

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACION GERMINATIVA DE ESPECIES FORRAJERAS
NATIVAS DEL ALTIPLANO NORTE**

Por:

EFRAIN QUISPE CONDORI

EL ALTO – BOLIVIA

Mayo - 2013

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

**EVALUACION GERMINATIVA DE ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS DEL
ALTIPLANO NORTE**

*Tesis de grado presentado como
requisito parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

EFRAIN QUISPE CONDORI

Asesores:

M.Sc. Ing. Diego Gutiérrez Gutiérrez

Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez

Tribunales:

Dr. Ing. Humberto Nelson Sainz Mendoza

MSc. Ing. Fernando Aliaga Aquise

MSc. Ing. Víctor Castañón Rivera

APROBADO

Presidente:

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mí querido padre, madre, hermanos y a mi esposa Martha Quispecahuana Callisaya por el apoyo brindado durante el desarrollo de la presente investigación, y en especial a mi querido hijo Marcos Quispe Quispecahuana.

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos, a Dios por permitir que culmine con mis estudios, a la Universidad Pública de El Alto por acogerme en sus ambientes durante los años de estudio y a las siguientes personas:

- A mis padres y hermanos por la ayuda económica y moral que me brindaron durante la investigación.
- Al plantel docente, administrativo de la Carrera de Ingeniería Agronómica.
- A mis asesores MSc. Ing. Diego Gutiérrez e Ing. Ramiro Ochoa por la ayuda minuciosa brindada antes, durante y después de la investigación.
- A los tribunales revisores Dr. Ing. Humberto Sainz Mendoza, MSc. Víctor Castañón Rivera y MSc. Fernando Aliaga Aquisé, por las correcciones, sugerencias y recomendaciones realizadas en la investigación.
- A todos los compañeros de la carrera de Ingeniería Agronómica por la amistad veraz y fraterna.

CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
Dedicatoria.....	<i>i</i>
Agradecimiento.....	<i>ii</i>
Índice de Temas.....	<i>iii</i>
Índice de Cuadros.....	<i>x</i>
Índice de Figuras.....	<i>xi</i>
Abreviaturas.....	<i>xii</i>
Resumen.....	<i>xiii</i>

INDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Generalidades genotípicas de las especies	3
2.1.1 Festuca orthophylla.....	3
2.1.1.1. Clasificación taxonómica.....	3
2.1.1.2. Descripción.....	3
2.1.1.3. Ecología.....	4
2.1.1.4. Uso.....	4
2.1.2 Hordeum muticum.....	4
2.1.2.1. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.2.2. Descripción.....	4
2.1.2.3. Ecología.....	5
2.1.2.4. Uso.....	5
2.1.3. Atriplex halimus.....	5
2.1.3.1. Clasificación taxonómica.....	5

2.1.3.2. Descripción.....	6
2.1.3.3. Ecología.....	6
2.1.3.4. Uso.....	6
2.1.4. Bromus catharticus.....	6
2.1.4.1. Clasificación taxonómica.....	7
2.1.4.2. Descripción.....	7
2.1.4.3. Ecología.....	7
2.1.4.4. Uso.....	8
2.1.5. Calamagrostis vicunarum.....	8
2.1.5.1. Clasificación taxonómica.....	8
2.1.5.2. Descripción.....	8
2.1.5.3. Ecología.....	8
2.1.5.4. Uso.....	9
2.1.6. Stipa ichu.....	9
2.1.6.1. Clasificación taxonómica.....	9
2.1.6.2. Origen.....	9
2.1.6.3. Descripción.....	10
2.1.6.4. Ecología.....	10
2.1.6.5. Uso.....	10
2.1.7. Melilotus indicus (alfilla).....	11
2.1.7.1. Clasificación taxonómica.....	11
2.1.7.2. Descripción.....	11
2.1.7.3. Ecología y Habitación.....	12
2.1.7.4. Uso.....	12
2.1.8. Festuca dolichophylla.....	12

2.1.8.1. Clasificación taxonómica.....	12
2.1.8.2. Descripción.....	12
2.1.8.3. Ecología.....	13
2.1.8.4. Uso.....	13
2.2 Germinación.....	13
2.3. Fases de la germinación.....	14
2.3.1. Fase de hidratación.....	14
2.3.2. Fase de germinación.....	15
2.3.3. Fase de crecimiento.....	15
2.4. La semilla.....	15
2.4.1. Semillas latentes.....	16
2.4.2. Dormancia de las semillas.....	17
2.4.3. Almacenamiento de las semillas.....	18
2.4.4. Humedad de las semillas	18
2.4.5. Sanidad de las semillas.....	19
2.4.6. Semillas duras.....	19
2.4.7. Estructura de las semillas.....	19
2.5. Factores que afectan la germinación.....	20
2.6. Tipos de germinación.....	20
2.6.1. Germinación hipogea.....	20
2.6.1. Germinación epigea.....	21
2.7. Pureza de las semillas.....	21
2.7.1. Semilla pura.....	21
2.7.2. Otras semillas.....	21
2.7.3. Materia inerte.....	22

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización.....	23
3.2 Características Climáticas.....	23
3.2.1 Clima.....	23
3.2.2 Suelos.....	23
3.2.3 Agricultura y ganadería.....	24
3.2.4 Ubicación geográfica.....	24
3.3 Materiales.....	26
3.3.1 Material genético.....	26
3.3.2 Material de Laboratorio.....	26
3.3.3 Material de Escritorio y Gabinete.....	26
3.3.4 Material de Campo.....	27
3.4 Métodos.....	27
3.4.1 Procedimiento experimental.....	27
3.4.1.1 Identificación de semillas.....	27
3.4.1.2 Colecta de semillas.....	27
3.4.1.3 Evaluación de semillas.....	28
3.4.1.4 Prueba de germinación.....	28
3.4.2. Diseño experimental.....	29
3.4.3. Modelo estadístico.....	29
3.4.4. Análisis estadístico.....	30
3.4.5. Variables de repuesta.....	30
3.4.5.1. Variables cualitativas.....	30
3.4.5.2. Variables cuantitativas.....	30

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Calamagrostis vicunarum

4.1.1. Tamaño de la Semilla.....	33
4.1.2. Color de la Semilla.....	33
4.1.3. Forma de la Semilla.....	33
4.1.4. Porcentaje de pureza.....	34
4.1.5. Porcentaje de germinación.....	35
4.1.6. Días a germinación.....	35
4.1.7. Tamaño de la radícula.....	36
4.1.8. Tamaño de hipocotilo.....	36

4.2. Bromus catharticus

4.2.1. Tamaño de la Semilla.....	38
4.2.2. Color de la Semilla.....	38
4.2.3. Forma de la Semilla.....	39
4.2.4. Porcentaje de pureza.....	39
4.2.5. Porcentaje de germinación.....	40
4.2.6. Días a germinación.....	41
4.2.7. Tamaño de la radícula.....	41
4.2.8. Tamaño de hipocotilo.....	42

4.3. Festuca orthophyla

4.3.1. Tamaño de la Semilla.....	44
4.3.2. Color de la Semilla.....	44
4.3.3. Forma de la Semilla.....	44
4.3.4. Porcentaje de pureza.....	44
4.3.5. Porcentaje de germinación.....	45

4.3.6. Días a germinación.....	47
4.3.7. Tamaño de la radícula.....	47
4.3.8. Tamaño de hipocotilo.....	47
4.4. Festuca dolichophyla	
4.4.1. Tamaño de la Semilla.....	49
4.4.2. Color de la Semilla.....	46
4.4.3. Forma de la Semilla.....	49
4.4.4. Porcentaje de pureza.....	49
4.4.5. Porcentaje de germinación.....	50
4.4.6. Días a germinación.....	50
4.4.7. Tamaño de la radícula.....	51
4.4.8. Tamaño de hipocotilo	51
4.5. Melilotus indicus	
4.5.1. Tamaño de la Semilla.....	52
4.5.2. Color de la Semilla.....	52
4.5.3. Forma de la Semilla.....	52
4.5.4. Porcentaje de pureza.....	52
4.5.5. Porcentaje de germinación.....	53
4.5.6. Días a germinación.....	54
4.5.7. Tamaño de la radícula.....	55
4.5.8. Tamaño de hipocotilo.....	55
4.6. Stipa ichu	
4.6.1. Tamaño de la Semilla.....	56
4.6.2. Color de la Semilla.....	56
4.6.3. Forma de la Semilla.....	56

4.6.4. Porcentaje de pureza.....	56
4.6.5. Porcentaje de germinación.....	57
4.6.6. Días a germinación.....	58
4.6.7. Tamaño de la radícula.....	58
4.6.8. Tamaño de hipocotilo.....	59
4.7. Hordeum muticum	
4.7.1. Tamaño de la Semilla.....	60
4.7.2. Color de la Semilla.....	60
4.7.3. Forma de la Semilla.....	60
4.7.4. Porcentaje de pureza.....	60
4.7.5. Porcentaje de germinación.....	61
4.7.6. Días a germinación.....	62
4.7.7. Tamaño de la radícula.....	62
4.7.8. Tamaño de hipocotilo.....	63
4.8. Atriplex halimus	
4.8.1. Tamaño de la Semilla.....	64
4.8.2. Color de la Semilla.....	64
4.8.3. Forma de la Semilla.....	64
4.8.4. Porcentaje de pureza.....	64
4.8.5. Porcentaje de germinación.....	65
4.8.6. Días a germinación.....	66
4.8.7. Tamaño de la radícula.....	67
4.8.8. Tamaño de hipocotilo	68
5. CONCLUSIONES.....	69
6. RECOMENDACIONES.....	71
7. BIBLIOGRAFIA.....	72

INDICE DE CUADROS

	<i>Pág.</i>
Cuadro 1. Análisis de varianza Calamagrostis vicunarum.....	34
Cuadro 2. Prueba de promedios Duncan Calamagrostis vicunarum.....	34
Cuadro 3. Análisis de varianza Bromus catharticus	39
Cuadro 4. Prueba de promedios Duncan Bromus catharticus.....	40
Cuadro 5. Análisis de varianza Festuca orthophylla.....	45
Cuadro 6. Prueba de promedios Duncan Festuca orthophylla.....	45
Cuadro 7. Análisis de varianza Festuca dolichophylla.....	50
Cuadro 8. Prueba de promedios Duncan Festuca dolichophylla.....	50
Cuadro 9. Análisis de varianza Melilotus indicus	53
Cuadro 10. Prueba de promedios Duncan Melilotus indicus	53
Cuadro 11. Análisis de varianza Stipa ichu	57
Cuadro 12. Prueba de promedios Duncan Stipa ichu	57
Cuadro 13. Análisis de varianza para Hordeum muticum	60
Cuadro 14. Prueba de promedios Duncan Hordeum muticum.....	61
Cuadro 15. Análisis de varianza general Atriplex halimus.....	65
Cuadro 16. Prueba de promedios Duncan Atriplex halimus.....	65

