidas (mayo, la primera evaluación) después de su plantación. Persistencia (junio, julio y agosto; que son meses secas y con presencia de heladas) y rebrote (setiembre a enero). Se determinó por el método de “conteo de plantas”, estos parámetros fueron monitoreados a partir del 30 de mayo del 2017, continuándose el conteo de la persistencia de los esquejes los días 30 de cada mes hasta el mes de enero del 2018; para ello en cada sub parcela se contó el número de plantas vivas y plantas muertas. El prendimiento, la persistencia y el rebrote de especies fue estimada en porcentaje, mediante la apreciación visual y conteo directo de cada especie, donde la observación de plantas senescentes y/o marchitos fue considerada como muertos (Guillen y Tate, 1993). Se aplicó el “método de conteo de plantas”, con la siguiente formula:

$$\%P = \frac{\text{Número de plantas vivas}}{\text{Número total de esquejes plantados}} \times 100$$

3.10.2. Altura de planta de gramíneas, graminoides e hierbas

Este parámetro fue evaluado a partir del 30 de mayo del 2017, continuándose los días 30 de cada mes hasta el mes de enero del 2018. Los pasos seguidos fueron, con una cinta métrica se midió mensualmente la longitud de la planta desde el cuello de la raíz hasta el promedio de todas las hojas verdes, sin estirla.

3.10.3. Composición florística

Para evaluar este parámetro se procedió en la secuencia siguiente y se optó por la siguiente metodología:

Método del punto cuadrático: Farfán y Farfán (2012), mencionan que es un método que “emplea toques de agujas sobre la vegetación para estimar la composición botánica”. El “punto cuadrático” es un instrumento consistente en:

- Un soporte generalmente de madera (caballete)
- 1 y/o 10 agujas rígidas y finas (tipo tejedor).

El caballete sostiene las agujas, separadas convenientemente, las cuales se deslizan, de arriba hacia abajo, sobre la vegetación y “tocan” las especies que conforman el pastizal. Los soportes pueden sostener agujas verticales o inclinadas. Es preferible usar un solo tipo de aguja para evitar el sesgo en las diferentes observaciones. En la práctica se recomienda el uso de 10 agujas, es decir cada aguja para cada observación, debido a que el número de toques es numeroso, por lo cual se prefiere que cada orificio en el soporte (caballete) tenga su correspondiente aguja.

La posición de la aguja vertical versus inclinada también cambia la estimación de la composición botánica. las agujas verticales detectan con precisión y mayor frecuencia las plantas con hojas horizontales (leguminosas, rosáceas, compuestas, etc.) en perjuicio de las plantas con hojas verticales o caídas (gramíneas), en tanto las agujas inclinadas hacen estimaciones más balanceadas, es preferible por esta razón el uso de agujas inclinadas, con un ángulo de 3.5 grados del horizonte. La técnica en si consiste en que el operador:

- Ubica el instrumento al azar en el potrero, con las agujas levantadas sin perturbar aun la vegetación bajo el soporte (caballete).
- Proceder luego a bajar cuidadosamente las agujas una por una hasta tocar la vegetación, luego continuar hasta tocar el suelo.
- Registrar los toques en cada especie en el cuaderno de campo.

La composición florística inicial se evaluó el 1 de febrero del 2017, antes del trasplante de las especies en revegetación y en la composición florística de revegetación final se evaluó después de un año (se realizaron 10 ubicaciones a cada 50 cm, haciendo un total de 100 toques por cada unidad experimental (tratamiento), en total se hicieron 30 ubicaciones y 300 toques por tratamiento, 90 ubicaciones y 900 toques por bloque y 270 ubicaciones y 2700 toques por todo el área experimental).

De los datos obtenidos se puede determinar los siguientes resultados:

Porcentaje composición florística (CF): Se sumaron todos los toques de una especie y se divide por el total de los toques realizados multiplicado por 100:

$$\% CF = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos de una especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de toques}} \right) * 100$$

Las especies botánicas encontradas fueron clasificadas de acuerdo a la reacción al pastoreo por animales (ovinos, vacunos y camélidos); en deseables, poco deseables, indeseables y sin valor forrajero (Mantillo y suelo desnudo). La composición florística se determinó expresando al 100% sólo a las especies vegetales encontradas con cada toque.

3.10.4. Cobertura vegetal (CV)

Se define como la proyección vertical de la porción aérea de la planta sobre la superficie del suelo y se expresa en porcentaje de dicha proyección, la cobertura mide el parámetro de volumen ocupado por las plantas o superficie del suelo cubierto (Farfán y Farfán, 2012). La cobertura foliar de las especies de pastos, se estimó utilizando el método del “punto cuadrático”.

Se obtiene anotando cada “toque” de la especie, a medida que la aguja contacta la vegetación. El resultado se expresa como porcentaje de cada especie.

$$\% CV = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos de una especie}}{\text{total numero de toques}} \right) * 100$$

3.10.5. Costos de producción

Según (Chahuares, 2007) manifiesta todos aquellos costos que se efectúan en la ejecución y conducción del cultivo y/o producción agroindustrial. Se refiere a la compra de los diversos insumos necesarios para obtener una determinada producción. Es importante conocer los costos de producción para poder evaluar el grado de eficacia y beneficio, con que se desenvuelve la actividad productiva y porque ayuda a fijar políticas de precios, estructura de producción, demanda de insumos de producción, distribución de fuerza de trabajo, utilización de tracción mecánica o animal. Se hizo la estimación de los costos directos, los costos indirectos y el costo total de instalación de la plantación de esquejes de las especies de pastos en estudio.

3.11. Análisis estadístico

Se utilizó el diseño experimental de Bloque Completo Randomizado, con un total de 9 tratamientos con 3 repeticiones, El modelo asociado a este diseño experimental se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i = 1, 2, 3, \dots, t$$
$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Dónde:

Y_{ij} = variable de respuesta observada o medida en el i -ésimo tratamiento y el j -ésimo bloque.

μ = media general de la variable de respuesta

τ_i = efecto del i -ésimo tratamiento

β_j = efecto del j -ésimo bloque

ε_{ij} = error asociado a la ij -ésima unidad experimental.

Para el procesamiento de datos, el análisis se realizó mediante el procedimiento de análisis de varianza y la prueba de comparación de medias, mediante la prueba de Duncan. Para el caso de datos expresados en porcentajes procedente de prendimiento, fueron transformados mediante la fórmula: $Y = \text{arcoseno} \sqrt{\text{porcentaje}}$, posterior a la transformación de datos se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan.

Datos meteorológicos

El registro de la temperatura ambiental y precipitación se aprecia en la Tabla 2, del periodo experimental (campaña agrícola 2017 – 2018), fueron obtenidos de la Estación Meteorológica INIA – Illpa, Puno, cuya representación gráfica se observa en las figura 1.

Tabla 2. Temperatura y precipitación de la campaña agrícola 2017– 2018.

Meses	Año	Temperatura (°C)			Precipitación	
		Máxima	Mínima	Media	acumulada (mm)	frecuencia (días)
Enero	2017	19,20	2,20	10,59	128,8	19
Febrero	2017	22,60	1,20	10,75	54,9	13
Marzo	2017	18,00	-2,00	9,76	97,6	11
Abril	2017	19,60	-4,40	9,38	30,8	7
Mayo	2017	20,00	-6,00	8,29	15,4	4
Junio	2017	19,80	-10,40	5,93	0	0
Julio	2017	20,40	-11,20	5,51	0,00	0
Agosto	2017	21,00	-11,20	6,56	0,00	0
Setiembre	2017	20,80	-8,40	8,76	34,10	7
Octubre	2017	21,00	-8,80	8,85	44,00	5
Noviembre	2017	22,40	-4,60	10,50	32,30	6
Diciembre	2017	21,00	-1,00	10,95	35,40	9
Enero	2018	20,00	0,40	10,72	127,10	14

Fuente: Estación INIA – Illpa, 2018.

El comportamiento de la temperatura ambiental y la precipitación pluvial durante el desarrollo del trabajo de investigación fue como se aprecia en la tabla 2 y en la figura 1. De acuerdo a los datos presentados en la tabla anterior, en los meses de Enero 2017 a Enero del 2018 se registró el promedio de temperaturas mínimas más bajas en plena campaña agrícola con -11.20 correspondientes a los meses de julio y agosto del 2017; mientras que las temperaturas máximas más extremas llegándose a registrar 22.40, 22.60 °C correspondientes a los meses noviembre y febrero del 2017 respectivamente. También se llegó a registrar temperaturas medias más altas en febrero del 2017 y enero del 2018 con 10.75 y 10.72 °C. Además podemos ver el comportamiento de la precipitación siendo los meses de enero del 2017 y enero del 2018 con 128.8 y 127.10 mm, de precipitación acumulada más alta y con mayor frecuencia de 19 y 14 días, respectivamente. Mientras que entre los meses de junio, julio y agosto no se presentaron precipitaciones.

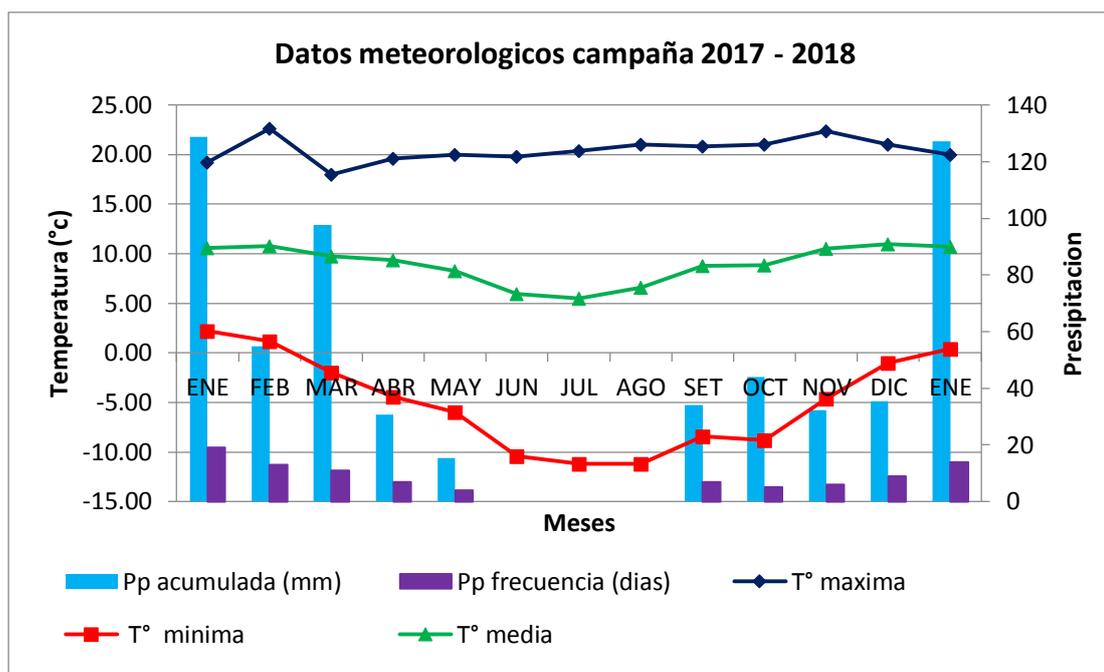


Figura 1 Temperatura ambiental y precipitación pluvial registrada.

En la figura 1, se muestra que las temperaturas más bajas se dan en los meses de junio, julio y agosto; siendo el más bajo (-11.20° C) y la temperatura más alta se dio en febrero con (22.60° C). Además no se presentaron lluvias en los meses de junio, julio y agosto, mientras que llovió más en el mes de enero del 2017, con 128.8 mm con una frecuencia de 19 días.

Análisis de Caracterización del suelo

El análisis de caracterización del suelo en donde se estableció el experimento, se realizó en el Laboratorio de Aguas y Suelos del Instituto Nacional de Innovación Agraria – Puno, cuyos resultados se muestran en la tabla 3 y 4.

Tabla 3. Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

Componente	Cantidad	Método
Arena	29 %	Hidrómetro
Arcilla	25 %	Hidrómetro
Limo	46 %	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triangulo textural
CO ₃ Ca	0.70%	Método gaso-volumetrico (calcímetro)
Materia orgánica	1.98%	Walkley y Blak

De acuerdo al análisis de caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo, se tiene las siguientes estructuras; arena 29 %, arcilla 25 % y limo 46 %, que

representa una clase textural de franco, el contenido de materia orgánica de 1.98 % que se interpreta como bajo. Además de que hay presencia de carbonato de calcio de 0.70 %.

Tabla 4. Caracterización del estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

Componente	Cantidad	Método
Ph	8.34	Potenciómetro
Nitrógeno total	0.08 %	Micro kjeldahl
Fosforo disponible	8.80 ppm	Olsen modificado
Potasio disponible	66.00 ppm	Pratt
Conductividad eléctrica	0.282 mmhos/cm	Conductímetro
Al (cambiable)	0.00 me/100g	
Ca (cambiable)	6.14 me/100g	
Mg (cambiable)	3.08 me/100g	
Na (cambiable)	12.00 me/100g	
K (cambiable)	2.30 me/100g	
CIC	20.00 me/100g	
Suma de cationes	23.52	

De acuerdo al análisis de caracterización del Estado de Fertilidad y condiciones alterables del suelo, se tiene: Nitrógeno total 0.08 % es considerado como bajo, por otra parte el fosforo con 8.80 ppm se considera como medio, y el potasio con 66.00 ppm considerado como bajo. El pH es de 8.34 que es moderadamente alcalino y la conductividad eléctrica es 0.282 mmhos/cm, muy ligeramente salino.

Características de la serie Illpa

- Orden : Mollisol
- Serie : Illpa
- Localización : CIP Illpa, Mayu witu Pampa
- Altitud : 3815 msnm
- Régimen de humedad : Ustic
- Régimen de temperatura : Frigid
- Fisiografía : Llanura aluvial
- Pendiente : 0 – 1%
- Drenaje natural : Pobre
- Evidencias de erosión : Ligera
- Fragmentos superficiales : Libre
- C. por Cap. de uso mayor : P3ciw, A3ciw
- Uso actual : Ganadería extensiva y cultivos
- Vegetación : Pastos naturales (Stipa, Muhlenbergia, Festuca, Distichlis, Trifolium)
- Material madre : Aluvial fluvial
- Profundidad efectiva : Profundo

Determinación de humedad y temperatura del suelo del área experimental.