INDICE DE FIGURAS

	<i>Pág.</i>
Figura 1. Morfología de la Semilla <i>Melilotus indicus</i>	20
Figura 2. Ubicación geográfica del Altiplano Norte boliviano.....	25
Figura 3. Promedios del tamaño de hipocotilo en <i>Calamagrostis vicunarum</i>	34
Figura 4. Promedios del tamaño de hipocotilo en <i>Bromus catharticus</i>	42
Figura 5. Porcentaje de germinación en <i>Festuca orthophylla</i>	46
Figura 6. Tamaño radicular de <i>Stipa ichu</i>	58
Figura 7. Tamaño radicular de <i>Hordeum muticum</i>	62
Figura 8. Tamaño radicular de <i>Atriplex halimus</i>	67
Figura 9. Tamaño del hipocotilo <i>Atriplex halimus</i>	68

ABREVIATURAS

ANVA	Análisis de Varianza
kg	Kilogramo
Cv.....	Calamagrostis vicunarum
Bc.....	Bromus catharticus
Mi.....	Melilotus indicus
Fd.....	Festuca dolichophylla
Fo.....	Festuca orthophylla
Ah.....	Atriplex halimus
Si.....	Stipa ichu
Hm.....	Hordeum muticum
ISTA.....	Rules International Seed Testing
%.....	porcentaje
°C.....	grados centígrados
cm	Centímetro
g	Gramo
kg/ha	Kilogramos por hectárea
km	Kilometro
ml	Mililitro
mm	Milímetro
m.s.n.m.	Metros sobre nivel del mar
p>f	Promedio mayor al valor de f
p<f	Promedio menor al valor de f

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agronómica referente a la evaluación de la variación germinativa de especies forrajeras nativas del altiplano norte boliviano en cuatro meses, para la cual se usó semillas de ocho especies que fueron recolectadas para la investigación siguiendo tal como menciona las normas que establece el ISTA. En la segunda fase se establece la prueba de germinación, utilizando Diseños Completamente al azar con ocho especies forrajeras independientemente por cuatro meses y de tres repeticiones, primero se seleccionó las semillas sanas, se realizó el conteo de 100 semillas para cada una de las placas Petri, de 300 semillas por repetición en un mes para cada especie, sumando los cuatro meses de tres repeticiones se hace un total de 1200 semillas por especie en el experimento, que fueron utilizadas como indica en el diseño experimental establecido (Anexos 1). Se evaluó individualmente las especies desde las características descriptivas como: el color, forma, tamaño de las semillas y el porcentaje de pureza, en cuanto al comportamiento de estas semillas forrajeras se evaluó el porcentaje de germinación, días a germinación, crecimiento de tamaño radicular y del hipocotilo. Los resultados más relevantes en promedio de cada variable y especie alcanzaron en: *Calamagrostis vicunarum* 88,33% de germinación, germinación de 3 días después del almacigo, 2,27cm de crecimiento del tamaño radicular a 21 días y 3,22cm del tamaño en el hipocotilo a los 21 días, en las características descriptivas se muestra el tamaño de la semilla de 3x1mm, color café amarillento, forma elíptica y pureza de 80,99%. *Bromus catharticus* 77,33% de germinación, 8,14cm de crecimiento en el tamaño radicular a 21 días, 10,93cm tamaño del hipocotilo, germinación de 3 días y las variables cualitativas muestran el tamaño de la semilla de 6x2mm, color canela, forma elíptica alargada y pureza de 86%. *Festuca orthophylla* 17% de germinación, 3,67 días de germinación, 1,55cm de crecimiento en el tamaño radicular a 21 días, 4,23cm tamaño del hipocotilo en el cuarto mes de prueba y las características descriptivas como el tamaño de la semilla de 3,05x1mm, color café, forma oblongo y pureza de 78%. *Festuca dolichophylla* 72,67% de germinación, 3 días de germinación, 1,61cm de tamaño radicular y 3,20cm tamaño del hipocotilo a 21 días en el cuarto mes de prueba, mientras el tamaño de la semilla de 3x1,5mm, color café claro, forma oblonga y pureza de 90%. *Melilotus indicus* un 16% de germinación, 2,3 días de germinación después del almacigo, 2,41cm de tamaño radicular y 3,68cm de tamaño en el

hipocotilo a 21 días en el cuarto mes, en el descriptivo el tamaño de la semilla fue 3x1,5mm, color café amarillento, forma ovalada y pureza de 78%.

En *Stipa ichu* con 28,00% de germinación, 5,67 días de germinación, 0,49cm de tamaño radicular y 2,20cm de tamaño en el hipocotilo a 21 días en el cuarto mes de prueba, y las características morfológicas como el tamaño de la semilla fue 2x1,5mm, color café claro, forma elíptica alargada de contorno ovado y pureza 55%.

Hordeum muticum con 65,33% de germinación, 4 días de germinación, 1,40cm de tamaño radicular y 4,36cm de tamaño en el hipocotilo a 21 días en el cuarto tratamiento, mientras las descriptivas como el tamaño de la semilla fue de 3x1mm, color plomo, forma oblonga corta a largo y pureza de 82%.

Por último en *Atriplex halimus* reveló el 76,67% de germinación, 1,38cm de crecimiento en el tamaño radicular, 3,03cm tamaño del hipocotilo en el cuarto tratamiento y germinación a 2,33 días, mientras que las características descriptivas fueron descritas como el tamaño de la semilla de 1,5x1mm, color amarillo blanquecino, forma redondo planos y pureza del 82%.

ABSTRACT

The present research was conducted in the laboratory of the School of Agricultural Engineering regarding the evaluation of the variation germination native forage species in northern Bolivia altiplano four months, for which eight species using seeds that were collected for the mentioned research following standards as established by the ISTA. In the second phase establishes the germination test, using random Completely Designs eight forage independently for four months and three replicates, we first selected healthy seeds, was performed counting 100 seeds for each of the Petri dishes of 300 seeds per replicate in a month for each species, four months adding three repetitions for a total of 1200 seeds per species in the experiment, which were used as indicated in the experimental design set (Appendix 1). Species was evaluated individually from the descriptive characteristics such as color, shape, seed size and percentage of purity, as to the behavior of these evaluated forage seed germination percentage, days to germination, root growth and size hypocotyl. The most relevant results on the average of each variable and species reached at: *Calamagrostis vicunarum* 88.33% germination, germination of three days after the seedbed, 2.27 cm root size growth at 21 days and 3.22 cm in size hypocotyl at 21 days, in the descriptive characteristics shown the seed size 3x1mm, yellowish brown, elliptical and purity of 80.99%. *Catharticus Bromus* germination 77.33%, 8.14 cm of root growth in the size to 21 days, size 10,93 cm hypocotyl germination of three days and qualitative variables show the size 6x2mm seed, cinnamon, shape elongated elliptical and purity of 86%. *Festuca orthophylla* 17% germination, 3.67 days of germination, 1.55 cm size root growth to 21 days, 4.23 cm size in the fourth month hypocotyl test and descriptive characteristics as the size of the seed 3.05 x1mm, brown, oblong and purity of 78%. *Festuca dolichophylla* 72.67% germination, three days of germination, root size 1.61 cm and 3.20 cm hypocotyl size at 21 days in the fourth month of testing, while the seed size 3x1, 5mm brown clear, oblong shape and purity of 90%. *Melilotus indicus* germination 16%, 2.3 days after the seedbed germination, root size 2.41 cm and 3.68 cm in size in the hypocotyl to 21 days in the fourth month, on the description of the seed size was 3x1, 5mm, yellowish brown, oval and purity of 78%. In *Stipa* bunch grass with 28.00% germination, 5.67 days of germination, root size 0.49 cm and 2.20 cm in size in the hypocotyl to 21 days in the fourth month trial, and morphological characteristics such as size Seed was 2x1, 5mm, light brown, elongated elliptical ovate

outline and purity 55%. *Hordeum muticum* with 65.33% germination, 4 days of germination, root size 1.40 cm and 4.36 cm in size in the hypocotyl 21 days in the treatment room, while descriptive as the size of the seed was of 3x1mm , color lead oblong cut long and purity of 82%. *Atriplex halimus* finally revealed 76.67% germination, 1.38 cm of root growth in the size, size 3.03 cm hypocotyl in the fourth treatment and germination at 2.33 days, while the descriptive characteristics were described as Seed size 1.5 x1mm, whitish yellow, flat round shape and purity of 82%.

1. INTRODUCCION

Las praderas del Altiplano boliviano en especial el altiplano Norte están constituidas de especies pratenses, donde las condiciones edáficas, fisiográficas y climatológicas han marcado cambios sucesivos durante los últimos años. Estos cambios del ambiente son totalmente desfavorables para la producción agrícola y pecuaria debido a que conllevan a mayores riesgos de heladas y sequías, acompañados de altos grados de erosión y baja fertilidad del suelo.

La alimentación del ganado esta en base a las praderas nativas "CANAPAS" (98) y existe una sobre carga animal de aproximadamente 108.749 UAO/Ha en el altiplano que provoca un severo sobre pastoreo y erosión general de especies forrajeras nativas y tierras agrícolas. En caso de los camélidos la pradera nativa aporta el 100% de sus requerimientos nutricionales para su desarrollo y sobrevivencia (Alzérreca, 2000).

Entonces el desarrollo de especies forrajeras nativas que deben ser aptas para la protección del recurso suelo y alimentación ganadera, que es primordial en el manejo de recursos naturales.

En las últimas décadas se ha desarrollado una agricultura agresiva de sobre-explotación de las tierras y sobre-pastoreo de praderas nativas sin preservar el valor nutritivo de las especies forrajeras en el altiplano norte.

Las reglas internacionales para el Análisis de Semillas (ISTA, 2008) recomiendan las condiciones del ensayo de germinación para varias especies pero no existiendo informaciones para algunas especies forrajes andinos.

Es por tal motivo, que se evaluó una de las fases fenológicas de forrajes nativos del Altiplano Norte de Bolivia, donde las semillas ya no son viables en algunas especies forrajeras de importancia para el consumo del ganado y utilidad en diferentes actividades, por tanto se estudiara su germinación para fines de repoblar los forrajes nativos más importantes para la alimentación ganadera.

Según diferentes investigaciones se muestra que el desarrollo germinativo de especies forrajeras ha incrementado la población nativa de especies de alto valor económico y además de mejorar la cobertura vegetal y la cantidad de forraje para los animales.

En pruebas realizadas, donde el porcentaje de germinación se ha incrementado en *Agrostis capillares*, *trifolium repens*, que presenta altos porcentajes de germinación. Esta respuesta se debe a la escarificación física de la semilla, que permitió mejorar la respuesta germinativa en las especies de leguminosas nativas.

Por otra parte existe información limitada en relación al porcentaje y días de germinación, tamaño de la radícula e hipocotilo, características morfológicas de especies forrajeras nativas del Altiplano Norte de Bolivia.

Bajo este contexto, es importante realizar investigaciones orientadas a la reintroducción de especies forrajeras nativas. Con la finalidad de mejorar la cobertura vegetal del suelo, proporcionar forraje a camélidos, ovinos, bovinos, equinos entre otros y mejorar las condiciones de vida de la familia campesina.

Objetivo general

- Evaluar las características germinativas de las especies forrajeras nativas del Altiplano Norte de Bolivia.

Objetivos específicos

- Identificar las características morfológicas de las especies forrajeras nativas (tamaño, color, forma y pureza).
- Determinar el porcentaje de germinación, días de germinación de las especies forrajeras nativas.
- Determinar el crecimiento del tamaño radicular y del hipocotilo de las especies forrajeras

Hipótesis

Las características germinativas de las especies forrajeras investigadas no presentan diferencias significativas entre los tratamientos (meses) después de su recolección de cada especie.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Generalidades genotípicas de las especies

En este contexto revisamos los conceptos de los órganos vegetativos, reproductores y anatomía vegetal de los forrajes investigadas desde su descripción, ecología y otras de las siguientes especies: *Festuca orthophylla*, *Festuca dolichophylla*, *Hordeum muticum*, *Calamagrostis vicunarum*, *Melilotus indicus*, *Atriplex halimus*, *Stipa ichu* y *Bromus catharticus*.

2.1.1. *Festuca orthophylla* (iru ichu)

La *Festuca orthophylla* es una especie nativa del oeste de Sudamérica: Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Ecuador (Vargas, 1998).

2.1.1.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae

Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooidaea
Tribu:	Poeae
Género:	Festuca
Especie:	F. orthophylla (Tovar, 1988).

2.1.1.2. Descripción

Festuca orthophylla, planta perenne de 15-30 cm de altura, forma densas matas; hojas fuertemente rígidas, punzantes de 5-12 cm de largo, plegado-involutas, lanoso pubescente; lemma de 6-7 mm de largo. La inflorescencia es una panícula lineal; de 4,5–6 cm de largo y 6–8 mm de ancho. Como planta adulta tiene las hojas anchas, de hasta 8 mm, con el limbo plano, con lígula membranosa y aurículas glabras. En la base de la planta es donde se concentra el mayor número de hojas pudiendo llegar a tener hasta 16 hojas adultas (Tovar, 1988).

2.1.1.3. Ecología

Es una planta que florece en verano, se desarrolla en suelos secos arenosos, pedregosos o arcillosos y forma parte de tólares y pajonales de la superficie del suelo. Se encuentra en la zona alto andina de las vertientes occidentales de los Andes del Sur a 3000-4500 msnm que comprende Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina (Weberbauer, 1945 y Flores, 1997).

La vegetación se desarrolla en suelos arenosos de los ríos en el altiplano y en planicies sobre los 4,000msnm (Flores, 1997).

2.1.1.4. Uso

Las familias campesinas del Altiplano la usan como forraje para el ganado equino, vacuno, raras veces para las alpacas, ovinos y llamas. También la usaban para las construcciones, leña, alimentos, medicina u otros como en el protegido de muros (Vargas, 1998).

2.1.2. *Hordeum muticum* (cola de ratón)

Es una especie nativa de América del Sur (Harman, 1992).

2.1.2.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida

Orden: Poales
Familia: Poaceae
Género: Hordeum
Especie H. muticum (Wikipedia, 2012).

2.1.2.2. Descripción

Hordeum muticum, planta perenne de culmos 15-45 cm de altura, lamina plana, suave, panícula densa, plumiza, 3 espiguillas, el central es fértil. Glumas filiformes, crece en humedales, alterados y con baja densidad de pastoreo (Peztalossi *et al.*, 1998).

Ruiz, (1987), menciona como una especie anual o perenne de corta duración, erecta o postrada, generalmente de 20-40cm., de alto, con láminas planas y penduladas, espigas densas y a menudo púrpuras de 2-5 cm., de largo; las aristas a menudo no más grandes que el flósculo fértil acuciado. La inflorescencia es una espiga bilateral delgada erecta, ligeramente mutante, 3-7 cm., de largo, de color azul-grisáceo.

2.1.2.3. Ecología

Se desarrolla durante toda la época de lluvias. Crece en suelos muy húmedos, bordes de escorrentías, bofedales. Puede desaparecer durante años si el clima no es favorable (Vargas, 1998).

2.1.2.4. Uso

Es planta forrajera que se utiliza para el consumo de ganado, sobre todo en alpacas y asnos (Vargas, 1998).

2.1.3. *Atriplex halimus* (Atriplex)

Es una especie de arbusto forrajero dentro la familia de Chenopodiaceas, que absorben sales de suelos salinos (García, 2007).

2.1.3.1. Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Caryophyllidae
Orden: Caryophyllales
Familia: Chenopodiaceae
Género: Atriplex
Especie A. halimus (Wikipedia, 2012).

2.1.3.2. Descripción

La especie *Atriplex halimus* obtenida por intercambio de material genético, es una planta perenne herbácea de hábito postrado, que forma un tronco leñoso en la base, hojas alternas, raramente opuestas. Inflorescencia espiciforme, paniculada o formada por simples glomérulos axilares. Flores masculinas y hermafroditas, con un perianto integrado por 3-5 piezas (tépalos) poco aparentes; las femeninas generalmente sin perianto, pero con dos bractéolas que se desarrollan en la fructificación y encerrando al fruto, estambres 3-5, insertos en la base del perianto, ovario súpero, estigmas 2 y filiformes. (Basset *et al.*, 1983).

2.1.3.3. Ecología

Sus preferencias son las altas radiaciones solares y suelos arenosos. Capacidad de adaptación a climas muy áridos, suelos salinos y marginales. Aguanta la exposición continuada al viento, es muy frecuente encontrarlos en las costas. Es resistente a las heladas de hasta - 10⁰C (García *et al.*, 1983). Las especies de *Atriplex* presentan plasticidad en la adaptación; colonizan zonas áridas del planeta (Standley, 1996).

2.1.3.4. Uso

Planta comestible y de interés forrajero. Algunas partes pueden ser comidas crudas (en ensalada). Al aguantar grandes sequías, evita la muerte del ganado bajo condiciones de extrema sequedad. Se caracteriza por su palatabilidad, su contenido en sales y la ausencia de componentes tóxicos. Como cultivo forrajero, dan rendimientos interesantes. Teniendo en cuenta la disponibilidad de agua, estos cultivos dan producciones elevadas. Sus hojas suelen presentar excreciones salinas en sus hojas. Además esta salinidad hace que sean plantas que arden mal, y por tanto sería interesante introducirlas en zonas de alto riesgo de incendio (Vargas, 1998).

2.1.4. *Bromus catharticus* (cebadilla, shockla)

Es una planta originaria de Sudamérica y su distribución geográficas a Centroamérica y Estados Unidos (Espinoza, 1998).

2.1.4.1. Clasificación Taxonómica

Nombre científico:	Bromus catharticus
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	Bromus
Especie:	catharticus (Díaz, 2007).

2.1.4.2. Descripción

Hierba perenne, de 60 cm con escasa cobertura; hojas basales y caulinares de vaina abrazadora y limbo laminar, pilosas, con lígula membranosa. Inflorescencia en panojas de 15 a 30 cm. Espiguillas de 2-2.8 cm con pedúnculos de 1.5.-2.5cm; lateralmente comprimidas, con 6 antecios; glumas más cortas que el antecio, lemma de 1.6 cm, con arista apical escabrosa; pálea de 7.6 mm de largo, bidentada; estambres con filamentos alargados; ovario alargado, súpero, con estilos laterales, plumosos, fruto cariósipide (Linares, 1995).

Son plantas erectas o ligeramente postradas, bianuales o perennes de vida corta, según se desarrollan en suelos ricos o de baja fertilidad. Las vainas varían desde glabras hasta pilosas, la lígula es oblonga, obtusa, hialina hasta de 5mm. Láminas planas algo laxas. Panícula abierta de hasta 25cm., de largo. Las espiguillas son de 6-12mm, flosculadas (Ruiz, 1987).

2.1.4.3. Ecología

Se desarrolla en cualquier época del año que forma pastizales muy densos, vive en campos fértiles, poblaciones y caminos es frecuente; su propagación, distribución es mediante semillas. Crece en laderas de los cerros. En la sierra peruana y Bolivia a 3700-4500 msnm (Flores, 1997).

2.1.4.4. Uso

Planta forrajera productiva y apetecible para consumo del ganado mayor y menor, especialmente para alpacas. Rica en proteínas, calcio y fósforo, responde muy bien al abonamiento nitrogenado (Tapia y Flores, 1984).

2.1.5. *Calamagrostis vicunarum* (crespillo, parvaya)

Los *Calamagrostis* son géneros más numeroso en los Andes después de *Stipas*. Tovar, (1998) señala 37 especie para la región.

2.1.5.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Género:	Calamagrostis
Especie:	Calamagrostis vicunarum (Linares, 1995).

2.1.5.2. Descripción

Planta perenne, cespitosa, cañas de 5-25 cm, raíces fibrosas. Hojas de vainas abrazadoras y limbos laminares-lineares. Inflorescencia en panícula contraída, de hasta 3.8 cm; espiguillas unifloras. Glumas desiguales, la inferior de 6.6 mm y la superior de 5.8 mm, con arista glabra, prolongada de la parte media posterior; pálea de 2.5mm, con raquilla libre y pilosa, fruto cariósipide (Linares, 1995).

2.1.5.3. Ecología

Reverdece y florece en época de lluvias. Se desarrolla en lugares húmedos (bofedales) o en suelos secos 3500-4800 msnm (Weberbauer, 1985).

Es una especie muy rústica, que se desarrolla en suelos pobres, franco-limosos, de buen drenaje, resistiendo bien a la sequía y las heladas (Ruiz, 1987).

2.1.5.4. Uso

Forrajera para vicuñas, alpacas, llamas; forrajera de primer orden para alpacas (Tapia y Flores, 1984). Otros autores (Lara y Alzérreca, 1996) la consideran de regular aceptabilidad por los ganados camélidos, ovinos y bóvidos.

Cuando tierno es apetecido por el ganado, perdiendo su calidad cuando madura, sobre todas las panículas que no son apetecidas (Ruiz, 1987).

2.1.6. *Stipa ichu* (ichchu, sikuya)

Es probablemente el género que cuenta con más especies en los Andes, adaptándose a variadas condiciones de suelos y humedad (Ruiz, 2005).

2.1.6.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Stipoideae
Género:	Stipa
Especie:	S. ichu (Ruiz, 2005).

2.1.6.2. Origen

Planta de alta montaña a lo largo de las cordilleras americanas desde México a Centroamérica, Bolivia, Colombia a Chile y Argentina (Rzedowski, 2001).

El ichu, paja brava o paja ichu (*Stipa ichu*) es un pasto del altiplano andino sudamericano, empleado como forraje para el ganado, principalmente para el consumo de camélidos sudamericanos. Es extendida desde Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Chile, Argentina (Zuloaga *et al.*, 1994).

2.1.6.3. Descripción

Es una planta herbácea, erguida y densamente cespitosa, las hojas con vaina glabra con pelos blancos de más o menos 1 mm de largo en el cuello, la inflorescencia es una panícula abierta y densa (Ruiz y Pavón, 2009).