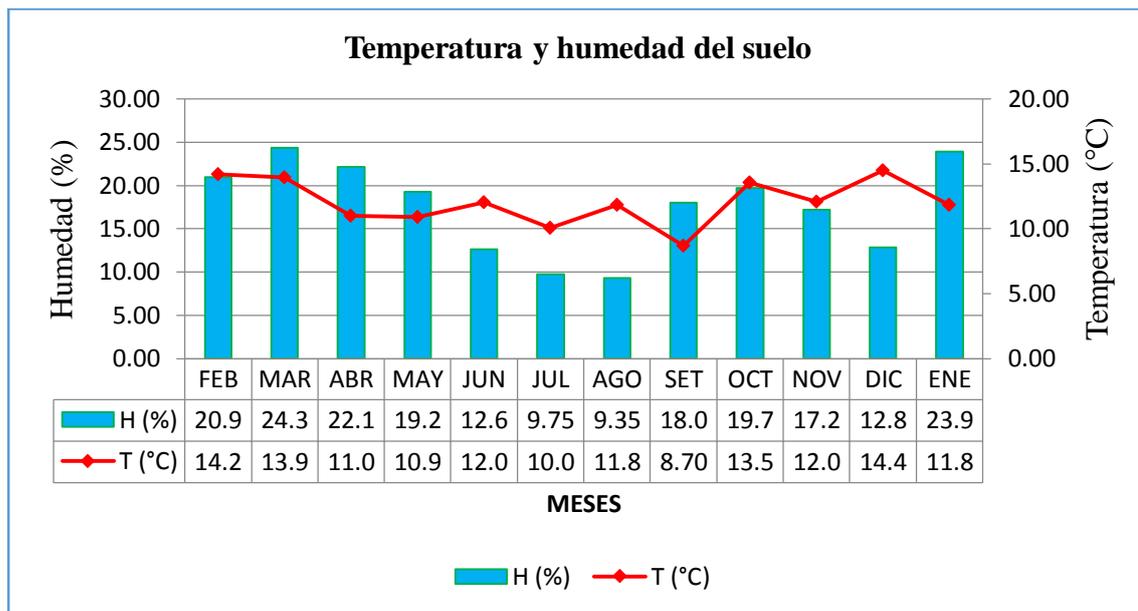


Figura 2. Humedad (%) y temperatura (°C) del suelo del campo experimental.

Las lecturas de humedad del suelo (figura 2), varían por cada mes, con contenidos de humedad promedio más alto es de 24.36% correspondiente al mes de marzo del 2017 y 23.92% en el mes de enero del 2018; esto se le atribuye a que las precipitaciones son más frecuentes y con alta acumulación de lluvias, en los meses que conforman la época de estiaje, el mes de agosto del 2017 con 9.35% obtuvo el menor contenido humedad. Las temperaturas de suelo también coinciden con las temperaturas ambientales, siendo la temperatura más alta en el mes de diciembre con 14.49°C. y la más baja en setiembre con 8.70°C.

Ruiz y Tapia (1987) manifiestan que, la producción primaria de los pastizales andinos está en función de la distribución de la precipitación pluvial y la temperatura durante el año. Las lecturas de temperatura del suelo son diferentes por cada mes, estas diferencias entre las temperaturas eran de esperarse, porque se trata de niveles temporales que son determinados por el entorno climático. Además Tapia y Flores (1984), la temperatura ambiental estaría más relacionada con el crecimiento del vegetal.

Se sabe que, el entorno climático, la temperatura del suelo influye favorablemente en el establecimiento, desarrollo, latencia y rebrote; lo que concuerda con Choque (2002); y ORDEPUNO (1979) indicando que las temperaturas y las precipitaciones pluviales influyen en la adaptación de las plantas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Prendimiento de esquejes, persistencia y rebrote de nueve especies en estudio

Los datos de porcentaje de prendimiento de esquejes, persistencia y rebrote de las especies en estudio (Anexo 1, tabla 25), fueron transformados a valores angulares (Anexo 1, tabla 26), posteriormente se realizó el análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan.

4.1.1. Prendimiento

El análisis de varianza que se muestra en la tabla 5, con datos transformados a valores angulares de porcentaje de prendimiento de esquejes, muestra que para los bloques existe diferencia estadística significativa; para los tratamientos (Especies) existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre las especies hay diferencias en porcentaje de prendimiento. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual al 6.95% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 5. Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento de esquejes con transformación a datos angulares

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Bloques	2	194.32	97.16	3.88*	3.63	6.23	0.0424
Tratamientos	8	2982.99	372.87	14.87**	2.59	3.89	<.0001
Error	16	401.15	25.07				
Total	26	3578.47					
CV=6.96%		$\bar{X} = 71.97$					

La prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de prendimiento de especies (tabla 6), muestra que la especie *Festuca dolichophylla* tuvo mayor porcentaje de prendimiento con 99.67%, seguido de la especie *Medicago hispida* con 98.33%, los cuales estadísticamente son similares, seguido de *Poa gilgiana* con 95.00%, *Muhlenbergia fastigiata* con 94.83%, Las especies *Carex equadorica*, *Alchemilla pinnata* y *Juncus balticus* tuvieron porcentajes de prendimiento de 91.17%, 89.50% y 81.33% respectivamente. *Carex sp* y *Trifolium amabile* presentaron menor porcentajes de prendimiento de 69.67% y 66.67% respectivamente.

Tabla 6. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de prendimiento de esquejes.

Orden de mérito	Especies	Prendimiento (%)	Valores angulares de prendimiento
1	<i>Festuca dolichophylla</i>	99.67	88.09 a
2	<i>Medicago hispida</i>	98.33	82.91 a b
3	<i>Poa gilgiana</i>	95.00	77.41 b c
4	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	94.83	76.99 b c
5	<i>Carex equadorica</i>	91.17	72.95 c d
6	<i>Alchemilla pinnata</i>	89.50	71.99 c d
7	<i>Juncus balticus</i>	81.83	65.56 d e
8	<i>Carex sp</i>	69.67	56.95 e f
9	<i>Trifolium amabile</i>	66.67	54.86 f

De acuerdo a los datos de la tabla 6, se deduce que las especies de pastos nativos en el presente experimento tuvo un alto porcentaje de prendimiento, lo que demuestra la capacidad que tienen para poder realizar el trasplante de estas, y lo hace un buen recurso en lugares con poca disponibilidad de pasto, además de que pueden prosperar en terrenos pobres en fertilidad, ya que realizando el análisis de caracterización de suelo se obtuvo 1.98 de materia orgánica, lo cual es bajo. Según los datos obtenidos que se muestran en la tabla 25 del anexo 1, se observa que esquejes de la especie *Festuca dolichophylla* plantados sobresale con un alto porcentaje de prendimiento (99.0 a 100.0%), seguidas de la plantación de la especie *Medicago hispida* (97.5 a 99.5%).

4.1.2. Persistencia

Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de persistencia de las especies en la temporada de sequía como se muestra en la tabla 7, muestra que para los bloques no existe diferencia estadística significativa; mientras que para las especies existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre las especies hay diferencias en porcentaje de persistencia. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual al 13.102% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 7. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de persistencia de especies.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Bloques	2	204.71	102.36	2.67n.s.	3.63	6.23	0.1002
Tratamientos	8	13819.21	1727.40	44.99**	2.59	3.89	<.0001
Error	16	614.28	38.39				
Total	26	14638.20					
CV=13.10%		$\bar{X} = 47.30$					

En la tabla 8, se observa la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para datos transformados a valores angulares de porcentaje de persistencia de especies, muestra que la especie *Festuca dolichophylla* demostró resistencia a la sequía un 92.97%, seguido de la especie *Poa gilgiana* con 90.60%, los cuales estadísticamente son superiores a la especie *Trifolium amabile* que tuvo menor porcentaje de persistencia con 1.97%. *Muhlenbergia fastigiata* con 80.40%, y *Alchemilla pinnata* con 78.13%. Las especies *Carex equadorica*, *Juncus balticus* y *Carex sp* tuvieron porcentajes de persistencia de 57.07%, 42.83% y 35.03% respectivamente. Las especies *Medicago hispida* obtuvo 8.83%.

Tabla 8. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de persistencia de especies.

Orden de mérito	Especies	Persistencia (%)	Valores angulares de persistencia
1	<i>Festuca dolichophylla</i>	92.97	76.05 a
2	<i>Poa gilgiana</i>	90.60	72.31 a b
3	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	80.40	63.87 b
4	<i>Alchemilla pinnata</i>	78.13	62.45 b
5	<i>Carex equadorica</i>	57.07	49.39 c
6	<i>Juncus balticus</i>	42.83	40.82 c d
7	<i>Carex sp</i>	35.03	35.84 d
8	<i>Medicago hispida</i>	8.83	17.24 e
9	<i>Trifolium amabile</i>	1.97	7.69 e

De acuerdo a los datos de la tabla 8, se deduce que las especies de pastos nativas en el presente experimento tuvieron un considerable porcentaje de persistencia, lo que demuestra la resistencia a la temporada seca y a las heladas. Según los datos obtenidos que se muestran en la tabla 25 del anexo 1, se observa que esquejes de la especie *Festuca dolichophylla* sobresale con un alto porcentaje de persistencia (86.7 a 93.0%), seguida de la especie *Poa gilgiana* (87.3 a 93.8%); es importante también mencionar a la especie *Alchemilla pinnata* ya que siendo una hierba demostró persistencia de (67.7 a 86.2%).

4.1.3. Rebrote

El análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de rebrote de las especies que se muestra en la tabla 9, muestra que los bloques no existe diferencia estadística significativa; mientras que para las especies existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre las especies hay diferencias en porcentaje de rebrote. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual al 10.56% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 9. Análisis de varianza para datos transformados a valores angulares de porcentaje de rebrote de especies.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Bloques	2	42.50	21.25	0.54n.s.	3.63	6.23	0.5940
Tratamientos	8	7867.59	983.45	24.90**	2.59	3.89	<.0001
Error	16	631.87	39.49				
Total	26	8541.97					
CV=10.56%		$\bar{X} = 59.53$					

En la tabla 10, se muestra la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para datos transformados a valores angulares de porcentaje de rebrote de especies, muestra que la especie *Festuca dolichophylla* tuvo porcentaje de 98.23%, seguido de la especie *Poa gilgiana* con 96.30%, *Muhlenbergia fastigiata* con 91.07% los cuales estadísticamente son superiores a la especie *Carex sp* que tuvo menor porcentaje de rebrote con 25.30%. *Carex equadorica* tuvo 81.73%. *Alchemilla pinnata*, *Trifolium amabile* y *Juncus balticus* alcanzaron 81.00%, 62.20% y 51.63% respectivamente. *Medicago hispida* tuvo un porcentaje de rebrote de 44.70%.

Tabla 10. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) para datos transformados a valores angulares de porcentaje de rebrote de especies.

Orden de mérito	Especies	Rebrote (%)	Valores angulares de persistencia
1	<i>Festuca dolichophylla</i>	98.23	82.87 a
2	<i>Poa gilgiana</i>	96.30	79.73 a
3	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	91.07	72.80 a b
4	<i>Carex equadorica</i>	81.73	65.53 b
5	<i>Alchemilla pinnata</i>	81.00	64.91 b
6	<i>Trifolium amabile</i>	62.20	52.20 c
7	<i>Juncus balticus</i>	51.63	45.94 c
8	<i>Medicago hispida</i>	44.70	41.95 c
9	<i>Carex sp</i>	25.30	29.84 d

De acuerdo a los datos de la tabla 10, se deduce que las especies de pastos nativas en el presente experimento obtuvieron un buen porcentaje de rebrote, lo que demuestra la adaptabilidad y capacidad que tienen para revegetar en campos de pastoreo en sucesión secundaria, terrenos desnudos y altitudes donde otras especies no encuentran un buen entorno para desarrollarse. Según los datos obtenidos que se muestran en la tabla 25 del anexo 1, se observa que esquejes de la especie *Festuca dolichophylla* sobresale con un

alto porcentaje de rebrote (96.4 a 99.4%), seguidas de la especie *Poa gilgiana* (93.1 a 99.3%).

Estos resultados tanto de prendimiento, persistencia y rebrote, comparando con los resultados por (Tácuna et al., 2015) que realizaron un estudio en Sillacancha, Recuay, Ancash; alcanzaron una mortalidad (39-41% y 38-65%) con especies de *Festuca humilior* y *Calamagrostis macrophylla*, nuestros resultados son superiores, probablemente debido a la época de plantación, características del suelo, abonamiento, condiciones de humedad del suelo y/o por la cubierta vegetal preexistente de especies anuales.

La respuesta favorable al trasplante pudo estar asociada con la época de siembra, al inicio de la época lluviosa, tal como lo sugiere (Commander *et al.* 2013), quienes concluyeron que la mejor época para la reintroducción de esquejes de plantas nativas es en el momento de alta precipitación, si se trata de un sistema seco. De este modo, la revegetación es viable, aprovechando para ello las condiciones naturales de humedad que favorecen el establecimiento de los esquejes (Allen, 1995).

Por cuanto las gramíneas son las que presentan un mejor desempeño para la revegetación de pastizales degradados, por sus características adaptativas, mayor resistencia a las perturbaciones, facilidad de propagación y establecimiento en un tiempo relativamente corto (Smith *et al.*, 1997). Al respecto, (Montemayor et al., 2008), recomiendan que dentro de las características de las plantas para que pueden ser aprovechadas en programas de revegetación de pastizales degradados se incluyan: especies claves, dominantes, ciclo de vida perenne, alto crecimiento durante la época de lluvias, tolerante a las condiciones del clima, salinidad, acidez y comprobada supervivencia al trasplante, aptitudes que pudimos comprobar con las especies nativas seleccionadas para la ejecución del experimento. Sin embargo, es necesario señalar que el establecimiento de esquejes puede variar según el momento del trasplante, tipo de suelo y hábitos de enraizamiento.

Analizando el comportamiento entre especies al final de las evaluaciones, se encontró que el menor porcentaje de rebrote ocurrió con *Carex* sp y *Juncus balticus* (24.97% y 51.17% respectivamente), mientras que las especies que tienen regular rebrote son

Carex equadorica, *Alchemilla pinnata*, *Trifolium amabile* y *Medicago hispida* (81.37%, 80.87%, 64.83% y 48.83%, respectivamente), en comparación con la *Festuca dolichophylla*, *Poa gilgiana* y *Muhlenbergia fastigiata* (98.07 %, 96.20% y 91.27%) respectivamente, que son especies con alto porcentaje de prendimiento y persistencia; estos resultados son probablemente por el bajo contenido de humedad, además de la ausencia de lluvias y la presencia de heladas.