Planta herbácea, amacollada, erguida y densamente cespitosa, tallo de 35 cm a 1.3 m de alto con más de tres nudos con o sin pelos, entrenudos ásperos al tacto o con pelos, vaina glabra, con pelos blancos de \pm 1 mm de largo en el cuello, lígula membranácea de \pm 2 mm de largo, lámina plegada o con los márgenes doblados hacia dentro, áspera al tacto o con pelos en el haz y a veces hispida en los márgenes, de 30 a 60 cm de largo y menos de 4 mm de ancho, panícula abierta y densa, blanca o plateada, de 15 a 40 cm de largo, su nudo basal con pelos blancos o café claro, de aprox. 1 mm de largo, con ejes ásperos, glumas hialinas o purpúreas, de 6 a 10 mm de largo y menos de 1 mm de ancho, largamente acuminadas, trinervadas, iguales o la primera un poco más larga que

la segunda; lema fusiforme, café clara, de 2 a 3.5 mm de largo, con pelos blancos, ápice de la lema con pelos blancos de 3 a 4 mm de largo, arista de 1 a 2 cm de largo, escabrosa o glabra y flexuosa (Rzedowski, 2001).

2.1.6.4. Ecología

Florece en la época de lluvias. Crece en distintos hábitats y suelos: laderas de cerros, quebradas, lomadas, pampas, orillas de los ríos y otros. Caracteriza a los pajonales de Puna y forma extensa comunidades. Forma parte de los tolares. Desde el sur de México a Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Bolivia y Argentina; en el Perú en la región puna, media y baja (Tovar, 1998).

Crece bien en zonas secas al borde de campos cultivados y caminos. Es apetecida por el ganado bovino y equino, sobre todo por sus brotes tiernos (Ruiz y Pavón, 2009).

2.1.6.5. Uso

Forrajero para el ganado vacuno, equino, ovino y camélidos. Las hojas secas son empleadas en techado de las viviendas, en embalaje de frutas "tuna" (*Opuntia ficus-indica*) y moldeado del queso (Tovar, 1998).

2.1.7. *Melilotus indicus* (Alfilla)

Originaria del [Mediterráneo](#), norte de África y Europa. Se ha naturalizado en [América](#), [Australia](#), [Asia](#) y [Europa](#) (Carlo, 2010).

2.1.7.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Rosopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Faboideae
Género:	<i>Melilotus</i>

Especie: *M. indicus* (Wikipedia, 2012).

2.1.7.2. Descripción

Hierba erecta muy ramificada de 30-50 cm de altura, tallo piloso, hojas en [folíolos](#) lanceolados, a veces casi lineares de 3 a 5 mm de largo. Las [flores](#) pequeñas con [corola](#) amarilla en [racimos](#) de 3 a 5 cm de largo. El fruto es una [legumbre](#) api culada con una sola semilla. Florece en primavera (Carlo, 2010).

Planta anual, de 15 – 50 cm, con tallos erectos o ascendentes, provista de una pilosidad adpresa. Las hojas, alternas, son compuestas, ya que tienen 3 folíolos de hasta 2 x 1.4 cm en las hojas inferiores, de forma oblongo – lanceolada, con el margen serrado; en la base tienen dos estípulas de margen entero o con un pequeño diente. Las flores se reúnen en inflorescencias de tipo racimo, denso, con hasta 50 flores que mide hasta 2 cm durante la floración y 5 en el fructificación. El cáliz, de hasta 1.4 mm, es un tubo que se abre por 5 dientes triangulares tan largos como el tubo. La corola, de hasta 2.5 mm, es amarilla, papilionácea. El androceo es diadelfo, está formado por 9 estambres soldados formando un tubo junto con otro libre; por este tubo pasa el estilo que surge del ovario. El fruto es una legumbre de hasta 2.5 mm, con 1 o 2 semillas en el interior, de forma ovada, ornamentada con un retículo rugoso – surcado muy intrincado. Florece de febrero a julio (Menéndez, 2007).

2.1.7.3. Ecología y Habitat

Crece en zonas ruderales y arvenses, en zonas arenosas, arcillosas o incluso subhalófilas, desde el nivel del mar a los 3600 m de altitud, se desarrollan en zonas colinas o meso montañas de suelos con bastante nitrógeno y removidos donde crece fácilmente (Menéndez, 2007).

2.1.7.4. Uso

Apetecible para el ganado en materia verde (Menéndez, 2007).

Para Flores, 1997. Es muy rica como forraje verde para el consumo del ganado.

2.1.8. *Festuca dolichophylla* (Chilliwa)

Los pastizales que están cubiertas por esta especie se denominan “chilliguares” y son resistentes a las heladas (Ruiz, 2005).

2.1.8.1. Clasificación Taxonómica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Cyperales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Pooideae
Género:	Festuca
Especie:	F. dolichophylla (Díaz, 2007).

2.1.8.2. Descripción

Planta de matas densas de 40 a 110 cm de altura, en cañas erectas, con 2 nudos en la mitad basal, vainas coriáceas-membranosas, de color marrón claro, lígula membranosa-coriáceas, 0.5-0.1 mm de largo, láminas foliares lineal, envolventes, agudos, penetrantes, 15-40 cm de largo, 0.9-1.3 mm de diámetro, panícula generalmente se contrae, ramificado, (estrecho), (10 -) 15-20 cm de largo, 1-4 cm de ancho; ramas (finamente) escabrosos. Espiguillas de 9.5-11 mm de largo, ovadas-lanceoladas, con 4-5 flósculos; raquilla (escasamente) pilosos, estrechamente lanceoladas, agudas; lemas 6-7.5 mm de largo, 5-nervada, coriáceas, lanceoladas de margen, la luz verde, sin aristas o con aristas 0.5-1.5 mm de largo, estambres 3, anteras 2.5-3.2 mm de largo, el ápice del ovario glabro, cariósipide no se observó (Linares, 1995).

2.1.8.3. Ecología

La especie habita en Bolivia, Perú en pajonal de punas y en suelos profundos poco húmedos (Linares, 1995).

2.1.8.4. Uso

Una gramínea apetecida tanto por alpacas, ovinos, llamas, vacunos, habita en suelos profundos formando grandes comunidades vegetales con otras especies como la *Muhlebergia, fastigiata, Alchemilla, pinnata*, entre otros, se usa además para la confección de sogas, techado de casas y para almacenamiento de tubérculos andinos: papa, oca, ollucos, etc (Carlo, 2010).

Es una planta de gran utilidad en el altiplano, pues además de usarse como forraje, se emplea en la confección de soguillas y en el techado de casas (Ruiz, 1987).

2.2. Germinación

La germinación es la suma de todos los procesos fisiológicos que ocurren dentro de la semilla. Empieza con la absorción de agua por las células que determina un hinchamiento de todos los tejidos (imbibición) y termina con la emisión de la radícula (Botero, 1999).

La germinación se define como la emergencia y desarrollo de las plántulas en una fase donde sus estructuras esenciales señalan si es capaz de desarrollarse en una planta satisfactoria bajo condiciones favorables del suelo (ISTA, 2008).

La germinación está completa cuando la plántula tiene una raíz y un vástago bien desarrollados y, por tanto, puede ser considerada normal (ISTA, 2006).

La germinación incumbe una serie de etapas que experimentan las semillas desde que el embrión donde se inicia el desarrollo hasta que se transforman en plántulas normales bajo condiciones favorables. La primera etapa es el ablandamiento de las cubiertas seminales y la posterior hidratación del protoplasma, eventos gatillados por la absorción

de agua de las semillas. Una segunda etapa es el inicio de la actividad celular, protagonizada por la acción de enzimas específicas encargadas de disolver complejos de reserva insolubles. La etapa final dada por una activa translocación de las sustancias formadas hacia las zonas que inician una división y crecimiento de nuevas células produciéndose como primera señal de la germinación el desarrollo de la primera raíz seminal. (Ellies *et al.*, 1985).

Durante el proceso de germinación, generalmente la primera estructura en emerger de la semilla es la raíz del embrión, llamada radícula. Esta raíz rápidamente penetra en el suelo y permite que la planta se ancle y comience a absorber agua y nutrientes.

Con el paso del tiempo los cotiledones disminuyen de tamaño, se van secando y finalmente se desprenden. Todas las sustancias almacenadas en ellos ya han sido utilizadas por la nueva plántula y por lo tanto sólo quedan restos de lo que eran. Para este momento ya han transcurrido varios días y a veces hasta semanas, y la plántula, que antes dependía de los cotiledones para obtener su alimento, ya es una planta capaz de absorber elementos del suelo y lleva a cabo la fotosíntesis activamente. En este momento ya se considera una planta independiente y establecida. El periodo de tiempo que transcurre entre el momento en que la semilla germina y en el que la plántula se establece como un organismo independiente constituye una de las fases decisivas y más delicadas en el ciclo de vida de la planta. Es el momento en que el individuo es más susceptible a una gran cantidad de daños, como enfermedades por hongos, depredación por insectos, sequía, desenterramiento, etc. La mortandad en la etapa de plántula es enorme y sólo unos cuantos individuos llegan a establecerse.

Como vemos, las plantas tienen varias estrategias para afrontar esta etapa de la vida. Encontramos una gran diversidad de tamaños, formas, velocidades de respuesta, etc. (Caballero, 1986).

2.3. Fases de la germinación

Según Talón (1997), el proceso de germinación podemos distinguir en tres fases:

2.3.1. Fase de hidratación:

La absorción de agua es el primer paso de la germinación, sin el cual el proceso no puede darse. Durante esta fase se produce una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Dicho incremento va acompañado de un aumento proporcional en la actividad respiratoria (Talón, 1997).

Durante la fase de absorción de agua se inicia la actividad vital de la semilla, es decir, se reanuda el metabolismo, para lo cual se necesitan condiciones adecuadas de humedad, temperatura y oxígeno. Una vez reunidos estos factores la semilla va aumentando de volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias principian una serie de reacciones químicas y biológicas que hacen que el embrión se desarrolle (Rodríguez, 2007).

2.3.2. Fase de germinación:

Representa el verdadero proceso de la germinación. En ella se producen las transformaciones metabólicas, necesarias para el correcto desarrollo de la plántula. En esta fase la absorción de agua se reduce considerablemente, llegando incluso a detenerse (Talón, 1997).

2.3.3. Fase de crecimiento:

Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria (Talón, 1997).

2.4. La Semilla

Freire (2004) y Villareal (1943) indican que las semillas son embriones maduros y latentes rodeados o no por tejidos de reserva, constan de una testa o capa de tejido externa, provista por uno, dos y hasta muy raramente tres cotiledones u hojas embrionarias del endospermo o tejido de reserva de alimento.

Actualmente las plantas con semillas están divididas en dos grandes grupos: las gimnospermas y las angiospermas.

El término gimnosperma significa semilla desnuda y las plantas de este grupo reciben este nombre porque los óvulos y semillas de todos sus miembros se forman expuestos sobre la superficie del esporófilo. A las gimnospermas se les puede considerar como diversas líneas de plantas con semillas, con características comunes entre ellas (Raven y Johnson, 1989).