En la figura 3, se observa el comparativo entre el prendimiento, la persistencia y el rebrote, de las especies de gramíneas evaluadas, en donde se ve que la especie *Festuca dolichophylla* tuvo mejor comportamiento durante el tiempo que duro el estudio con (90.33 y 99.67%) al comparar con las especies *Poa gilgiana* con (87.50 y 97.33%) y *Muhlenbergia fastigiata* (72 y 94.83%), siendo sus promedios más bajo y más alta respectivamente. Las tres especies de gramíneas tuvieron un descenso en persistencia durante los meses de Junio a Agosto (invierno), siendo la especie *Muhlenbergia fastigiata* con más descenso.

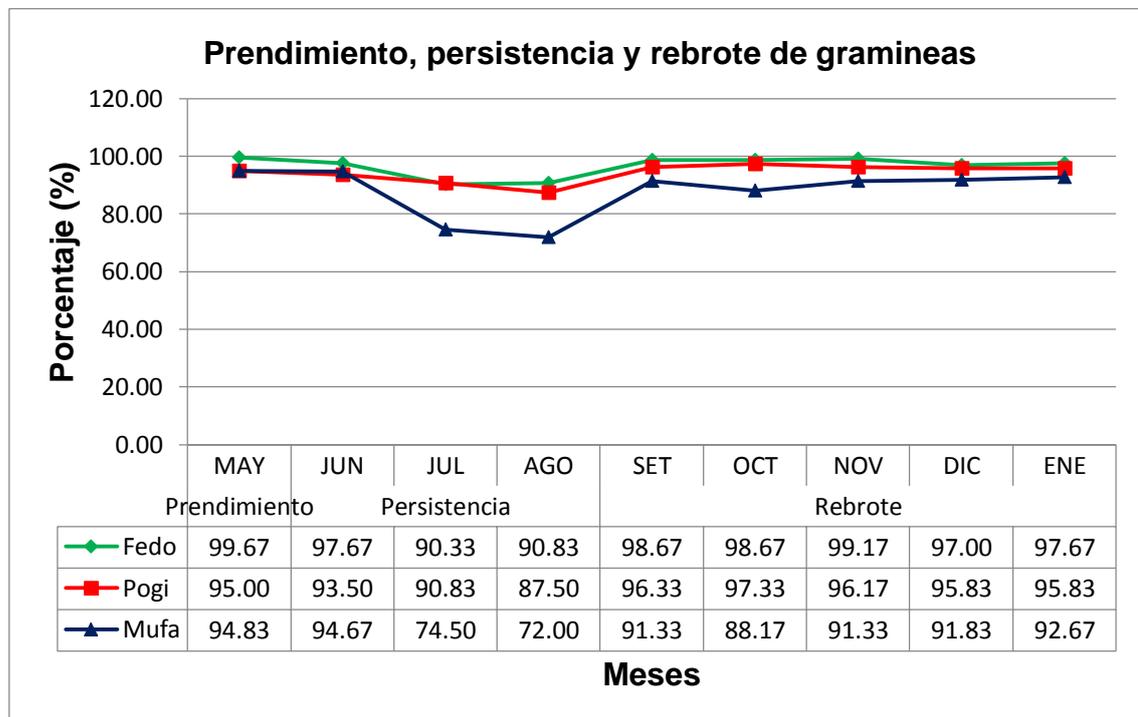


Figura 3. Comportamiento de las especies de gramíneas de mayo a enero.

En la figura 4, se observa el comparativo entre el prendimiento, la persistencia y el rebrote de las especies de gramíneas evaluadas, en donde se ve que la especie *Carex equadorica* resulto mejor durante el tiempo que duro el estudio con (20.17 y 91.17%) al

comparar con las especies *Juncus balticus* (43.83 y 91.17%) y *Carex sp* (20.17 y 69.67%), siendo sus promedios más bajo y más alta respectivamente Las tres especies de graminoides tuvieron un descenso en persistencia durante los meses de invierno de junio a Agosto, siendo la especie *Carex sp* con más descenso.

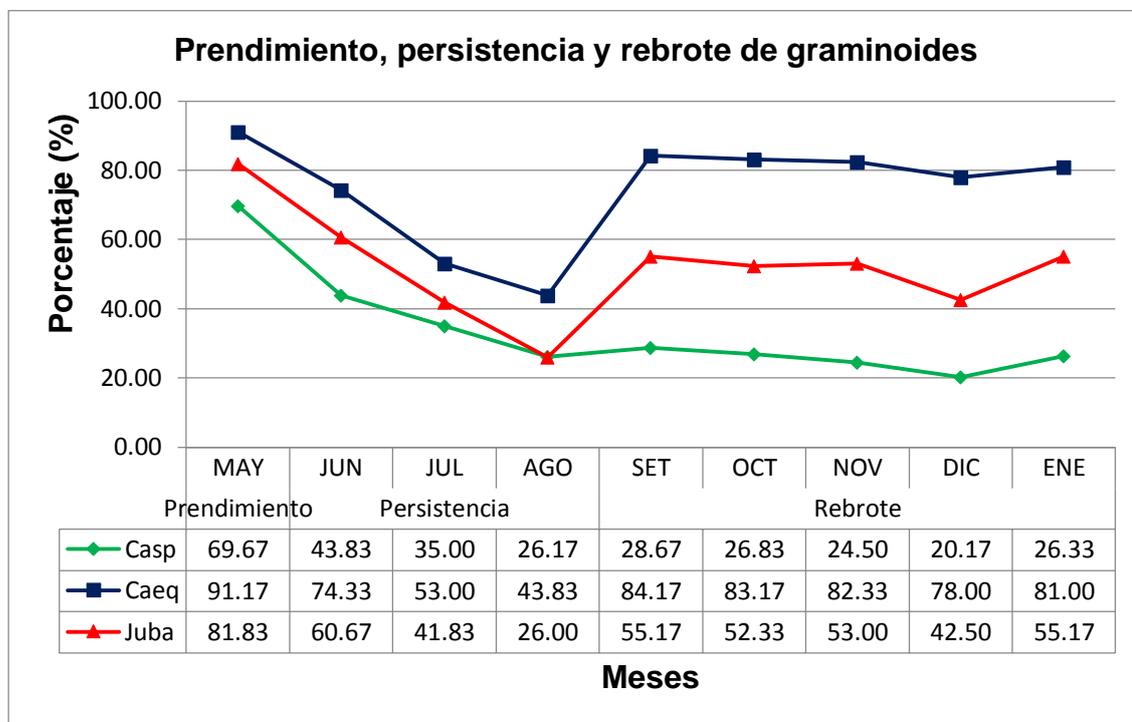


Figura 4. Comportamiento de las especies de graminoides de mayo a enero.

En la figura 5, se observa el comparativo entre el prendimiento, la persistencia y el rebrote de las especies de hierbas evaluadas, en donde se ve que la especie *Alchemilla pinnata* tuvo con (74.33 y 89.50%) mejor respuesta a la revegetación durante mayo a enero de 2018 al comparar con las especies *Medicago hispida* (0 y 98.33%) y *Trifolium amabile* (0 y 80.83%) siendo sus promedios más bajo y más alta respectivamente.

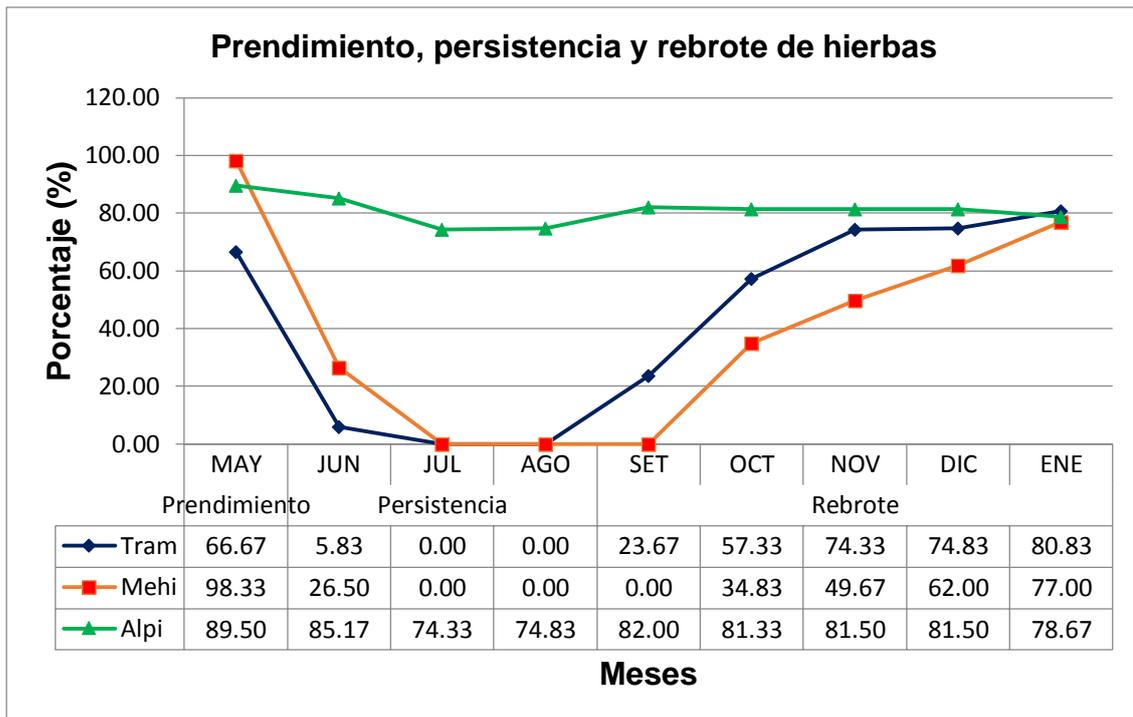


Figura 5. Comportamiento de las especies de hierbas de mayo a enero.

Con respecto a la adaptación de las especies nativas, Pavlich y Tovar (1977) han descrito la ecomorfología de varias de las especies de puna, encontrando que existe una gran adaptación al medio ambiente frío y seco. Debido a la estacionalidad de las lluvias, los pastizales tienen un definido periodo de desarrollo, así como un periodo de descanso en la época seca Tapia y Flores (1984). Actitudes que pudimos comprobar con las especies en estudio.

Las especies de grupo de gramíneas (*Festuca dolichophylla*, *Poa gilgiana* y *Muhlenbergia fastigiata*), poseen alta capacidad de multiplicación vegetativa para emitir raíces, (Martínez, *et al.*, 2014), y esta característica podría ser una de las causas por las que se obtuvo un alto porcentaje de prendimiento y consecuentemente la persistencia y rebrote.

El grupo de especies de gramíneas como: *Carex sp*, *Carex equadorica* y *Juncus balticus*, alcanzaron porcentajes aceptables en prendimiento, pero en la persistencia fue baja y que en algunos casos hubo mortalidad de hasta 74% en *Carex sp* y 45% en *Juncus balticus*, siendo solo la especie *Carex equadorica* que pudo recuperarse y rebrotar; esto se le atribuye a que estas especies generalmente se desarrollan en suelos

húmedos e inundados; por estas consideraciones es que se ha obtenido resultados con persistencia y rebrote escasos, tal como mencionan (Tapia y Flores, 1984).

En el grupo de hierbas, en lo que respecta en persistencia fue baja o nula, durante el invierno, ya que la leguminosa nativa *Trifolium amabile* presenta la característica de dormancia; pero con la presencia de lluvias rebrota incluso hasta superar el porcentaje de prendimiento *Medicago hispida* por ser una especie anual a desaparecido durante la época de invierno, sin embargo presentó rebrote a partir de sus semillas cuando las condiciones de humedad del suelo fueron adecuados. *Alchemilla pinnata* fue una especie atípica; es decir, presenta durante todo el año un estado vegetativo latente y verde, no se observó daños fisiológicos por la incidencia de las heladas, lo que demuestra que esta especie, estaría presentando algunas defensas y adaptaciones para soportar temperaturas bajas o tenga algunas características ecofisiológicas como el ajuste osmótico (Argentel, *et al.*, 2013).

4.2. Composición florística del campo de pastoreo

4.2.1. Composición florística inicial

En la tabla 11, se observa la composición florística inicial (febrero 2017), del campo experimental, en donde las especies fueron clasificados de acuerdo al valor de consumo tanto de vacunos, ovinos y alpacas (Tapia y Flores; 1984); conformado y clasificado en especies: deseables, poco deseables, indeseables, sin valor forrajero (mantillo y suelo desnudo) y especies revegetados. Según lo evaluado es como sigue: se encontró una pobre composición florística 12.0% de especies deseables, en donde la especie con mayor porcentaje fue *Trifolium amabile* con 5.3%, seguido de *Bromus uniolooides* con 2.67%, además se aprecia la presencia de *Avena sativa* con 1.3%, esto se debe a que el cultivo anterior en el campo experimental era de esta especie.

En promedio las especies poco deseables son 15.7%, conformado en mayor porcentaje por *Bouteloua simplex* 6.3%, seguido de *Erodium cicutarum* con 2.0% y *Tarasa cerratei* con 1.3%. Las especies indeseables en promedio representa el 10.3% de todo el campo experimental, conformado en mayor porcentaje por la especie *Bidens pilosa* con 7.3%. Además se registró un 62.0% de sin valor forrajero conformado por 47.7% de suelo desnudo y 14.3% en mantillo. Las especies elegidas para ser revegetados inicialmente representan el 0.0%.

Tabla 11. Composición florística inicial del campo de pastoreo en estado de sucesión secundaria, INIA-Illpa, Puno.

Especies	TI (Fedó)		T2 (Pogi)		T3 (Mufa)		T4 (Casp)		T5 (Caeg)		T6 (Juba)		T7 (Tram)		T8 (Mehi)		T9 (Alpi)		PROMEDIO			
	N°	%																				
Deseables	9	3	30	10	69	23	9	3	30	10	69	23	9	3	30	10	69	23	9	3	36	12.0
<i>Avena sativa</i>	3	1	3	1	6	2	3	1	3	1	6	2	3	1	3	1	6	2	3	1	4	1
<i>Trifolium amabile</i>	6	2	21	7	21	7	6	2	21	7	21	7	6	2	21	7	21	7	21	7	16	5
<i>Taraxacum officinale</i>	---	---	6	2	3	1	---	---	6	2	3	1	---	---	6	2	3	1	3	1	3	1
<i>Bromus unioloides</i>	---	---	---	---	24	8	---	---	---	---	24	8	---	---	---	---	24	8	---	---	8	3
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	---	---	---	---	15	5	---	---	---	---	15	5	---	---	---	---	15	5	---	---	5	2
Poco deseables	87	29	24	8	30	10	87	29	24	8	30	10	87	29	24	8	30	10	87	29	47	15.7
<i>Bouteloua simplex</i>	54	18	3	1	---	---	54	18	3	1	---	---	54	18	3	1	---	---	---	---	19	6
<i>Tarasa cerratei</i>	12	4	---	---	---	---	12	4	---	---	---	---	12	4	---	---	---	---	---	---	4	1
<i>Oxalis minima</i>	3	1	---	---	---	---	3	1	---	---	---	---	3	1	---	---	---	---	---	---	1	0
<i>Erodium cicutarium</i>	3	1	3	1	12	4	3	1	3	1	12	4	3	1	3	1	12	4	3	1	6	2
<i>Distichlis humilis</i>	---	---	12	4	3	1	---	---	12	4	3	1	---	---	12	4	3	1	---	---	5	2
<i>Stipa brachiphylla</i>	9	3	---	---	---	---	9	3	---	---	---	---	9	3	---	---	---	---	---	---	3	1
<i>Brassica campestris</i>	---	---	---	---	3	1	---	---	---	---	3	1	---	---	---	---	3	1	---	---	1	0
<i>Capsella bursa pastoris</i>	---	---	---	---	6	2	---	---	---	---	6	2	---	---	---	---	6	2	---	---	2	1
<i>Tagetes mandonii</i>	3	1	---	---	6	2	3	1	---	---	6	2	3	1	---	---	6	2	3	1	3	1
<i>Lepidium bipinnatifidum</i>	3	1	6	2	---	---	3	1	6	2	---	---	3	1	6	2	---	---	---	---	3	1
Indeseables	15	5	39	13	39	13	15	5	39	13	39	13	15	5	39	13	39	13	15	5	31	10.3
<i>Senecio evacoides</i>	---	---	9	3	---	---	---	---	9	3	---	---	---	---	9	3	---	---	---	---	3	1
<i>Capsella sp</i>	---	---	---	---	15	5	---	---	---	---	15	5	---	---	---	---	15	5	---	---	5	2
<i>Senecio vulgaris</i>	---	---	3	1	---	---	---	---	3	1	---	---	---	---	3	1	---	---	---	---	1	0

Según el cuadro de clasificación de la vegetación, según el porcentaje de especies deseables y poco deseables (Tapia y Flórez; 1984), según los resultados de determinación de composición florística, la calidad del campo inicial es pobre. Los resultados obtenidos en la composición florística inicial son diferentes a lo manifestado por (Mendoza, 2011), quien manifiesta que antes de la incorporación de abonos orgánicos en una pradera nativa de *Festuca dolichophylla* en el sector de Mercedes del distrito de Santiago de Pupuja, provincia de Azángaro, encontró en mayor porcentaje de especies deseables (64.30 %), poco deseables (11.74 %), las especies no deseables fueron menor porcentaje (1.77%), también se presentó suelo desnudo en magnitudes mínimas de (7%).

Por otro lado los resultados de la presente investigación concuerdan con los resultados de (Choque y Villena, 2001), en el que realizaron estudios en pradera “chilliwa” de pastoreo comunal de Cotahuasi, provincia de Espinar, departamento de Cusco; encontraron una pobre composición florística de 17.33% de especies decrecientes, 42.67% de especies acrecentantes y solo 49.66% de especies clímax, en condición regular y un 18.33% de suelo desnudo.

Los resultados pueden estar asociados al efecto de laboreo excesivo del suelo tal como lo menciona (Tapia y Flores, 1984), quienes afirman que después de varios años de cultivo aparecen en los terrenos de descanso las especies anuales: *Aristida enodis*, *Bouteloua simplex*, *Muhlenbergia peruviana*, *Tagetes sp.*, *Capsella bursa pastoris*, etc.

4.2.2. Composición florística de revegetación final

En la tabla 12, se observa la composición florística de revegetación final (febrero 2017), del campo experimental, en donde las especies fueron clasificados de acuerdo al valor de consumo tanto de vacunos, ovinos y alpacas (Tapia y Flores; 1984); se observa que después de un año de haber realizado la clausura y revegetación con especies nativas de la zona, se observó que en la composición de especies deseables se obtuvo en promedio 17.70%; siendo *Bromus unioloides* la especie que más representa con 5.81%, seguido de *Taraxacum officinale* con 4.37%. Mientras que las especies poco deseable en promedio fue 12.3%, siendo *Tagetes mandonii*, la especie que más apareció con 4.41%, seguido de *Erodium cicutarum* con 2.85%. En especies indeseables se obtuvo en promedio 19.1%, conformado por las especies *Bidens pilosa* con 17.3% y *Capsella sp* con 1.3%. En tanto del grupo de sin valor forrajero, se encontró en promedio de total 23%, con 9.22% de mantillo y 14.22% de suelo desnudo.

Además en con las especies revegetados se tiene en promedio 28%, siendo las especies del grupo de las hierbas que mejor se revegetaron, por lo que la especie *Medicago hispida* aparece en mayor cantidad con 59.67%, seguido de *Alchemilla pinnata* con 38.7% y *Trifolium amabile* con 33% de revegetación; mientras que las especies del grupo de gramínoideas son las que menos resultaron a la revegetación, siendo la especie *Carex sp* es la especie que menos revegetación tuvo con solo 9.67%; mientras que *Juncus balticus* aparece con 14% y *Carex equadorica* con 16.7%.

Tabla 12. Composición florística de revegetación final del campo de pastoreo en estado de sucesión secundaria progresiva, INIA-Illpa, Puno.

Especies	Tratamientos																		Promedio		
	TI		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		N°	%	
	(Fed)	(Pogi)	(Mufa)	(Casp)	(Caeq)	(Juba)	(Tram)	(Mehi)	(Alpi)												
Deseables	62.0	20.7	43.0	14.3	51.0	17.0	86.0	28.7	76.0	25.3	46.0	15.3	43.0	14.3	31.0	10.3	40.0	13.3	53.0	17.7	
<i>Avena sativa</i>	4.0	1.3	---	---	3.0	1.0	---	---	3.0	1.0	---	---	2.0	0.7	2.0	0.7	---	---	---	1.6	0.52
<i>Trifolium amabile</i>	6.0	2.0	4.0	1.3	5.0	1.7	19.0	6.3	8.0	2.7	11.0	3.7	---	---	2.0	0.7	8.0	2.7	7.0	2.33	
<i>Taraxacum officinale</i>	23.0	7.7	9.0	3.0	16.0	5.3	14.0	4.7	18.0	6.0	10.0	3.3	14.0	4.7	11.0	3.7	3.0	1.0	13.1	4.37	
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	3.0	1.0	---	---	---	---	3.0	1.0	2.0	0.7	---	---	1.0	0.3	---	---	5.0	1.7	1.6	0.52	
<i>Medicago hispida</i>	5.0	1.7	11.0	3.7	4.0	1.3	---	---	6.0	2.0	---	---	6.0	2.0	---	---	7.0	2.3	4.3	1.44	
<i>Carex equadorica</i>	---	---	---	---	1.0	0.3	---	---	---	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	0.1	0.04	
<i>Paspalum pigmaeum</i>	1.0	0.3	1.0	0.3	---	---	9.0	3.0	9.0	3.0	---	---	---	---	---	---	---	---	2.2	0.74	
<i>Chenopodium pallidicaule</i>	3.0	1.0	5.0	1.7	4.0	1.3	5.0	1.7	3.0	1.0	3.0	1.0	7.0	2.3	3.0	1.0	1.0	0.3	3.8	1.26	
<i>Chenopodium quinoa</i>	---	---	---	---	---	---	1.0	0.3	1.0	0.3	---	---	---	---	---	---	---	---	0.2	0.07	
<i>Hordeum muticum</i>	9.0	3.0	---	---	2.0	0.7	---	---	---	0.0	1.0	0.3	---	---	---	---	---	---	1.3	0.44	
<i>Bromus unioloides</i>	8.0	2.7	13.0	4.3	14.0	4.7	34.0	11.3	25.0	8.3	21.0	7.0	13.0	4.3	13.0	4.3	16.0	5.3	17.4	5.81	
<i>Gentiana peruviana</i>	---	---	---	---	2.0	0.7	---	---	---	0.0	---	---	---	---	---	---	---	---	0.2	0.07	
<i>Eleocharis albibracteata</i>	---	---	---	---	---	---	1.0	0.3	1.0	0.3	---	---	---	---	---	---	---	---	0.2	0.07	
Poco deseables	57.0	19.0	32.0	10.7	21.0	7.0	28.0	9.3	42.0	14.0	50.0	16.7	46.0	15.3	21.0	7.0	34.0	11.3	36.8	12.3	
<i>Bouteloua simplex</i>	18.0	6.0	1.0	0.3	---	---	3.0	1.0	5.0	1.7	12.0	4.0	6.0	2.0	---	---	5.0	1.7	5.6	1.9	
<i>Tarasa cerratei</i>	1.0	0.3	4.0	1.3	2.0	0.7	---	---	---	---	4.0	1.3	2.0	0.7	2.0	0.7	2.0	0.7	1.9	0.6	
<i>Tagetes mandonii</i>	26.0	8.7	2.0	0.7	4.0	1.3	15.0	5.0	19.0	6.3	13.0	4.3	19.0	6.3	8.0	2.7	13.0	4.3	13.2	4.4	
<i>Bidens andicola</i>	1.0	0.3	3.0	1.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.4	0.2	
<i>Tagetes comunis</i>	1.0	0.3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.1	0.0	
<i>Verbena litoralis</i>	---	---	---	---	---	---	---	---	1.0	0.3	---	---	5.0	1.7	---	---	---	---	0.7	0.2	

Según Choque y Villena (2001), en pradera chilliwa después de un año de su clausura, encontraron mayor población de especies decrecientes de 31, especies deliciosas 4.33%, especies acrecentantes 37.67%, especies invasoras 14.33%, y suelo desnudo 12.67%. Lo cual coincide con los resultados obtenidos ya que hubo incremento de especies deseables y disminución de suelo desnudo y por la clasificación de la vegetación, según el porcentaje de especies deseables y poco deseables (Tapia y Flórez; 1984), la calidad del campo es regular, esto claramente es por los efectos de la revegetación y clausura.

Los resultados obtenidos en revegetación son diferentes por cada especie, lo cual podría deberse a las diferencias inherentes a la morfología y fisiología de estas especies así como el grado de respuesta a la revegetación (Willems, *et al.*, 1993). Además los resultados son respaldados por (Tejos, 2002), quien indica que la productividad de las pasturas naturalizadas se ve afectada por la mayor presencia de especies poco palatables y malezas que ejercen competencia, por agua, luz, anhídrido carbónico, nutrientes y espacio para germinar, crecer, florecer y producir semillas. Por otro lado, (Salamanca, 2003), informa que los factores edáficos y climáticos ejercen gran influencia en el medio ambiente donde crecen y se desarrollan los pastos, pueden favorecer o afectar su producción, por tal razón, es importante considerarlos antes de establecer su cultivo.

4.2.3. Cambios en la composición florística del campo de pastoreo en revegetación

En la tabla 13, se observa el cambio en la composición florística del campo de pastoreo en sucesión secundaria en revegetación y clausurado; en especies deseables hubo un incremento de 12.00% a 17.70%, lo cual indica que se mejoró en un 5.70%. Mientras en las especies poco deseables descendieron de 15.66% a 12.26%, el cambio fue del -3.4%. En especies indeseables, hubo un incremento de 10.33% a 19.1%, el aumento fue del 8.77%. Respecto a sin valor forrajero, disminuyeron considerablemente de 62.00% a 23.44%, el cambio fue del -38.56%. Las especies nativas revegetados representan el 27.52%.

En total las especies deseables más las especies deseables revegetados representan el 33.21%, lo cual indica que fue acertada la elección de estas especies para poder revegetar y restituir la composición florística del campo de pastoreo degradada de condición pobre a una condición regular en tan solo un año.

Tabla 13. Restitución de la composición florística del campo de pastoreo en sucesión secundaria, según valor de uso (2017 – 2018).

Especies	Inicial (%)	Final (%)	Restitución (%)
Deseables	12	17.68	5.68
Poco deseables	15.66	12.26	-3.4
Indeseables	10.33	19.1	8.77
Sin valor forrajero	62	23.44	-38.56
Especies revegetados	---	27.53	27.53
TOTAL	100	100	0

Los resultados obtenidos coinciden con los resultados obtenidos por (Choque y Villena, 2001), en una pradera de chilliwa clausurado; encontraron que por efectos de clausura se incrementó las especies deseables, las especies acrecentantes disminuyeron, igualmente las especies invasoras descendieron, así como también hubo disminución de suelo desnudo. Lo cual también demuestra que las especies clímax aumentan y se recuperan rápidamente por efectos de la práctica de plantación de especies nativas y clausura y también se mejora la condición del campo o pradera degradado.

La composición y productividad de los pastizales varían enormemente con el uso pasado y presente (Flórez, 1996), actitud que se pudo comprobar con a la composición florística inicial con respecto a la composición florística final. Además la clasificación de las plantas está basado en su reacción al, pastoreo por animales, tal como lo sugiere (Dyksterhuis, 1949).

4.3. Altura y cobertura vegetal de las especies en proceso de revegetación.

4.3.1 Altura de las especies en proceso de revegetación.

4.3.1.1 Altura de planta en prendimiento

El análisis de varianza para altura de planta de esquejes durante el prendimiento (tabla 14), muestra que los bloques, no existe diferencia estadística significativa; mientras que para las especies existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre las especies hay diferencias en altura de planta durante el prendimiento. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual al 19.28% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 14. Análisis de varianza para altura de planta de esquejes durante el prendimiento (otoño).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Bloques	2	19.97	9.98	1.70n.s.	3.63	6.23	0.2136
Tratamientos	8	3025.26	378.15	64.45**	2.59	3.89	<.0001
Error	16	93.88	5.86				
Total	26	3139.12					
CV=19.28%		\bar{X} =12.56 cm					

La prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta durante la estación de otoño, muestra que la especie *Medicago hispida* tuvo altura de planta con 29.40 cm, seguido de la especie *Poa gilgiana* con 28.53 cm, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la especie *Trifolium amabile* que tuvo menor altura de planta con 2.33 cm. La especie *Festuca dolichophylla* y *Juncus balticus* tuvieron 23.53 cm y 9.63 cm de altura de planta respectivamente. Las especies *Carex sp*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Alchemilla pinnata* y tuvieron alturas de planta de 5.00 cm, 4.60 cm, 4.07 cm, respectivamente.