Las angiospermas o plantas con flores incluyen aproximadamente 300 000 especies, siendo el grupo de plantas más numerosos que existen actualmente. Son muy diversas en forma y estructura y dominan la superficie de nuestro planeta. Sus flores están compuestas por cáliz y corona que rodean los órganos propiamente reproductores. Los óvulos o células femeninas se encuentran cubiertos o protegidos por los llamados carpelos u hojas modificadas que se cierran sobre sí mismas, protegiendo así las células encargadas de la reproducción (Raven y Johnson, 1989).

Se subdividen en dos grandes grupos: las monocotiledóneas que incluyen alrededor de 70 000 especies y las dicotiledóneas, con aproximadamente unas 230 000. Dentro de las primeras se encuentran familias de plantas tan importantes como las gramíneas (pastos), orquídeas, bromelias, palmas, etc. Entre las segundas están muchas de las plantas que adornan jardines, habitan bosques, desiertos, tundras, y que abarcan desde enormes árboles hasta pequeñísimas hierbas (Ídem).

2.4.1. Semillas latentes

Las semillas de especies forrajeras con estado de latencia, el tiempo que debe transcurrir desde la cosecha hasta la germinación varía según la especie y puede ser desde unos días hasta más de un año (Fuchs, 1989).

La latencia probablemente evoluciona en respuesta a condiciones ambientales variables después de la maduración y como un mecanismo de asegurar la más alta probabilidad de germinación y supervivencia exitosa de la semilla y plántula (Jara, 1996).

Las semillas latentes son aquellas semillas viables que no germinan bajo las condiciones específicas para una especie dada. Por otra parte las semillas duras son aquellas que permanecen duras al final de la prueba de germinación, ya que no absorben agua porque tienen cubierta impermeable (Moreno, 2004).

Un gran número de semillas de especies forrajeras presentan latencia, razón por la cual no germinan aun cuando sean viables y se expongan a condiciones “favorables” mencionado por (Robles, 1990).

Las semillas de especies forrajeras se caracterizan por presentar latencia, mecanismo ampliamente difundido en la naturaleza y que aparentemente surgió como un acto de sobrevivencia de la especie permitiéndose mantenerse en determinadas condiciones ambientales (Flores, 1997).

La latencia de las semillas es, probablemente, el factor más importante de una serie de componentes y procesos que afectan la germinación, además es una característica común de las especies que se desarrollan en ambientes con condiciones que son adversas para el crecimiento vegetal y la reproducción en una parte del año (Forcella *et al.*, 2000).

2.4.2. Dormancia de las semillas

La dormancia de las semillas es debido a que ellas después de alcanzar la madurez fisiológica pasan por un periodo de reposo, con poca actividad metabólica, y además está relacionada con el desarrollo de los tejidos protectores externos y con una drástica reducción en la hidratación del citoplasma (Ramírez, 1986).

El fenómeno de la dormancia es común, principalmente en semillas de determinadas hortalizas y forrajeras, algunas fruteras y de especies arbóreas y ornamentales, que no germinan después de la cosecha debido a los mecanismos internos, de naturaleza física o fisiológica, que bloquean la germinación. Estos mecanismos son genéticos y acontecen durante el ciclo de vida de la especie, durante la maduración de la semilla, de modo que, después de la dispersión, la semilla todavía no estará apta para germinar. Ésta dormancia, que se instala en la fase de maduración de la semilla, es denominada primaria. No obstante, en algunas especies, el bloqueo a la germinación se establece luego de la dispersión de la semilla, inducido por ciertas condiciones de estrese o por un ambiente desfavorable a la germinación, caracterizando otro tipo de dormancia, denominada secundaria (dcdias@ufv.br 2005).

La dormancia se define como el fracaso de una semilla viable para completar el proceso de germinación bajo condiciones ambientales favorables (Kornneef *et al.*, 2002). Ésta naturalmente, representa un mecanismo que garantiza la supervivencia de una especie bajo condiciones adversas.

2.4.3. Almacenamiento de las semillas

Se puede definir el almacenamiento como la conservación de semillas viables desde el momento de la recolección hasta que se necesitan para la siembra (Holmes y Buszewicz, 1998).

El almacenamiento en sacos de polietileno resultó más conveniente en semillas, que utilizando sacos de papel en la conservación del contenido de humedad entre 8 y 12% (Fuchs, 1989).

La consecuencia del almacenamiento en condiciones adversas, provoca el deterioro en las semillas que son múltiples, secuenciales o que causan el envejecimiento y muerte de las mismas (Seed, 2002).

2.4.4. Humedad de las semillas

El contenido de humedad en una semilla está dado por la cantidad de agua libre que tenga esta, y es tan vulnerable o cambiante como variaciones presente la atmosfera que le permita ganar o perder agua continuamente. En laboratorio, el control del contenido de humedad cuando no se realiza como prueba rutinaria es de gran utilidad y aplicable a las semillas que van a ser almacenados (Acosta, 1997).

El contenido de humedad y temperatura son factores cruciales durante el almacenamiento y manejo de la semilla. El contenido de humedad determina la actividad fisiológica y bioquímica de la semilla. Por tanto, la determinación del contenido de humedad de la semilla es de vital importancia para las operaciones de manejo (Stubsgaard, 1997).

El contenido de humedad de las semillas se determina principalmente por dos motivos i) para saber si es necesario secarla ii) para poder calcular descuentos o bonificaciones por alta o baja humedad al momento de calcular la cantidad de semilla recibida (Aguirre, 1992).

Existe dos métodos principales para medir la humedad de las semillas: los métodos directos, en donde se elimina el agua y se cuantifica la cantidad: y el método indirecto, que utiliza parámetros eléctricos (Grabe, 1989). Los métodos directos incluyen secado al horno, destilación, extracción. Los métodos indirectos incluyen por ejemplo medidas de conductividad y capacitancia e higrometría. Los métodos indirectos son siempre calibrados contra un método directo, generalmente el método de secado al horno.

2.4.5. Sanidad de las semillas

La sanidad de la semilla se refiere principalmente a la presencia o ausencia de organismos causantes de enfermedades, tales como hongos, bacterias, virus y plagas tales como gusanos e insectos, estos pueden ser controlados separando las semillas sanas de las enfermas y desinfectando para no causar más daños.

Las pruebas de sanidad de semillas pueden explicar la evaluación de las plántulas y las causas de su pobre germinación o crecimiento en el campo y por tanto una prueba adicional de germinación (ISTA, 2008).

2.4.6. Semillas duras

En las Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas (ISTA, 2006) se considera que “semillas duras” son aquellas que permanecen duras al finalizar el período del ensayo de germinación porque no han absorbido agua.

Según Gallarino (2008). Una semilla dura por definición, es una semilla viable, o sea, una semilla viva. A tal punto lo es, que en el caso particular de las semillas de alfalfa, su poder germinativo, está determinado por el porcentaje de plántulas normales más el porcentaje de semillas duras, en donde se presentan más semillas duras. En otras palabras, el poder germinativo en alfalfa, viene dado por la sumatoria de los porcentajes, de ambas fracciones.

El origen de las semillas duras, puede estar dado por varios factores. Pero en términos generales, las dos causas más frecuentes son:

- ◆ Impermeabilidad de la cutícula seminal, por deposición de altos contenidos de lignina, que impide el intercambio gaseoso y de humedad entre el embrión seminal y el ambiente que rodea a la semilla.
- ◆ Inmadurez fisiológica del embrión seminal, se presenta en el momento de la cosecha de las semillas.

2.4.7. Estructura de la semilla

Las semillas, como se vio en el apartado anterior, son óvulos maduros. Se forman en el ovario, el cual se desarrolla para formar el fruto; sin embargo existen ocasiones en que participan otras estructuras además del ovario en la formación del fruto.

La semilla, consta de una cubierta o testa, material alimenticio almacenado y un embrión (Vaughan, 1970).

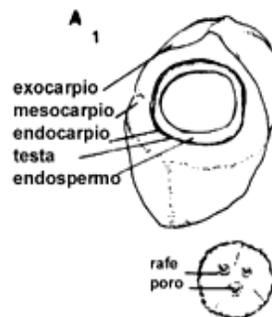


Figura N°1, morfología de la semilla de Melilotus a. (Vaughan, 1970)

2.5. Factores que afectan a la germinación

Los factores externos que tienen influencia sobre la germinación son: humedad, temperatura, luz, oxígeno y anhídrido carbónico, sustrato (pH, nivel de salinidad, medio). Los factores internos que intervienen son los promotores e inhibidores de la germinación, la activación metabólica en general y la regulación genética particular (Trujillo, 1997).

Los factores que afectan a la germinación son: Factores internos (intrínsecos: propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas. Factores externos (extrínsecos): dependen del ambiente; agua, temperatura y gases. (www.botanica.cnba.uba.ar).

5.6. Tipos de germinación.

Según las modalidades de crecimiento de las distintas partes de la plántula, se distinguen dos tipos básicos de germinación:

5.6.1. Germinación hipogea

Se ha considerado germinación hipogea por un reducido crecimiento del hipocotilo, que implica que los cotiledones permanezcan bajo el suelo, en contraposición de la germinación epigea, donde ocurre alargamiento del hipocótilo y elevación de los cotiledones sobre el suelo. La germinación Hipogea significa que las plantas dejan sus cotiledones debajo de la tierra cuando se produce la germinación. Hipo significa debajo tierra por el ejemplo la semilla de *Bromus*, *festuca*, *calamagrostis* y *stipa* (Rost *et al.*, 1997).

5.6.2. Germinación epigea

La germinación epigea es cuando las plantas al germinar llevan sus cotiledones por encima de la tierra por ejemplo, la soja, el girasol. Estos cotiledones les sirven para realizar la fotosíntesis hasta que nazcan las primeras hojas verdaderas de *melilotus* y *atriplex* (Rost *et al.*, 1997).

5.7. Pureza de las semillas

Es el menor número de semillas de un lote distintas a las que se están valorando. Se mide en tanto por ciento; una semilla de pureza 94% quiere decir que 6 semillas son extrañas y las 94 restantes puras (Pérez, 2008).

La composición en peso de la muestra que se analiza y por consiguiente la composición del lote de semillas y la identidad de las distintas especies de semillas contaminantes y de las partículas de materia inerte constituyentes de la muestra componen los siguientes (Rodríguez, 2007):

5.7.1. Semilla Pura

La semilla pura comprenderá las indicadas por el expedidor o encontradas como predominantes en el análisis, incluyendo todas las variedades botánicas de dicha especie. Se considera pura, las semillas normales o intactas, las maduras, las de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas como pertenecientes a la especie analizada.

También se considera semilla pura, los fragmentos de semillas resultantes de roturas, cuyo tamaño sea superior a la mitad de su tamaño inicial. No obstante, las semillas de leguminosas con el tegumento o testa totalmente desprendida se consideran materia muerta.