Tabla 15. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta durante el prendimiento (otoño).

Orden de mérito	Especies	Altura de planta (cm)
1	<i>Medicago hispida</i>	29.40 a
2	<i>Poa gilgiana</i>	28.53 a
3	<i>Festuca dolichophylla</i>	23.53 b
4	<i>Juncus balticus</i>	9.63 c
5	<i>Carex sp</i>	5.97 c d
6	<i>Carex equadorica</i>	5.00 d
7	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	4.60 d
8	<i>Alchemilla pinnata</i>	4.07 d
9	<i>Trifolium amabile</i>	2.33 d

4.3.1.2 Altura de planta en persistencia

El análisis de varianza para altura de planta de esquejes durante la persistencia (Tabla 16), muestra que para los bloques no existe diferencia estadística significativa; mientras que para las especies existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre las especies hay diferencias en altura de planta. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual al 16.78% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 16. Análisis de varianza para altura de planta de esquejes durante la persistencia (invierno).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Bloques	2	0.22	0.11	0.08n.s.	3.63	6.23	0.9267
Tratamientos	8	1075.94	134.49	92.31 **	2.59	3.89	<.0001
Error	16	23.31	1.45				
Total	26	1099.47					
CV=16.78%	$\bar{X} = 7.19\text{cm}$						

La prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta durante la estación de invierno, muestra que la especie *Poa gilgiana* tuvo altura de planta con 18.87 cm, seguido de la especie *Festuca dolichophylla* con 18.10 cm, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la especie *Trifolium amabile* que tuvo menor altura de planta con 0.07 cm. La especies *Medicago hispida*, *Juncus balticus* y *Muhlenbergia fastigiata* tuvieron 6.37 cm, 6.33 cm y 5.17 cm de altura de planta respectivamente. Las especies *Carex sp*, *Carex equadorica* y *Alchemilla pinnata* con alturas de planta de 3.93 cm, 3.43 cm y 2.47 cm, respectivamente.

Tabla 17. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta durante la persistencia (invierno).

Orden de mérito	Especies	Altura de planta (cm)
1	<i>Poa gilgiana</i>	18.87 a
2	<i>Festuca dolichophylla</i>	18.10 a
3	<i>Medicago hispida</i>	6.37 b
4	<i>Juncus balticus</i>	6.33 b
5	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	5.17 b c
6	<i>Carex sp</i>	3.93 c d
7	<i>Carex equadorica</i>	3.43 c d
8	<i>Alchemilla pinnata</i>	2.47 d
9	<i>Trifolium amabile</i>	0.07 e

Rossel *et al* (1992) manifiestan que la altura de planta de la *Muhlenbergia fastigiata* es de 5 a 10 cm, el cual es menor en la evaluación realizada; *Festuca dolichophylla* es de 30 a 90 cm, en la evaluación se tuvo 18.1 cm, el cual es menor dentro del rango para esta especie. Las diferencias en altura de planta se ven diferenciadas por cada estación por la influencia de los factores medioambientales.

4.3.1.3 Altura de planta en rebrote

Análisis de varianza para altura de planta de esquejes en rebrote y crecimiento durante la estación de primavera (Tabla 18), muestra que para los bloques no existe diferencia estadística significativa; mientras que para las especies existen diferencias estadísticas altamente significativas, lo cual indica que entre las especies hay diferencias en altura de planta. Por otro lado, el coeficiente de variación (CV) igual al 15.32% indica que los datos evaluados son confiables (Vásquez, 1990).

Tabla 18. Análisis de varianza para altura de planta durante el rebrote (primavera).

F.V.	G.L	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Ft 0.01	Pr > F
Bloques	2	2.58	1.29	0.69 n.s.	3.63	6.23	0.55
Tratamientos	8	1655.46	206.93	110.15 **	2.59	3.89	<.0001
Error	16	30.05	1.87				
Total	26	1688.10					
CV=15.32%		\bar{X} =8.95cm					

La prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta en rebrote y crecimiento durante la estación de primavera, muestra que la especie *Festuca dolichophylla* tuvo altura de planta de 24.00 cm, seguido de la especie *Poa gilgiana* con 22.43 cm, los cuales estadísticamente son similares y superiores a la especie *Trifolium amabile* que tuvo menor altura de planta con 2.67 cm. La especie *Juncus balticus* tuvo 9.30 cm de altura de planta. Las especies *Medicago hispida*, *Carex sp*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Carex equadorica* y *Alchemilla pinnata* tuvieron alturas de planta de 4.97 cm, 4.87 cm, 4.47 cm, 4.47 cm y 3.37 cm respectivamente.

Tabla 19. Prueba de Duncan ($P \leq 0.05$), para especies sobre altura de planta de durante el rebrote (primavera).

Orden de mérito	Especies	Altura de planta (cm)
1	<i>Festuca dolichophylla</i>	24.00 a
2	<i>Poa gilgiana</i>	22.43 a
3	<i>Juncus balticus</i>	9.30 b
4	<i>Medicago hispida</i>	4.97 c
5	<i>Carex sp</i>	4.87 c
6	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	4.47 c
7	<i>Carex equadorica</i>	4.47 c
8	<i>Alchemilla pinnata</i>	3.37 c
9	<i>Trifolium amabile</i>	2.67 c

En la figura 6, se observa el comparativo de altura de planta durante el prendimiento, la persistencia y el rebrote, de las especies de gramíneas evaluadas, claramente

disminuyen su crecimiento en la época seca y empiezan a rebrotar y aumentar su crecimiento a partir del mes de setiembre., en donde la especie *Festuca dolichophylla* obtuvo su mejor promedio en altura de planta en el mes de enero de 2018 con 32.77 cm. Mientras que la especie *Poa gilgiana* tuvo su mejor promedio de altura en el mes de mayo de 2017 con 28.52 cm. Y la especie *Muhlenbergia fastigiata* alcanzó su mejor promedio de altura con 5.90 cm.

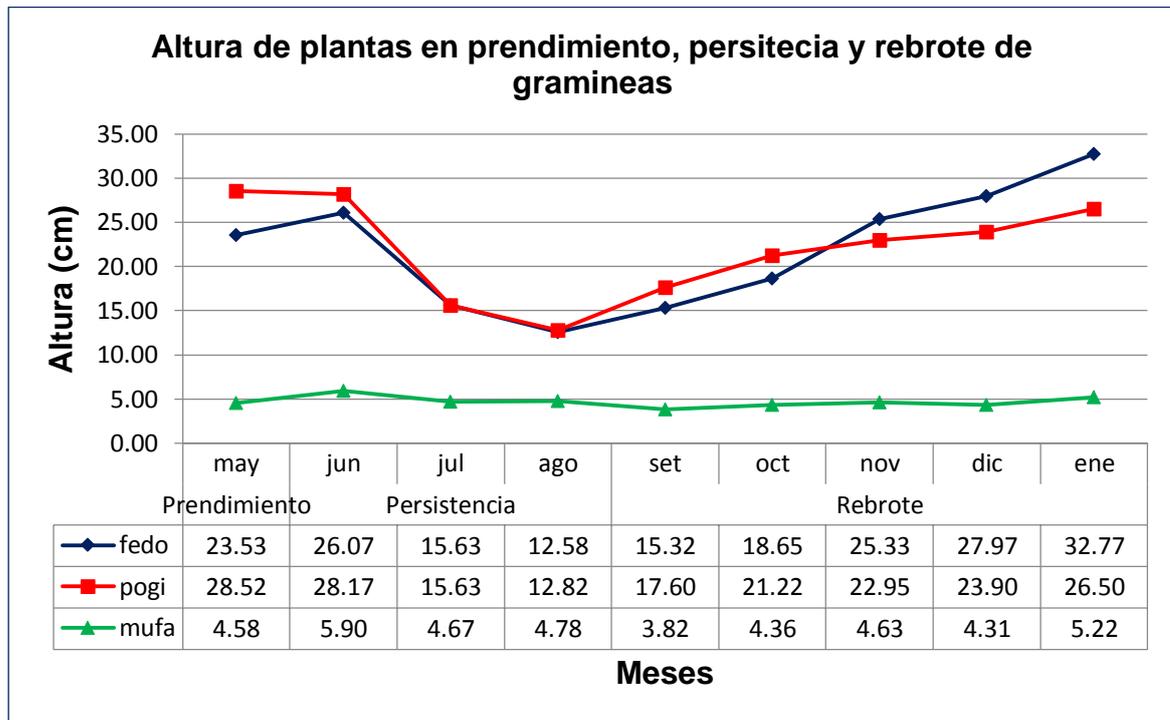


Figura 6. Comparativo entre de altura de planta de gramíneas por meses.

En la figura 7, se observa el comparativo de altura de planta entre el prendimiento, la persistencia y el rebrote de las especies de gramíneas evaluadas, en donde se ve que la especie *Juncus balticus* tuvo mayor altura de planta en prendimiento, la persistencia y rebrote al comparar con las especies *Carex equadorica* y *Carex sp.* *Juncus balticus* alcanzó su mejor promedio en altura el mes de noviembre del 2017 con 13.21 cm. Seguido de *Carex sp* y *Carex equadorica* ambos alcanzaron su mayor crecimiento en el mes de enero del 2018, con 6.87 cm, y 6.28 cm. respectivamente. Las tres especies de gramíneas tuvieron un descenso en persistencia durante los meses de junio a Agosto, siendo la especie *Carex equadorica* con más descenso.

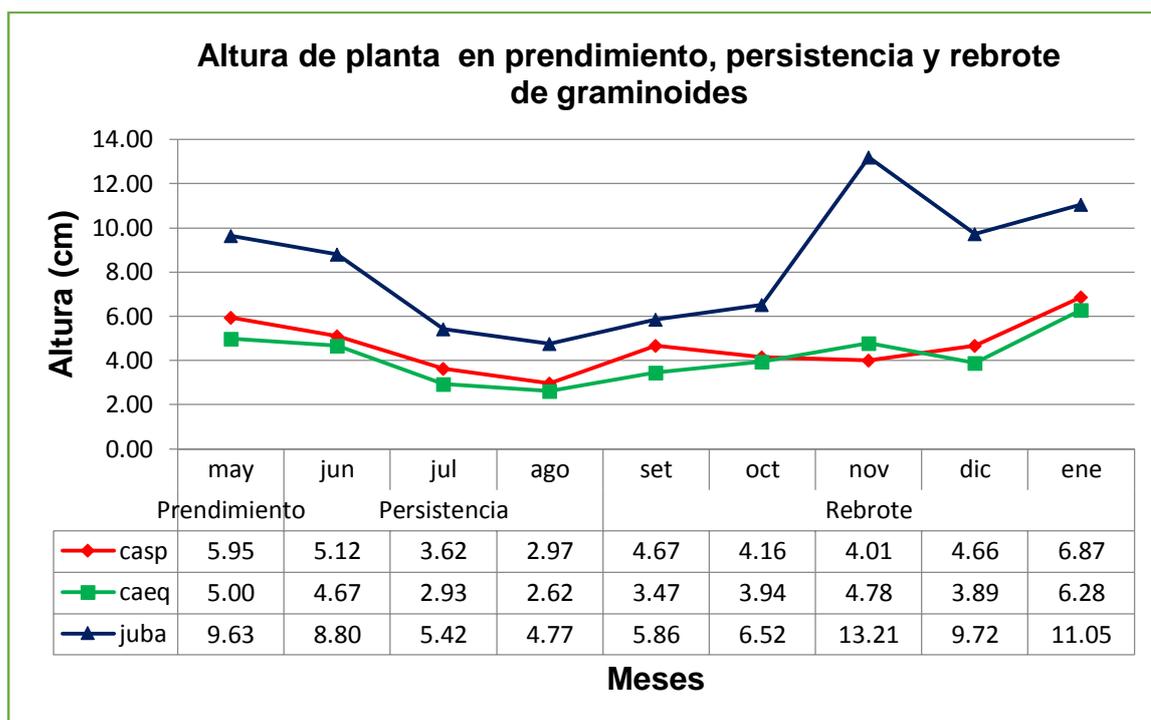


Figura 7. Comparativo de altura de planta de graminoides por meses.

En la figura 8, se observa el comparativo de altura de planta en el prendimiento, persistencia y el rebrote de las especies de hierbas evaluadas, en donde se ve que la especie *Medicago hispida* tuvo su mayor promedio en altura de planta con 29.40 cm en el mes de mayo, a partir del cual disminuye durante la época seca y desde el mes de setiembre tiene un ligero rebrote y crecimiento hasta el mes de diciembre y en enero tuvo mayor crecimiento en altura de planta al comparar con las especies *Alchemilla pinnata* y *Trifolium amabile*. Las especies *Alchemilla pinnata* y *Trifolium amabile* tuvieron similar comportamiento en crecimiento en el prendimiento, persistencia y rebrote, siendo su mejor promedio de altura de estas con 6.63 cm, y 4.47 cm respectivamente, ambos en el mes de enero de 2018.

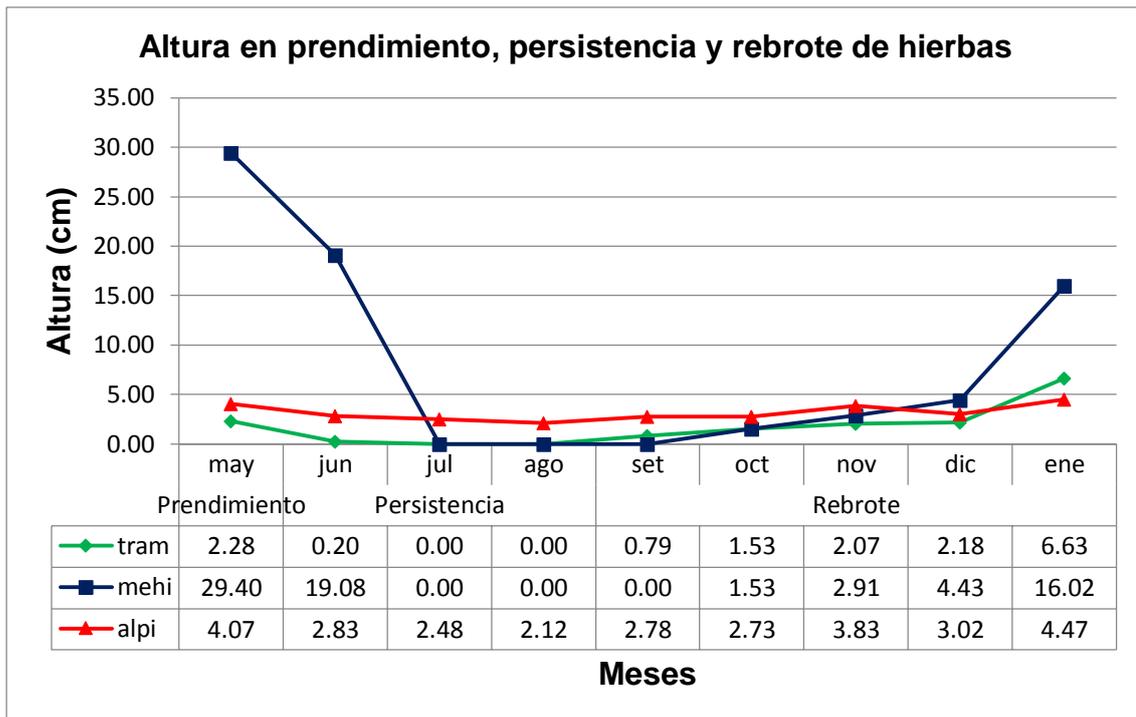


Figura 8. Comparativo de la altura de plantas de hierbas por meses.

Tapia y Flores (1984), indican que la distribución de las lluvias influye en el crecimiento de los pastos, esto lo pudimos comprobar durante el estudio con las especies nativas. Sin embargo no todas las especies tienen el mismo modo de crecimiento. Como se puede observar en la figura 6, donde las especies *Festuca dolichophylla* y *Poa gilgiana* tienen mayor altura que la especie *Muhlenbergia fastigiata*. Claramente se puede apreciar que la especie *Juncus balticus* tiene mayor crecimiento y altura con respecto a las especies *Carex sp* y *Carex equadorica*. Por otro lado la especie *Medicago hispida* supera en crecimiento y tamaño a las especies *Trifolium amabile* y *Alchemilla pinnata*.

En base a un estudio efectuado en chuquibambilla, Tapia (1977), considera que existe tres épocas bien definidas en relación con la disponibilidad de forraje, según menciona los meses más críticos son de julio a diciembre.

Las gramíneas altas como son las especies *Festuca dolichophylla* y *Poa gilgiana*, crean un área sombreada que permite el desarrollo de especies de menor altura, como es el caso de *Trifolium amabile*, que prospera en las planicies; acompañan a estas especies *Carex equadorica* y *Alchemilla pinnata*. Respecto a esto Astorga (1979), menciona que

estas especies algunos tienen un enraizamiento profundo y algunas especies como el *Carex* incluso pueden considerarse como “freatofitas”, manteniéndose verde gran parte del año; lo que no concuerda con los resultados obtenidos, ya que un alto porcentaje de las especies gramíneas en la estación de invierno mueren o se marchitan.

Al respecto Tapia y Flores (1984), atribuyen el mayor crecimiento de las especies nativas (noviembre-diciembre); esto se pudo comprobar ya que con la mayor frecuencia de las precipitaciones que se dan en estos meses, las especies incrementan su crecimiento. Poco se sabe del crecimiento de las especies nativas de pastizales y sería muy conveniente estudiar el desarrollo de las principales asociaciones, sobre todo su relación con la distribución de la precipitación.

4.3.2 Cobertura vegetal de las especies en proceso de revegetación

En la tabla 20, se muestra la cobertura vegetal inicial de la pradera al realizar la evaluación mediante el método del punto cuadrático, en donde los tratamientos con mayor cobertura fueron: *Muhlenbergia fastigiata*, *Juncus balticus* y *Alchemilla pinnata*, con 46%. Seguido de los tratamientos: *Festuca dolichophylla*, *Carex sp* y *Trifolium amabile*, con 37% y finalmente los tratamientos con menor cobertura fueron: *Poa gilgiana*, *Carex equadorica* y *Medicago hispida*, con 31%. Siendo el promedio del campo experimental 38% de cobertura vegetal al inicio. Mientras que el mantillo y suelo desnudo representa el 14.33% y 47.67% en promedio, respectivamente.

Tabla 20. Cobertura vegetal inicial por valor de uso del campo experimental.

ESPECIES	T1 (Fedo)	T2 (Pogi)	T3 (Mufa)	T4 (Casp)	T5 (Caeq)	T6 (Juba)	T7 (Tram)	T8 (Mehi)	T9 (Alpi)	Prom.
Deseables (%)	3.0	10.0	23.0	3.0	10.0	23.0	3.0	10.0	23.0	12.0
Poco deseables (%)	29.0	8.0	10.0	29.0	8.0	10.0	29.0	8.0	10.0	15.7
Indeseables (%)	5.0	13.0	13.0	5.0	13.0	13.0	5.0	13.0	13.0	10.3
Mantillo (%)	20.0	14.0	9.0	20.0	14.0	9.0	20.0	14.0	9.0	14.3
Suelo desnudo (%)	43.0	55.0	45.0	43.0	55.0	45.0	43.0	55.0	45.0	47.7
Especies revegetados (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
TOTAL	100	100								
Cobertura vegetal (%)	37	31	46	37	31	46	37	31	46	38

En la tabla 21, se muestra que la cobertura vegetal del campo mejoró significativamente, comparando los resultados del efecto que tiene la revegetación en la reducción de suelo desnudo, en donde la especie *Medicago hispida* tuvo desarrollo mejor con mayor cobertura vegetal con 93.00%, *Trifolium amabile* y *Alchemilla pinnata* 79.33%, *Carex equadorica* 76.67%, *Muhlenbergia fastigiata* 74.67%, *Festuca dolichophylla* 73.33%, *Poa gilgiana* 72.33% y *Carex sp* 71.67%. Así en promedio se tiene 76.56% con cobertura vegetal viva, y el suelo desnudo en promedio se obtuvo 14.22%.

Tabla 21. Cobertura vegetal de revegetación final por valor de uso del campo experimental.

ESPECIES	T1 (Fedo)	T2 (Pogi)	T3 (Mufa)	T4 (Casp)	T5 (Caeq)	T6 (Juba)	T7 (Tram)	T8 (Mehi)	T9 (Alpi)	Prom.
Deseables (%)	20.7	14.3	17	28.7	25.3	15.3	14.3	10.3	13.3	17.7
Poco Deseables (%)	19.0	10.7	7.0	9.3	14.0	16.7	15.3	7.0	11.3	12.3
Indeseables (%)	13.3	19.0	23.3	24.0	20.7	22.3	16.7	16.0	16.0	19.0
Especies Revegetados (%)	20.3	28.3	27.3	9.7	16.7	14.0	33.0	59.7	38.7	27.5
Mantillo (%)	8.7	12.3	10.0	13.3	8.3	16.7	6.7	3.0	4.0	9.2
Suelo desnudo (%)	18.0	15.3	15.3	15.0	15.0	14.7	14.0	4.0	16.7	14.2
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cobertura vegetal (%)	73.3	72.3	74.7	71.7	76.7	68.7	79.3	93	79.3	76.56

Los resultados de la cobertura final son superiores a la evaluación de cobertura inicial, los cuales son respaldados por Gao *et al.* (2002) quienes encontraron que la revegetación mejoró la cobertura vegetal en niveles de hasta un 85.0% en suelos degradados de Jilantai Salt Lake, China. Además estudios realizados por (Farfán, *et al.*, 1997), en Marampaqui de Ocongate-Cusco y Titiri de Mariscal Nieto-Moquegua; coinciden ya que la práctica de implementar cercos temporales incrementa en la cobertura vegetal. Lo cual nos permite afirmar que la clausura de terrenos es una práctica positiva en la recuperación de la cubierta vegetal.

Los resultados obtenidos son diferentes por cada tratamiento, lo cual podría deberse a las diferencias inherentes a la morfología y fisiología de estas especies así como el grado de respuesta a la revegetación (Willems *et al.*, 1993). Además (Dyksterhuis,

1949) considera que solo es posible llegar al 80% de especies decrecientes en la condición clímax.

4.4. Costo de instalación de la propagación asexual de las especies revegetados.

En la tabla 22, se observa el costo total de plantación esquejes de las especies nativas deseables, para cada tratamiento, la estimación de los mismos se calculó tomando en cuenta los costos directos, costos indirectos y el costo total; como mano de obra, esquejes, abono, uso de tierra y otros gastos. En donde la especie *Festuca dolichophylla* y *Poa gilgiana* tuvieron mayor costo con S/. 7010.2, Seguido de la especie *Juncus balticus*, *Carex sp* y *Carex equadorica* con S/. 6923.8; mientras que las especies *Muhlenbergia fastigiata*, *Trifolium amabile*, *Medicago hispida* y *Alchemilla pinnata* tuvieron un costo total de S/. 6751.0.

Tabla 22. Costo total de plantación de esquejes de las especies nativas.

	Costos de plantación (S/. por ha)								
	Fedo	Pogi	Mufa	Casp	Caeq	Juba	Tram	Mehi	Alpi
Costo Directo	6352	6352	6112	6272	6272	6272	6112	6112	6112
Costo Indirecto	658.2	758.2	638.9	651.7	651.76	651.76	638.9	639	638.9
Costo Total	7010.2	7010.2	6751.0	6923.8	6923.8	6923.8	6751.0	6751.0	6751.0

La plantación de pastos nativos es una práctica o técnica intensiva de mejora de praderas o campos degradados, que requiere mayor cantidad de mano de obra y otros gastos, pero es la más adecuada para acelerar los procesos de sucesión vegetal secundaria. Las especies de gramíneas altas son más costosas ya que requiere mayor cantidad de mano de obra en el traslado de matas y separación de esquejes, pero son especies que también son con alto porcentaje de adaptación al trasplante. Las especies gramínoideas son especies que requieren mayor gasto en mano de obra para el proceso de separación de esquejes, además son especies que menos se adaptaron a la plantación, lo que hace que no sea adecuado usarlos para revegetar, en especial en campos desnudos secos y bajo secano.

CONCLUSIONES

Los mayores porcentajes de prendimiento y persistencia, se logró con la especie *Festuca dolichophylla* (99.67 y 92.975%), seguidos por *Poa gilgiana* (95.0 y 90.6%), *Muhlenbergia fastigiata* (91.17 y 57.07%), *Alchemilla pinnata* (89.5 y 78.13%), después de su plantación por esquejes y al año de clausura.

El estudio demostró también que es posible restituir la composición florística de campos de pastoreo en estado de sucesión secundaria progresiva en el corto plazo, mediante propagación vegetativa, puesto que se logró el incremento de especies deseables de 12 a 17.70%, las especies poco deseables descendió de 15.66 a 12.26%, las especies indeseables incrementaron de 10.33 a 19.1% y las especies revegetados en conjunto restituyeron en un 28%.

El altura de planta, fue muy variable de acuerdo a las especie siendo las especies con mayor crecimiento en prendimiento (verano - otoño): *Medicago hispida* tuvo 29.4 cm, *Poa gilgiana* tuvo 28.53 cm y *Festuca dolichophylla* 23.53 cm. En persistencia (otoño - invierno), la especie *Festuca dolichophylla* tuvo 24 cm, seguido de *Poa gilgiana* 22.43 cm y *Juncus balticus* 9.3 cm y en la fase de rebrote (otoño – primavera-verano); *Festuca dolichophylla* tuvo 24.00 cm, seguido de *Poa gilgiana* 22.43 cm. La revegetación con especies nativas mejoró el porcentaje de cobertura vegetal, y la respuesta de la vegetación varió dependiendo de la especie vegetal, se observaron mejores resultados con la especie *Medicago hispida* que tuvo 93%, seguido de *Trifolium amabile* y *Alchemilla pinnata* 79.33% respectivamente; en conjunto de todo el campo experimental se disminuyó el suelo desnudo de 47.7 a 14.2%, se incrementó la cobertura vegetal de 38 a 77%.

En costos de la plantación (instalación) por hectárea, de esquejes de pastos nativos deseables, la especie *Poa gilgiana* y *Festuca dolichophylla*, alcanzaron el mayor costo de S/. 7010.2, respecto a las demás especies estudiados.

RECOMENDACIONES

Hacer extensivo los resultados obtenidos en el presente estudio para aplicarlos a mayor escala y comprobar su efectividad.

Se recomienda profundizar el estudio de los pasto *Poa gilgiana*, *Alchemilla pinnata* y *Medicago hispida*.

Realizar estudios de abobamiento, fertilización y riego complementario en pastos nativos.

Realizar cosechas de semillas de pastos naturales e investigar el porcentaje de germinación de estas.

REFERENCIAS

Alejo, J.; Valer, F.; Pérez, J.; Canales, L.; Bustinza, L. (2014). Manejo de pastos naturales altoandinos. Manual Técnico No 2. Programa de Adaptación al Cambio Climático – PACCPPeru. Lima, Perú.

Allen, E.B. (1995). Restoration ecology: limits and possibilities in arid and semiarid lands. In: Roundy B.A., McArthur E.D., Haley J.S. & Mann D.K. (Eds.), Proceedings: Wildland Shrub and Arid Land Restoration Symposium. General Technical Report INT-GTR-315. U.S. Forest Service, Intermountain Research Station, Ogden, Utah, pp. 7-15.

Argote, G. (2012). Autoecología del trébol nativo (*Trifolium amabile* HBK) en praderas nativas de Puno. Tesis para optar el grado de Doctoris Philosophiae (Ph.D.) en ciencia animal. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Argote, G. Aguirre, L. Flores, E. (2013). Ecología aplicada. Frecuencia de *Trifolium amabile* KUNTH (Fabaceae) en dos sitios del Altiplano de Puno, Perú. Departamento académico de Biología, Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.

Argote, G. (2018). Semillero de poa gilgiana. Comunicación personal. Estación Experimental Agraria Illpa – INIA. Puno, Perú.

Argentel, L. González, L. López, R. D. López, R. C. (2013). Régimen hídrico y ajuste osmótico en variedades Cubanas de trigo (*Triticum aestivum* y *T. durum*) cultivadas en condiciones de salinidad. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Ministerio de Educación Superior. Cuba

Astorga, Juan. (1979). Estudio fitosociológico de los pastizales de puno. Mimeo. UNTA, Puno.