5.7.2. Otras Semillas

En otras semillas se incluirán las semillas y pseudosemillas de cualquier especie distinta a la de la semilla pura. La separación de las semillas de otros cultivos en el análisis de pureza, deberá hacerse cuando se tiene la absoluta certeza de su identificación; en el caso contrario, se dejará en la fracción de semilla pura.

5.7.3. Materia Inerte

En materia inerte se incluirán materiales tales como: piedras, partículas de suelo, granos de arena, tallos, pedazos de hoja, raíces, glumas, glumelas y otros fragmentos de plantas o de semillas de plantas silvestres o cultivadas que estén dentro de las siguientes condiciones:

- a. Semillas de especies o variedades consideradas como de otras plantas, quebradas o dañadas, cuyos fragmentos sean iguales o inferiores a la mitad del tamaño original de la semilla.
- b. Semillas que se encuentren enteramente desprovistas de su testa o tegumentos.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

La investigación se realizó en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública y Autónoma de El Alto (UPEA) ubicada en la ciudad de El Alto – La Paz a 4010 msnm en la zona Villa Esperanza entre avenidas Sucre A y B (IGM, 2011).

3.2 Características Climáticas

3.2.1. Clima

La región del altiplano norte es pluviestacional, por que las estaciones del año están bien marcadas presentando un periodo seco y uno de lluvias. El periodo de lluvias comienza en el mes de noviembre y termina en abril. La precipitación en promedio alcanza a 1080mm durante la época lluviosa. El periodo seco, que empieza desde el mes de mayo y termina en octubre alcanza en promedio 300 mm de precipitación (Servicios Múltiples de Tecnologías Apropriadas, 1998). Pero estas especies resisten debido a su volumen de mata que poseen donde fácilmente no se seca el terreno.

La precipitación promedio anual divide al altiplano de Bolivia en dos áreas vegetacionalmente distintos. Según los datos climáticos de la estación meteorológica registrada de Belén, Peñas, Desaguadero y Copacabana, la precipitación anual tiene valores medios entre 500 y 1000 mm. Concentradas entre los meses de noviembre a marzo. En la zona también se producen granizadas, sequias e inundaciones, las cuales dificultan el desarrollo de los cultivos, ocasionando cuantiosas pérdidas (Ribera *et al.*, 2010).

Se tiene una temperatura máxima de 15 a 17°C durante el día siendo más fuerte a partir de las diez de la mañana hasta las tres de la tarde. Por las noches o al amanecer las temperaturas descienden hasta 0.5°C o menos en los días de verano, pero en los días de invierno llega hasta -10°C. El promedio de temperatura en el área es de 7 a 8°C (Michel, 1997).

3.2.2 Suelos

Los suelos predominantes en el área de estudio son: franco arenoso, franco y arenoso, arcilloso (Chilón, 1992).

Según varios estudios, el 41% de los suelos del territorio nacional sufre procesos de degradación abarcando una superficie de más de 45 millones de has, que comprende gran parte de los departamentos de Oruro, Potosí, Chuquisaca y Tarija, el 32% del Departamento de La Paz, el 46% de Cochabamba y el 33% de Santa Cruz. Algunos hablan incluso de desertificación en estas zonas mencionadas (Chávez, 2006).

3.2.3. Agricultura y ganadería

Hace 30 años en el altiplano norte cada familia destinaba el 35 % de sus tierras cultivadas a la producción de la papa y el 39 % a la cebada. Ahora esa proporción –en el caso de la cebada- ha variado de manera significativa ya que ha aumentado hasta 46

%. La cebada y los forrajes se han convertido, en el principal cultivo del altiplano norte lo que da al cambio de vocación productiva: de la agricultura, a la ganadería lechera (Urioste, 2005). En cambio cultivan el menor porcentaje de oca, arveja, haba y otros, en ganadería de la misma manera los cuyes, ovinos, camélidos, porcinos y otros.

3.2.4. Ubicación geográfica

El altiplano ocupa el 28% de la superficie total del país. Allí vive el 46% de la población rural nacional, lo que representa el 30% de la población total. La incidencia de la pobreza es mayor en esta región (72.6%) en comparación al promedio nacional (55.6%). La población tiene menos acceso a tierra y una menor calidad de vida. Los principales pueblos originarios que viven en el altiplano son los aimaras y los quechuas. Los aimaras representan el 25.2% de la población total del país; los que no emigraron, viven en esta región, en el campo o en las ciudades. La población quechua, por su parte, vive en zonas de altura y representa un porcentaje menor (Aguilar y Solíz, 2005).

El altiplano norte representa en conjunto la cuenca de Lago Titicaca, cubierta por depósitos sedimentarios fluvio-lacustre recientes (arcillas, limos y arenas), no o poco plegados, que se sobreponen a sedimentos del terciario plegados (areniscas, limonitas, argelitas, conglomerados, yesos y tobas) o a sedimentos más antiguos paleozoicos y mesozoicos (areniscas, cuarcitas, lutitas, calizas y margas) en algunas zonas. Los sedimentos paleozoicos y terciarios plegados, emergen en muchos lugares de la cobertura cuaternaria, dando lugar a numerosas serranías y alineaciones de cerros inter altiplánicos que sobresalen de la llanura (Navarro, 2002).

El altiplano norte boliviano comprende las provincias Camacho, Bautista Saavedra, Omasuyos, Manco Kapac, Los Andes e Ingavi, en estas provincias se tiene 24 municipios, todos ubicados alrededor del lago Titicaca al Noroeste del departamento de La Paz.

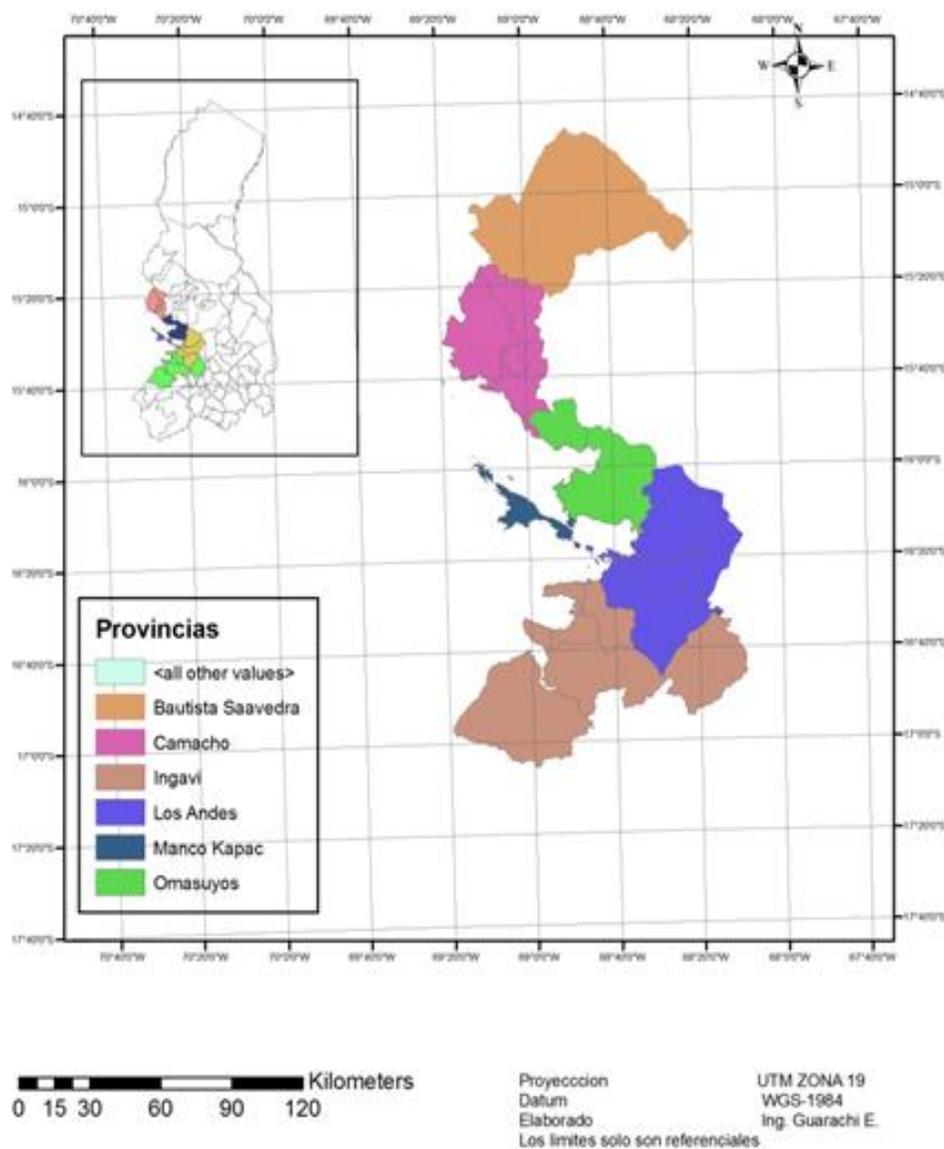


Figura N°2. Mapa de la cuenca del Altiplano norte boliviano en la región del lago Titicaca.

3.3. Materiales

3.3.1. Material genético

El material genético utilizado para el experimento son ocho especies forrajes nativas recolectadas de diferentes partes del altiplano norte de La Paz que son: *Stipa ichu* (sikuya), *Bromus catharticus* (cebadilla), *Hordeum muticum* (cola de ratón), *festuca orthophylla* (iruichu), *festuca dolychophylla* (chilliwa), *calamagrostis vicunarum* (crespillo), *melilotus indicus* (alfilla) y *Atriplex halimus* (atriplex).

3.3.2. Material de laboratorio

Los materiales utilizados en el laboratorio fueron:

- Placas petri
- Piseta
- Balanza
- Papel filtro
- Cámara germinadora
- Pinza
- Lupa
- Bolsas plásticas
- Agua destilada

3.3.3. Materiales de escritorio y gabinete

- Papel bond
- Bolígrafos
- Flash memory
- Equipo de Computación
- Impresión
- Cámara digital
- Maskin
- Tijera
- Etiquetas
- Cuaderno de registros

3.3.4. Material de campo

Los materiales de campo fueron:

- bolsas de polietileno
- guantes.

3.4. Métodos

El presente ensayo germinativo se realizó en forma descriptiva y cualitativa para determinar el color y forma de las semillas en la investigación, con el método cuantitativo se analizó el porcentaje de germinación, días a germinación, crecimiento del tamaño radicular y del hipocotilo, el porcentaje de pureza y tamaño de la semilla.

3.4.1. Procedimiento experimental

Se realizó el mismo procedimiento experimental para las diferentes especies forrajeras investigadas, evaluadas independientemente en función a los meses desde su recolección.

3.4.1.1. Identificación de especies

Primeramente se identificaron las especies forrajeras nativas de mayor importancia del Altiplano Norte de acuerdo a la evaluación y ventajas que posee cada una de ellas como forraje para la alimentación del ganado bovino, ovino, equino, camélidos y su uso en diferentes actividades. En especial para investigar por qué existe bajo porcentaje de germinación para cubrir la superficie del suelo de las erosiones.