Buckner, D. (2010). Native Plant Revegetation Guide for Colorado. Colorado Department of Natural Resources. Vol 3. 91-95.

Briske, D. and Heitschmidt, R. 1991. Grazing management an ecological perspective. An ecological perspective, pp. 11-26.

Chahuares, E. P. 2007. Proyectos agropecuarios y agroindustriales. Primera edición. Puno – Perú. Impreso en Perú. 178 p.

Call, C.A. y Roundy, B.A. (1991). Perspectives and processes in revegetation of arid and semiarid rangelands. *Journal of Range Management*. 44(6), 543-549.

Choque, J. y Villena, J. (2001). Manejo de praderas y conservación de suelos. Proyecto MARENASS-CIEDES. Informe final de consultoría, Puno-Perú.

Choque, J. (2002). Producción y Manejo de Especies Forrajeras. Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.

Commander L.E., Rokich D.P., Renton M., Dixon K.W. & Merritt D.J. (2013). Optimising seed broadcasting and greenstock planting for restoration in the Australian arid zone. *Journal of Arid Environments*. 88, 226-235.

Dyksterhuis, E. (1949). Condition and management of range land upon quantitative ecology. *J. Range Management*. 2:104-105. USA.

Dobb, A. Burton, S. (2012). British Columbia Rangeland Seeding Manual. B.C Ministry of Agriculture of Canada.

FAO. (2014). Los bosques y el agua. Roma, Italia.

Farfán, R. (1998). Pastos y nutrición. Curso crianza de alpacas. MINAG Agencia de extensión Sicuani-INIPA. Convenio IVITA-COTESU. 60 p.

Farfán, R. y Farfán E. (2012). Producción de pasturas cultivadas y manejo de pastos naturales altoandinas. 1era edición. Convenio INIA-Gobierno Regional de Moquegua. Perú.

Farfán, L. y San Martín, H. 1997. Manual de producción y manejo de Phalaris. CISA. Serie de manual N° 3. Impresión en talleres gráficos Art. Lautrec S.R.Ltda. Lima – Perú. 42p.

Flores, E. 1996. Reality, limitations and research needs of the Peruvian livestock sector. Latinoamérica Regional Livestock Assessment Workshop. pp. 1-8.

Flórez, A., Malpartida, E. y San Martín F. (1992). Manual de forrajes para zonas áridas y semiáridas andinas. Lima, Perú.

García, G. 2015. Influencia de la revegetación con Festuca humilior y la incorporación de fertilizantes en la recuperación de pastizales degradados. Tesis de Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado Maestría en Producción Animal. Lima- Perú. Recuperado de: <http://.repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3404/garcia-serna-gisella.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Gao Y., Yu Qiu G., Shimizu H., Tobe K., Sun B. & Wang, J. (2002). A 10-year study on techniques for vegetation restoration in a desertified salt lake area. Journal of Arid Environments. 52, 483-497.

Guillen, R.L. y Tate, K.W. 1993. The constituent differential method for determining live and dead herbage. Journal of Range Management. 46(2). pp 142-147.

Goeldner, J. (1995). A Seattle-area volunteer based plant-rescue program. Restoration & Management Notes 13:16-19.

Herbel, C.H. (1983). Principles of intensive range improvements. Journal of range management. 36(2): pp140-144.

Horton, H. ED. (1989). Interagency Forage and Conservation Planting Guide for Utah. Extension Circular EC433. Utah State University, Agricultural Experiment Station, Logan, and the Cooperative Extension Service, Utah State University, Logan.

Krogh S.N., Zeisset M.S., Jackson E. & Whitford W.G. (2002). Presence/absence of a keystone species as an indicator of rangeland health. *Journal of Arid Environments*. 50, 513-519.

López-Encina, C. y Simón-Pérez, E. (2001). Revegetación con especies vegetales micropopagadas.

López-Jimeno, C. (2002). Manual de estabilización y revegetación de taludes. Ed. C. López Jimeno, Madrid.

Mandel, R. (1990). The development of a low-cost methodology for the vegetative production of Eastern red cedar - *Juniperus virginiana*. Unpublished data, USDA-NRCS Cape May Plant Materials Center, Cape May Court House, New Jersey.

Mamani, G. 2001. Zonificación ecológica para la aplicación de estrategias de mejoramiento en praderas naturales de la microcuenca Río Negro Ancash. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

Mamani, G.; García, A.; Durand, F. 2012. Manejo y Utilización de Praderas Naturales en la Zona Altoandina. INIA. EEA Canaan - Ayacucho- Perú.

Martinez, T., Urquia J.J., Tejerina J.I. y Gerrero, A. (2014). Producción herbácea y calidad de pasto en un sistema silvopastoril adhesionados de la sierra de Madrid. En: Busqué J. et al. (Eds) *Pastos y PAC 2014-2020*, pp 421-428. España.

Mcnaughton, S., Oesterheld, M., Frank, D. Williams, K. (1989). Ecosystem level patterns of primary productivity and herbivory in terrestrial habitats. *Nature* 341: 142-144.

Mendoza, H. (2011). Evaluación de pradera nativa (*Festuca dolichophylla*) a la incorporación de abonos orgánicos y siembra de trébol blanco (*Trifolium repens*) sin y con labranza mínima en Puno. Tesis de Maestría. Escuela de Post Grado. Maestría en Agricultura andina. Universidad Nacional del Altiplano.

Miller, G. (1994). *Ecología y medio ambiente*. Grupo editorial Iberoamérica. Estados Unidos de América.

Montemayor M., Price J., Rocherfort L. & Boudreau S. (2008). Temporal variations and spatial patterns in saline and waterlogged peat fields: 1. Survival and growth of salt marsh graminoids. *Environmental and Experimental Botany*. 62, 333-342.

Morgan, R.P.C: y Rickson, R.J. (1995). *Slope Stabilization and erosion control. A Bioingenierig Approach*. E. y FN Spon, Londres.

Odum, E. (1986). *Fundamentos de ecología*. Edit. Nueva editorial Interamericana. México.

ONERN y CORPUNO. (1965). *Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno: sector de prioridad I*. Lima, Perú.

ORDEPUNO, (1979), Dirección Regional de Agricultura y Alimentación, *Convenio de Cooperación Técnica Perú Nueva Zelandia*, Puno.

Pavlich, M. y Tovar, O. (1977). Ecomorfología de algunas plantas de la puna del Perú central. *Archivo de biología andina*. Vol. 7, No. 1:28-53. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Petersen S. & Stringham T. (2008). Infiltration, runoff, and sediment yield in response to western juniper encroachment in southeast Oregon. *Journal of Rangeland Ecology and Management*. 61, 74–81.

Rossel F.; Choque J. y Huacan T. (1992). *Guía germoplasma de pastos nativos andinos*. Convenio PELT/INADE – IC/COTESU. Puno, Perú.

Ruiz, C. y Tapia, M. (1987). *Producción y Manejo de Forrajes en los Andes del Perú*. Convenio INIPA-CIID-ACDI. Lima-Perú.

Salamanca, J. (2003). Establecimiento de pasturas. TOA. Santa Fe de Bogotá, CO. pp 13 y 18.

Smith S.D., Monson R.K. & Anderson J.E. (1997). Physiological Ecology of North American Desert Plants. Springer, New York, USA.

Spain, J.M. & Gualdron, R. (1991). Degradación y rehabilitación de pasturas. Establecimiento y renovación de potreros. Conceptos, experiencias y enfoques de la investigación. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Sexta reunión Comité Asesor CIAT. Cali, Colombia.

Tácuna, R.; Aguirre, L.; Flores, E. (2015). Influencia de la revegetación con especies nativas y la incorporación de materia orgánica en la recuperación de pastizales degradados. Artículo publicado. Ecología Aplicada, 14(2), 2015. ISSN 1726-2216. Depósito legal 2002-5474. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú.

Tapia, Mario E. (1977). Conocimientos actuales sobre sistemas de alimentación animal en zonas áridas de América Latina (Altiplano de Puno). AID, CATIE, IFI-UCR. Publ. Misc. N°. 174, IICA, Turrialba, Costa Rica.

Tapia, M. y J. Flores. (1984). Pastoreo y Pastizales de los Andes del Sur del Perú. Servs. Edits. Adolfo Arteta. Lima Perú.

Tejos, R. (2002). Pastos Inundados de sabanas inundables. Caracterización y manejo. Magargarf Barquisimeto. Venezuela.

Vasquez, V. (1990). Experimentation Agricola. Amaru editores. 1ra ed. Lima, Perú.

Ventura, O. (2003). Ponencia: Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de las praderas altoandinas en el Perú – políticas para el manejo sostenible. En: “III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas.” Arequipa, Perú.

Westoby, M. W. and Noy-Meir, I. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Range Management*. 42: 266-274

Whitford W.G. (1995). Desertification: implications and limitations of the ecosystem health metaphor. In: Rapport, D.J., Gaudet, C. L. & Calow, P. (Eds), *Evaluating and Monitoring the Health of Large-Scale Ecosystems*, pp. 257–166. NATO ASI Series. Berlin: Springer-Verlag.

Willems J.H., Peet R.K. & Bik L. (1993). Changes in chalkgrassland structure and species richness resulting from selective nutrient additions. *Journal of Vegetation Science*. 4, 203–212.

Zamora, P. Rico, I. Ramírez, R. Barrientos, A. Plasencia, P. Villegas, M. Domínguez, C. y Gutiérrez, B. (2018). Composición y estructura de la vegetación secundaria en Bethania, Campeche, México. *Instituto Politécnico Nacional México*. Núm. 45: 57-74.

ANEXOS

Anexo 1. Datos evaluados

Tabla 23. Datos de temperatura del suelo del área experimental.

Grupo	Especie	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
Gramíneas	Fedo	14.4	14.0	10.9	11.0	12.3	10.0	11.9	8.9	13.8	12.0	15.0	12.0
	Pogi	14.2	13.7	10.7	10.5	12.0	10.0	11.6	8.4	13.6	12.0	14.6	12.0
	Mufa	14.1	14.1	10.8	10.6	11.9	10.2	11.8	8.1	13.2	12.1	14.4	11.7
Promedio		14.2	13.9	10.8	10.7	12.0	10.0	11.7	8.5	13.5	12.1	14.7	11.9
Graminoides	Casp	14.3	14.0	11.0	11.0	12.2	10.2	11.9	8.6	13.5	12.1	14.8	11.3
	Caeq	14.1	14.1	10.8	11.1	12.8	9.9	12.0	9.0	13.4	12.1	14.6	11.9
	Juba	14.1	14.2	11.5	11.0	12.6	10.4	11.6	8.7	13.5	12.1	14.6	11.7
Promedio		14.2	14.1	11.1	11.0	12.5	10.2	11.8	8.8	13.5	12.1	14.7	11.6
Hierbas	Tram	14.3	13.7	10.8	11.1	11.9	10.0	11.8	8.8	13.6	12.2	14.3	11.7
	Mehi	14.3	13.7	11.3	11.0	11.4	9.9	12.0	8.9	13.7	11.9	14.1	11.9
	Alpi	14.1	14.2	11.2	11.0	11.6	10.3	11.9	8.9	13.6	12.1	14.0	12.1
Promedio		14.2	13.9	11.1	11.0	11.6	10.1	11.9	8.8	13.7	12.1	14.1	11.9

Tabla 24. Datos de humedad del suelo del área experimental.

Grupo	Especie	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE
Gramíneas	Fedo	22.2	24.6	19.5	18.2	11.7	9.4	8.9	17.9	22.7	15.8	12.8	23.6
	Pogi	19.1	23.1	25.4	20.4	10.8	9.4	8.8	17.4	20.3	17.9	13.6	21.5
	Mufa	22.8	28.6	19.8	20.7	13.3	9.3	9.2	20.0	16.2	17.1	12.6	24.2
Promedio		21.4	25.4	21.6	19.8	11.9	9.3	9.0	18.4	19.7	17.0	13.0	23.1
Graminoides	Casp	18.9	23.9	21.5	19.6	14.0	9.9	7.6	18.3	18.4	17.4	12.4	25.5
	Caeq	22.0	24.0	24.2	20.2	12.5	10.6	10.0	17.6	23.0	19.7	12.5	21.6
	Juba	20.2	23.3	25.3	18.2	12.9	9.0	10.4	16.3	19.0	13.8	11.4	25.2
Promedio		20.4	23.7	23.7	19.3	13.1	9.8	9.4	17.4	20.2	16.9	12.1	24.1
Hierbas	Tram	21.0	24.7	21.5	19.6	12.3	10.7	11.1	17.6	17.9	17.1	14.8	27.3
	Mehi	20.7	22.4	20.8	18.5	13.8	10.1	9.2	19.0	20.5	16.9	11.9	22.3
	Alpi	22.0	24.7	21.7	18.3	12.7	9.4	8.8	18.1	19.3	19.2	14.0	24.0
Promedio		21.2	23.9	21.3	18.8	12.9	10.1	9.7	18.2	19.2	17.7	13.6	24.5

Tabla 25. Datos de porcentaje por etapa de las especies en estudio.

Tratamiento	Especies	Repetición	Prendimiento	Persistencia	Rebrote
T1	Fedo	I	100.0	86.7	96.4
T1	Fedo	II	100.0	99.2	98.9
T1	Fedo	III	99.0	93.0	99.4
T2	Pogi	I	95.5	90.7	99.3
T2	Pogi	II	92.0	87.3	96.5
T2	Pogi	III	97.5	93.8	93.1
T3	Mufa	I	95.0	75.0	92.4
T3	Mufa	II	93.0	80.0	93.6
T3	Mufa	III	96.5	86.2	87.2
T4	Casp	I	71.0	40.7	22.9
T4	Casp	II	82.5	47.2	37.5
T4	Casp	III	55.5	17.2	15.5
T5	Caeq	I	88.0	48.2	67.0
T5	Caeq	II	95.0	78.3	91.4
T5	Caeq	III	90.5	44.7	86.8
T6	Juba	I	90.0	53.2	49.6
T6	Juba	II	88.5	42.5	52.2
T6	Juba	III	67.0	32.8	53.1
T7	Tram	I	61.5	3.5	72.6
T7	Tram	II	76.5	1.7	49.0
T7	Tram	III	62.0	0.7	65.0
T8	Mehi	I	98.0	10.7	47.5
T8	Mehi	II	99.5	8.5	38.8
T8	Mehi	III	97.5	7.3	47.8
T9	Alpi	I	95.0	80.5	90.6
T9	Alpi	II	94.0	86.2	85.9
T9	Alpi	III	79.5	67.7	66.5

Tabla 26. Datos transformados de porcentaje por etapa de las especies en estudio.

Tratamiento	Especies	Repetición	Prendimiento	Persistencia	Rebrote
T1	Fedo	I	90.00	68.61	79.06
T1	Fedo	II	90.00	84.87	83.98
T1	Fedo	III	84.26	74.66	85.56
T2	Pogi	I	77.75	72.24	85.20
T2	Pogi	II	73.57	69.12	79.22
T2	Pogi	III	80.90	75.58	74.77
T3	Mufa	I	77.08	60.00	74.00
T3	Mufa	II	74.66	63.43	75.35
T3	Mufa	III	79.22	68.19	69.04
T4	Casp	I	57.42	39.64	28.59
T4	Casp	II	65.27	43.39	37.76
T4	Casp	III	48.16	24.50	23.18
T5	Caeq	I	69.73	43.97	54.94
T5	Caeq	II	77.08	62.24	72.95
T5	Caeq	III	72.05	41.96	68.70
T6	Juba	I	71.57	46.83	44.77
T6	Juba	II	70.18	40.69	46.26
T6	Juba	III	54.94	34.94	46.78
T7	Tram	I	51.65	10.78	58.44
T7	Tram	II	61.00	7.49	44.43
T7	Tram	III	51.94	4.80	53.73
T8	Mehi	I	81.87	19.09	43.57
T8	Mehi	II	85.95	16.95	38.53
T8	Mehi	III	80.90	15.68	43.74
T9	Alpi	I	77.08	63.79	72.15
T9	Alpi	II	75.82	68.19	67.94
T9	Alpi	III	63.08	55.37	54.63

Tabla 27. Datos de altura de planta por etapa de las especies en estudio.

Tratamiento	Especies	repetición	Prendimiento	Persistencia	Rebrote
T1	Fedo	I	24.4	19.3	23.1
T1	Fedo	II	20.3	16.6	23.8
T1	Fedo	III	25.9	18.4	25.1
T2	Pogi	I	29.6	19.0	22.7
T2	Pogi	II	27.2	20.1	20.8
T2	Pogi	III	28.8	17.5	23.8
T3	Mufa	I	4.4	5.7	4.5
T3	Mufa	II	4.8	5.7	4.9
T3	Mufa	III	4.6	4.1	4.0
T4	Casp	I	5.7	3.2	3.8
T4	Casp	II	6.0	4.8	6.6
T4	Casp	III	6.2	3.8	4.2
T5	Caeq	I	5.8	3.6	4.2
T5	Caeq	II	4.1	3.2	4.5
T5	Caeq	III	5.1	3.5	4.7
T6	Juba	I	11.1	5.0	6.7
T6	Juba	II	9.8	8.0	12.5
T6	Juba	III	8.0	6.0	8.7
T7	Tram	I	2.6	0.1	3.0
T7	Tram	II	2.6	0.0	2.3
T7	Tram	III	1.8	0.1	2.7
T8	Mehi	I	28.4	7.9	5.8
T8	Mehi	II	23.4	4.2	4.0
T8	Mehi	III	36.4	7.0	5.1
T9	Alpi	I	3.2	1.7	2.8
T9	Alpi	II	4.5	2.5	2.9
T9	Alpi	III	4.5	3.2	4.4

Anexo 2. Costos de instalación

Tabla 28. Costos de plantación de esquejes de *Festuca dolichophylla*.

Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
ESPECIE <i>Festuca dolichophylla</i>				
AREA: 1 ha				
LOCALIDAD: INIA-ILLPA-PUNO				
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2800
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos para el trasplante	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Festuca dolichophylla</i>	Jornal	10	40	400
Traslado de matas de <i>Festuca dolichophylla</i>	Jornal	4	40	160
Separación de esquejes	Jornal	16	40	640
Plantación de esquejes	Jornal	16	40	640
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				1300
Esquejes de <i>Festuca dolichophylla</i>	Nº/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	Ha	1	150	150
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6352
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6352	508.16
Análisis de caracterización de suelos	Muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				658.16
III. COSTO TOTAL (I + II)				7010.16

Tabla 29. Costos de plantación de esquejes de *Poa gilgiana*

ESPECIE *Poa gilgiana*
AREA: 1 ha
LOCALIDAD: INIA-ILLPA-PUNPO

Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2800
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos para el trasplante	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Poa gilgiana</i>	Jornal	10	40	400
Traslado de matas de <i>Poa gilgiana</i>	Jornal	4	40	160
Preparación de esquejes	Jornal	16	40	640
Plantación de esquejes	Jornal	16	40	640
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				2300
Esquejes de <i>Poa gilgiana</i>	N°/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	Ha	1	150	150
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6352
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6352	508.16
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				658.16
III. COSTO TOTAL (I + II)				7010.16

Tabla 30. Costos de plantación de esquejes de *Muhlenbergia fastigiata*.

ESPECIE		<i>Muhlenbergia fastigiata</i>			
AREA:		1 ha			
LOCALIDAD:		INIA-ILLPA-PUNO			
Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total	
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Mano de Obra				2560	
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240	
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560	
Obtención de matas de <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	Jornal	8	40	320	
Traslado de matas <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	Jornal	4	40	160	
Separación de esquejes	Jornal	14	40	560	
Plantación de esquejes	Jornal	14	40	560	
Abonado	Jornal	4	40	160	
1.2 Insumos				1300	
Esquejes de <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	N°/ha	40000	0.025	1000	
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300	
1.3 Otros				2252	
Alquiler de terreno	ha	1	150	150	
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80	
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240	
Alambre de púas	Rollo	3	250	750	
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100	
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220	
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112	
Sacos	Unidad	100	6	600	
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6112	
II. COSTOS INDIRECTOS					
Gastos Administrativos	%	8	6112	488.96	
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150	
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				638.96	
III. COSTO TOTAL (I + II)				6750.96	

Tabla 31. Costos de plantación de esquejes de *Carex sp.*

ESPECIE		<i>Carex sp</i>		
AREA:		1 ha		
LOCALIDAD:		INIA-ILLPA-PUNO		
Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2720
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Carex sp</i>	Jornal	8	40	320
Traslado de matas de <i>Carex sp</i>	Jornal	4	40	160
Separación de esquejes	Jornal	16	40	640
Plantación de esquejes	Jornal	16	40	640
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				1300
Esquejes de <i>Carex sp</i>	N°/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	Ha	1	150	150
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6272
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6272	501.76
Análisis de caracterización de suelos	Muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				651.76
III. COSTO TOTAL (I + II)				6923.76

Tabla 32. Costos de plantación de esquejes de *Carex equadorica*

ESPECIE		<i>Carex equadorica</i>		
AREA:		1 ha		
LOCALIDAD:		INIA-ILLPA-PUNO		
Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2720
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Carex equadorica</i>	Jornal	8	40	320
Traslado de matas	Jornal	4	40	160
Separación de esquejes	Jornal	16	40	640
Plantación de esquejes	Jornal	16	40	640
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				1300
Esquejes de <i>Carex equadorica</i>	Nº/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	ha	1	150	150
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6272
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6272	501.96
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				651.76
III. COSTO TOTAL (I + II)				6923.76

Tabla 33. Costos de plantación de esquejes de *Juncus balticus*.

ESPECIE *Juncus balticus*
AREA: 1 ha
LOCALIDAD: INIA-ILLPA-PUNO

Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2720
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Juncus balticus</i>	Jornal	8	40	320
Traslado de matas	Jornal	4	40	160
Separación de esquejes	Jornal	16	40	640
Plantación de esquejes	Jornal	16	40	640
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				1300
Esquejes de <i>Juncus balticus</i>	N°/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	ha/año	1	150	150
Alquiler de camioneta	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6272
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6272	501.76
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				651.76
III. COSTO TOTAL (I + II)				6923.8

Tabla 34. Costos de plantación de esquejes de *Trifolium amabile*.

ESPECIE *Trifolium amabile*
AREA: 1 ha
LOCALIDAD: INIA-ILLPA-PUNO

Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2560
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Trifolium amabile</i>	Jornal	8	40	320
Traslado de matas	Jornal	4	40	160
Separación de esquejes	Jornal	14	40	560
Plantación de esquejes	Jornal	14	40	560
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				1300
Esquejes de <i>Trifolium amabile</i>	N°/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	ha	1	150	150
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6112
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6112	488.96
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				638.96
III. COSTO TOTAL (I + II)				6751.00

Tabla 35. Costos de plantación de esquejes de *Medicago hispida*.

ESPECIE *Medicago hispida*
AREA: 1 ha
LOCALIDAD: INIA-ILLPA-PUNO

Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
I. COSTOS DIRECTOS				
1.1 Mano de Obra				2560
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560
Obtención de matas de <i>Medicago hispida</i>	Jornal	8	40	320
Traslado de matas	Jornal	4	40	160
Separación de esquejes	Jornal	14	40	560
Plantación de esquejes	Jornal	14	40	560
Abonamiento	Jornal	4	40	160
1.2 Insumos				1300
Esquejes de <i>Medicago hispida</i>	Nº/ha	40000	0.025	1000
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300
1.3 Otros				2252
Alquiler de terreno	ha	1	150	150
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240
Alambre de púas	Rollo	3	250	750
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112
Sacos	Unidad	100	6	600
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6112
II. COSTOS INDIRECTOS				
Gastos Administrativos	%	8	6112	488.96
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				638.96
III. COSTO TOTAL (I + II)				6751.00

Tabla 36. Costos de plantación de pasto nativo *Alchemilla pinnata*.

ESPECIE		<i>Alchemilla pinnata</i>			
AREA:		1 ha			
LOCALIDAD:		INIA-ILLPA-PUNO			
Actividad	Unidad medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total	
I. COSTOS DIRECTOS					
1.1 Mano de Obra				2560	
Cercado de terreno	Jornal	6	40	240	
Apertura de hoyos	Jornal	14	40	560	
Obtención de matas de <i>Alchemilla pinnata</i>	Jornal	8	40	320	
Traslado de matas	Jornal	4	40	160	
Separación de esquejes	Jornal	14	40	560	
Plantación de esquejes	Jornal	14	40	560	
Abonamiento	Jornal	4	40	160	
1.2 Insumos				1300	
Esquejes de <i>Alchemilla pinnata</i>	Nº/ha	40000	0.025	1000	
Estiércol de ovino	Kg/ha	500	0.60	300	
1.3 Otros				2252	
Alquiler de terreno	ha	1	150	150	
Alquiler de carretilla	Unidad	4	20	80	
Postes de eucalipto	Unidad	40	6	240	
Alambre de púas	Rollo	3	250	750	
Grapas para alambre de púas de 3/4 X14 (2.5 mm)	Caja de 30 Kg	1	100	100	
Zapapicos punta y pala ancha (81.5 cm)	Unidad	4	55	220	
Palas cuchara (70 cm)	Unidad	4	28	112	
Sacos	Unidad	100	6	600	
I. SUBTOTAL C. DIRECTO				6112	
II. COSTOS INDIRECTOS					
Gastos Administrativos	%	8	6112	488.96	
Análisis de caracterización de suelos	muestra	1	150	150	
II. SUBTOTAL C. DIRECTO				638.96	
III. COSTO TOTAL (I + II)				6751.00	

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 9. Muestreo de suelo para análisis en laboratorio.



Figura 10. Marcado de terreno para tratamientos en estudio.



Figura 11. Medición y apertura de hoyos para trasplante.



Figura 12. Preparación de esquejes de *Festuca dolichophylla*.



Figura 13. Plantación de *Muhlenbergia fastigiata*.



Figura 14. Plantación de *Trifolium amabile*.



Figura 15. Medición de altura de planta de *Trifolium amabile*.



Figura 16. Medición de altura de planta de *Alchemilla pinnata*.



Figura 17. Medición de altura de *Festuca dolichophylla*.



Figura 18. Medición de altura de *Poa gilgiana*.



Figura 19. Medición de altura de *Juncus balticus*.



Figura 20. Medición de altura de *Medicago hispida*.



Figura 21. Evaluación de composición florística por método de punto cuadrático.



MINISTERIO DE AGRICULTURA
 INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGRARIA-INIA
 SERVICIO NACIONAL DE LABORATORIOS
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 ANEXO SALCEDO
 Of. Principal: Av. La Molina 1981 - La Molina Lima



ANALISIS DE CARACTERIZACION

Nombre: Cristian Mamani Calsina.
 Proyecto: Recuperación de terrenos de Cultivo en estado de sucesión secundaria mediante propropagación vegetativa de pastos deseables en INIA Illpa-Puno.
 Fecha de Recepción: 30 de Enero del 2017. Fecha de Certificación: 03 de Febrero del 2017.
 Caracterización de propiedades relativamente permanente del suelo.

N°	Cod. Lab.	M A R C A S	ANALISIS		MECANICO		CO ₂ Ca %	Yeso me/100g	Mat. Org. %	N. TOTAL %
			Arena	Arcilla	Limo	Textura				
			%	%	%					
1	306L4	Paucarcolla Lugar INIA -Illpa	29	25	46	F	0,70		1,98	0,08
2										
3										
4										
5										

Caracterización del Estado de fertilidad y condiciones alterables del suelo.

N°	Suelo: Agua 1:2,5		NUTRIENTES DISPONIBLES				Boro Soluble (ppm)	CATIONES CAMBIABLES					CIC me/100g	Suma Cationes
	pH	C.E. mmhos/cm	P (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)		Al me/100g	Ca me/100g	Mg me/100g	Na me/100g	K me/100g		
	1	8,34	0,282	8,80	66,00				0,00	6,14	3,08	12,00		
2														
3														
4														
5														

Referencias:
 Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División de Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimprisión, Octubre 1988. 195p.
Conclusiones:
 La muestra analizada de SUELO CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.(El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).
Nota:
 Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento.



INIA
 ESTACION EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO
 Ing° JORGE CANTHUA ROJAS
 Jefe Laboratorio Análisis
 SALCEDO

Los resultados son aplicables a estas muestras.

www.inia.gob.pe | Rinconada de Salcedo s/n
 Puno. Puno. Perú
 T: (051) 363-812

Figura 22. Certificado de análisis de suelo



Figura 23. Mapa de propagación vegetativa de pastos deseables en estudio.