3.4.1.2. Colecta de semillas

Las semillas se obtuvieron directamente por medio de la recolección manual de frutos maduros de ocho especies forrajeras en los meses indicados para cada especie del año 2010 tal como se muestra en el cuadro (ver Anexo 8), de las praderas nativas del altiplano norte que se encuentra a una altitud que varía de 3750 a 4200 msnm en las orillas del lago Titicaca las mismas han sido recolectadas en bolsas de polietileno aproximadamente a 300 gramos de semillas por especie. Los frutos colectados fueron guardados en bolsas de plásticas y llevados al laboratorio en donde las semillas se extrajeron por medio de la disección de los frutos (Anexo 2). Una vez obtenidas, las semillas se almacenaron temporalmente en recipientes de plástico a temperatura ambiente hasta el inicio de los experimentos.

3.4.1.3. Evaluación de las semillas

Para cada una de las especies investigadas se evaluó la pureza de la semilla (baja, regular y alto), el tamaño de la semilla (grande, mediano y pequeño), el color de la semilla (café, amarillo claro y oscuro, crema, chocolate) y la forma de semilla (ovalado, redondo, plano, rectangular), que son consideraciones que contribuyen a la elección de las especies útiles. La evaluación cuantitativa independientemente de cada una de las especies como ser: porcentaje de germinación, días a germinación, tamaño de la radícula e hipocotilo, porcentaje de pureza y tamaño de semillas.

3.4.1.4. Pruebas de germinación

La unidad experimental para cada especie consistió de un tratamiento (mes) de tres repeticiones en la que se sembraron 100 semillas en cada placa Petri. Donde en el primer mes se usaron 300 semillas en una especie, de igual forma para el segundo, tercero y cuarto mes (un total de 1200 semillas en cada especie para los cuatro meses).

La prueba de germinación se realizó:

- Se contó la cantidad correcta de semillas forrajeras nativos para la germinación con la ayuda de una pinza, escogiendo semillas sanas para la investigación (Anexo 3).
- Limpieza de las placas petri, papel filtro y pinza con alcohol para evitar el desarrollo de hongos.

- Se colocó el papel filtro cortado de forma redonda dentro las placas petri extendida uniformemente.
- Se remojó las semillas más duras (*Melilotus indicus*, *Atriplex halimus*) en agua por 24 horas.
- Se colocaron las 100 semillas en las placas Petri, haciendo un total de 300 semillas por réplica en cada especie tal como muestra en Anexo 4.
- Se añadió la cantidad suficiente de agua destilada para humedecer.
- Posteriormente se colocó la contratapa y etiquetado en las cajas Petri por mes.
- Se llevó las placas Petri a la cámara germinadora (anexo 5), y se mantuvieron en el laboratorio en condiciones ambientales de temperatura, revisándolas todo los días para cuantificar el número de semillas germinadas. Los experimentos fueron monitoreados durante 21 días recomendadas por ISTA (2004), el criterio para considerar una semilla germinada fue la emergencia de la radícula.
- Se realizó el mismo procedimiento en cada tratamiento (meses) restante y con las replicas correspondientes para las ocho especies.

Se ha evaluado independientemente los resultados obtenidos para cada una de las especies en la prueba de germinación tomando en cuenta los meses como tratamiento dividido en cuatro, se determinó el porcentaje final de germinación, días a germinación, crecimiento del tamaño radicular e hipocotilo. El análisis de la proporción de semillas germinadas se realizó con un análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos y comparación de medias Duncan para las variables significativas para cada una de las especies.

3.4.2. Diseño experimental

La presente investigación se estableció bajo un diseño completamente al azar para cada una de las especies que se evaluaron individualmente, en cuatro tratamientos (meses), cada una con tres repeticiones (Ochoa, 2009).

De acuerdo a las normas ISTA (2008) la germinación se prueba sobre la fracción de semilla pura. Normalmente una prueba consiste de cuatro replicas de 100 semillas al azar.

3.4.3. Modelo Estadístico

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

Donde:

Y_{ij} =Medida de la i-sima especie "i".

μ =Media general del experimento

α_i =Efecto de la i-sima tratamiento (mes)

ε_{ij} =Error experimental

3.4.4. Análisis estadístico

Para responder la variación total de los resultados experimentales del diseño se usa el ANVA, en base a la suma de cuadrados (SC) debido a los tratamientos más la SC residual (o error experimental) del porcentaje de germinación, días de germinación, crecimiento del tamaño radicular y tamaño del hipocotilo, se empleo el diseño completamente al azar.

Para establecer las diferencias estadísticas a un nivel de confiabilidad de 5% y de obtener los efectos de comparación, los datos se sometieron a la comparación de medias que se efectuó mediante pruebas de Duncan para variables significativas y variables altamente significativas al 1%.

3.4.5. Variables de respuesta

3.4.5.1. Las variables cualitativas

Es la parte descriptiva, donde se evaluaron las características morfológicas de las semillas de ocho especies como:

➤ **Color de las semillas**

Se verifico en función al color característico propia que tiene cada una de las semillas de las especies forrajeras nativas en estudio.

➤ **Forma de las semillas**

Se agrego en función a la característica adecuada de la semilla de cada especie forrajera nativa que tienen las formas propias desde ovalo, ovalo alargado, redondas, oblongas, planas y otras.

Algunas formas que tienen las semillas, por ejemplo las gramíneas que son pequeñas, alargadas y terminan en forma de punta, les permiten introducirse más fácilmente en las ranuras del suelo. Lo mismo sucede con las semillas redondeadas de tamaño pequeño. Por tanto, son especies que frecuentemente forman parte del banco de semillas (Janzen, 2003).

3.4.5.2. Las variables cuantitativas

Para responder estas variables cuantitativas se tabularon los datos obtenidos durante la investigación, se uso el ANVA y corroborados con prueba de promedios Duncan para las variables no significativas (n.s.), significativas (*) y altamente significativas (**), excepto para el tamaño de semilla y porcentaje de pureza.

➤ **Tamaño de las semillas**

El peso de mil semillas es una característica utilizada para informar el tamaño y peso de la semilla, conociendo el peso de mil semillas, y por consiguiente, el número de semillas por Kg será fácil determinar el peso de semillas a ser utilizados para la siembra (Bonifacio y Espíndola, 1996).

La enorme variación en el tamaño de las semillas entre las distintas especies contrasta con la estabilidad que muchas veces guardan entre sí las semillas de una misma especie. Para la mayoría de las especies, el tamaño de sus semillas es variable. Generalmente se expresa mediante el peso, pues los apéndices de algunas semillas hacen complicada su medición en términos **de largo por ancho** (Janzen, 2003).

➤ **Pureza de la semilla**

La determinación de pureza tiene por objeto señalar los límites máximos de semillas extrañas, malezas y material inerte que debe contener una muestra de semilla para tener la seguridad del peso neto de la semilla deseada (Flores 2001).

$$\% \text{ Pureza} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

Se determinó el porcentaje de pureza de cada especie, pesando en una balanza analítica por el tamaño de semilla que tienen las especies.

➤ **Porcentaje de germinación**

Se evaluó a la cantidad de semilla germinada sobre el total de las semillas en prueba de germinación multiplicado por cien (Moreno, 2005).

$$\% \text{ Germinación} = \frac{\text{No Semillas Germinadas}}{\text{No Total de Semillas}} * 100$$

El porcentaje de germinación se verifico hasta los 21 días de estudio.

➤ **Días a germinación**

Se tomó datos desde la primera semilla que germinó en cajas Petri, especialmente los primeros 10 días de la prueba germinación (Meza, 1995).

➤ **Tamaño de la radícula e hipocotilo**

El crecimiento del tamaño radicular final se midió a los 21 días del proceso de evaluación, en la cual se tomo datos midiendo con una regla el tamaño de la radícula desde raíces primarias, secundarias y terciarias.

➤ **Tamaño del hipocotilo**

El crecimiento del tamaño de hipocotilo se tomo en cuenta a los 21 días de germinación, la medición se realizo con una regla común desde el cuello de la raíz hasta el final del hipocotilo.

4. RESULTADOS y DISCUSIONES

Se analizó los resultados obtenidos de la prueba de germinación en el laboratorio y la descripción de las semillas, evaluados individualmente cada especie en función a cuatro tratamientos (meses), en una primera instancia se identificó las variables descriptivas de forma cualitativa y cuantitativa, posteriormente las variables cuantitativas con un Análisis de Varianza y prueba de promedios. Para las ocho especies investigadas los resultados fueron los siguientes:

4.1. *Calamagrostis vicunarum*

Se analizaron las variables cualitativas y las cuantitativas con Análisis de varianza y prueba de promedios Duncan para las significancias.

4.1.1. Tamaño de la semilla

El promedio del tamaño de la semilla fue de 3x1mm, un mínimo de 2,98x0,99mm y un máximo de 3,02x1,1mm.

Para el grupo de las Poaceae Janzen (2003), indica que las semillas miden desde 2.3 X 0.6 mm hasta los 1.2 x 0.6cm. Tomando en cuenta estos resultados bibliográficos del tamaño de la semilla, los datos obtenidos se encuentran próximos y dentro de los resultados.

4.1.2. Color de la semilla

El color de la semilla para esta especie, se determino un color característico propio de café amarillento, según autores el color se define por la composición química de la semilla.

Las semillas del género *Calamagrostis* son pequeñas y duras de color café claro dentro las panículas mencionado (Flores, 1997).

4.1.3. Forma de la semilla

La forma observada en las semillas *Calamagrostis vicunarum* fue elíptica, su forma como de otras gramíneas no han sido modificados, si no por naturaleza es la forma que tiene estas especies.

Comparando el resultado identificado de la forma de semillas en la especie, para Toral *et al.*, (2001), las semillas de *Calamagrostis* tienen la forma elíptica puntiaguda en ambos costados no muy pesados. Esto nos indica que la forma de la semilla coincide con en el que este autor menciona de esta especie.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	734,44**	5,42**	0,85**	0,43n.s.
Error	8	26,92	0,33	0,02	0,14
C.V.		6,95%	13,07%	8,53%	13,00%

4.1.4. Porcentaje de pureza

El porcentaje de pureza alcanzó un promedio de 80,99%, un mínimo de 80,97% y un máximo de 81%.

Por tanto cabe mencionar que los parámetros del porcentaje de pureza para estas especies solo determina el límite máximo de malezas, basura u otros excluyentes a semillas de *Calamagrostis* (Flores, 2001).

Cuadro 1. ANVA; Para las variables cuantitativas en relación a la especie *Calamagrostis vicunarum*

n.s. No significativos a una probabilidad estadística ($p > 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 2. Comparación de medias prueba de Duncan para variables cuantitativas con significancia y promedios de *Calamagrostis vicunarum*.

Tratamientos	Porcentaje de	Días a	Tamaño de la	Tamaño del
--------------	---------------	--------	--------------	------------

(meses)	germinación (%)	germinación (día)	radícula (cm)	hipocotilo (cm)
1er mes	57.00b	6,00a	1,47b	3,07
2do mes	66.00b	5,00a	1,12c	2,37
3er mes	87,33a	3,67b	2,07a	3,22
4to mes	88,33a	3,00b	2,27a	3,00

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.1.5. Porcentaje de germinación

Según (Cuadro 1), presenta diferencias altamente significativas al 1% entre los tratamientos, lo que indica que si existe diferencias en los cuatro meses de germinación con un coeficiente de variabilidad de 6,95%, que según Ochoa (2009) revela un análisis experimental excelente y corroborando con prueba de promedios Duncan (Cuadro 2), el grupo **A** compuesto por el 4to y 3er mes son las más diferenciales por que obtuvieron los mayores porcentajes en la germinación (88,33 y 87,33% respectivamente), siendo sus promedios significativamente superiores en relación al grupo **B** que componen el 2do mes con 66,00% y el 1er mes de 57,00% son los que expresaron el menor porcentaje de semillas germinadas, se encuentran en bajos porcentajes (Anexo 9).

Vigliola (1986), manifiesta que en condiciones normales el poder germinativo de la semilla de *Calamagrostis sp.* disminuye del 30 al 50% en un año y del 50 al 100% en dos años, manteniendo a 2°C conserva su poder germinativo hasta los 7 años.

Los resultados muestran que el porcentaje de germinación es ascendente a los meses que transcurre (anexo16), a medida que pasa los meses hasta llegar a un año de almacenamiento. Tal como menciona el autor el porcentaje disminuye a partir de un año, peor aún después de dos años de almacenamiento.

El porcentaje de germinación va en ascenso desde el primer mes hasta un año según Flores (1997), pero desde un año hacia adelante empieza a disminuir ese porcentaje.

4.1.6. Días a germinación

El análisis de varianza (Cuadro 1), anota diferencias altamente significativas a días de germinación entre los cuatro tratamientos al 1%, con un coeficiente de variabilidad de 13.07%. En cambio comparando con prueba de promedios Duncan (Cuadro 2), se observa la agrupación en dos grupos comprendida el 1er mes de 6 días y el segundo mes de 5 días denominados grupo **A** son los que más atrasaron en germinar, en

comparación al grupo **B** que germinaron a pocos días es el tercer mes de 3,67 días y el cuarto mes a los 3 días de germinación (Anexo 10).

Tovar (1998), cita para especies *Calamagrostis* que la germinación se da a los 2 días después de un año desde su recolección.

Evidentemente nos muestra que a mayor tiempo de almacenamiento la germinación se da a pocos días desde su almacigo como el cuarto mes que resulto germinar al tercer día, analizando y comparando los resultados se muestra una evidencia clara de germinación.

4.1.7. Tamaño de la radícula

Según el (Cuadro 1), muestra diferencias altamente significativas en el crecimiento del tamaño radicular entre los tratamientos al 1%, mostrando un coeficiente de variabilidad de 8,53% y corroborando con prueba de promedios Duncan (Cuadro 2) de la especie *Calamagrostis vicunarum*, se identificaron diferencias estadísticas entre grupos **A, B** y **C**, donde el grupo **A** agrupado del 4to mes tuvo 2,27cm similar al 3er mes de 2,07cm de mayor crecimiento en el tamaño radicular a los 21 días de germinación, en comparación al 1er mes de 1,47cm perteneciente al grupo **B** de regular crecimiento y por último al 2do mes de 1,12cm al grupo **C** de menor crecimiento en los cuatro meses investigados, según muestra (Anexo 11) es totalmente diferente el grupo **A** del **B**.

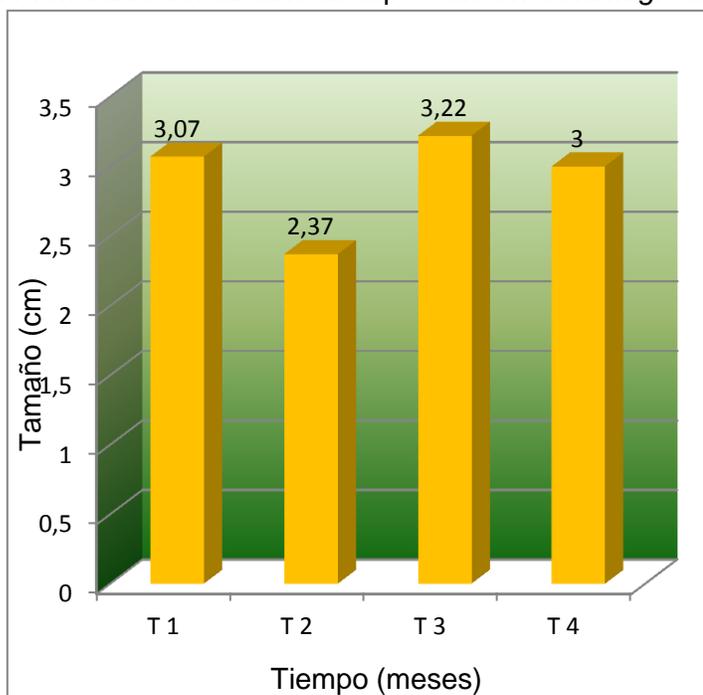
Para Flores (1997), el crecimiento radicular en *calamagrostis* depende del tipo suelo y la humedad existente para su desarrollo que en un mes puede llegar a alcanzar en 3.5cm la raíz primaria.

El resultado más alto obtenido hasta los 21 días llega a 2.27cm en el cuarto mes y en comparación a los 30días, Flores asemeja a los datos obtenidos.

4.1.8. Tamaño del hipocotilo

Según (Cuadro 1), no muestra diferencias significativas al 5% en los cuatro meses de investigación en relación al crecimiento del tamaño de hipocotilo, el coeficiente de variabilidad fue de 13%.

Figura N° 3. Promedios del tamaño de hipocotilo en *Calamagrostis vicunarium*.



Fuente: Elaboración propia a datos obtenidos (2010)

Realizado los promedios (Figura 3), de la especie *Calamagrostis vicunarium* en los tratamientos (meses), nos muestra que no hay diferencias significativas en el crecimiento del tamaño del hipocotilo, donde se obtuvieron resultados sobresalientes como el 3,22cm que corresponde al tercer mes y el promedio de menor tamaño pertenece al segundo mes de 2,37cm, que son diferencias mínimas sin significancia de tan solo 0,8cm.

4.2. *Bromus catharticus*

Las especies de *Bromus* son uno de los principales constituyentes invernales de los campos de la región, aportando a la producción de forraje (anexo 24). La productividad y calidad forrajera de las especies del género, así como la erosión genética a la que se

encuentran sometidas algunas de ellas, son las principales causas que han conducido a la realización de colectas, caracterización y evaluación germinativa de las colecciones.

4.2.1. Tamaño de la semilla

El tamaño promedio de la semilla alcanzo a 6x2mm, un mínimo de 6,35x2,6mm y un máximo de 5,65x1,4mm.

Varios autores han reportado que las diferencias en peso entre semillas de una misma especie pueden reflejar diferencias biológicas en sus capacidades. Por ejemplo, que las semillas grandes de cebada, avena tienen mayor capacidad que las pequeñas para germinar cuando están enterradas y posteriormente emergen del suelo, al tener mayor reserva de nutrientes (Leishman *et al.*, 2000).

El tamaño grande de las semillas de *Bromus auleticus* a otras especies forrajeras favorece en la observación de la emergencia de su radícula, absorción de agua, recolección, germinación y crecimiento. Así, el tamaño de la semilla dependerá de cómo es el ambiente que la rodea y de cómo la semilla se ha adaptado a esas condiciones reportando un promedio de 5x3mm (Janzen, 2003).

Analizando los resultados e investigaciones realizadas en cuanto a la medida del tamaño de la semilla de *Bromus catharticus*, solo indican que favorece su gran tamaño y como se desarrolla en comparación a otras especies determinando un tamaño de semilla parecida a resultados obtenidos..

4.2.2. Color de la semilla

El color de la semilla para la especie, se ha identificado de color canela.

Flores, (2001), identifica el color café claro en las semillas del género *Bromus*.

EL género *Bromus* agrupa varias especies entre las cuales se encuentra la especies *catharticus*, *auleticus* de semillas color café y mayor tamaño entre los forrajes rústicos (Flores, 2001)

4.2.3. Forma de la semilla

La forma de la semilla se caracteriza por la especie que varía desde elíptica corta hasta elíptica alargada.

Algunas semillas, debido a su forma, modifican su posición una vez que han caído al suelo. Las aristas de *Bromus madritensis* hacen que la semilla se enrosque alrededor de las partículas de suelo, mientras que las aristas extendidas de *Bromus rigidus* la ayudan a clavarse en el suelo (Janzen, 2003).

Entonces los resultados obtenidos y la investigación realizada por Janzen, se podría decir que las semillas son elípticas con aristas extendidas que ha adaptado la especie para poder introducirse al suelo en el momento de su caída para germinar cuando las condiciones son favorables y no ser arrastrados por el viento ni agua.

4.2.4. porcentaje de pureza

El porcentaje promedio de pureza es de 86%, existiendo un 14 % de impurezas como basuras, semillas rotas, dañadas. Según los parámetros de pureza ISTA el resultado de 86% está en el promedio con una buena pureza.

Cuadro 3. ANVA; Para variables cuantitativas en relación a la especie *Bromus catharticus*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	105,64*	2,00**	5,24**	0,995n.s.
Error	8	19	0,08	0,51	0,64
C.V.		6,31%	7,87%	10,52%	7,82%

n.s. No significativos a una probabilidad estadística ($p > 0,05$)

* Significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 4. Comparación de medias prueba de Duncan para las variables cuantitativas y promedios de *Bromus catharticus*.

Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días a germinación (día)	Tamaño de la radícula (cm)	Tamaño de hipocotilo (cm)
1er mes	65,67b	4b	5,55b	9,64
2do mes	64b	4,67a	5,78b	9,95
3er mes	69,33ba	3c	8,14a	10,93
4to mes	77,33a	3c	7,72a	10,50

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.2.5. Porcentaje de germinación

Presenta diferencias significativas al 5% en los cuatro meses de germinación después de la cosecha, con un coeficiente de variabilidad de 6,31% y corroborado con prueba de promedios Duncan (Cuadro 4) de *Bromus catharticus*, e porcentaje de germinación se muestra en ascenso a los meses que pasa (Anexo 9), donde en el 4to mes se tuvo

77,33% de mayor de germinación correspondiente al grupo **A**, luego el tercer mes con un 69,33% de germinación y por último se observa la agrupación del grupo **B** el de menor porcentaje de germinación en todo el grupo que corresponde al 1er y 2do mes con un 65,33 y 64% de germinación.

La variedad Pampera INTA de *Bromus auleticus* arrojó los siguientes valores promedios de germinación después de cosecha: a los tres meses 83,35% (Traverso, 1992).

Según Janzen (2003), el porcentaje promedio de germinación en *Bromus auleticus* a tres meses después de su recolección es de 75,50% y a 15 meses de 40%.

Por otra parte, Johnston *et al.*, (1989), mencionado por Contreras (2010), se determinaron que el porcentaje de germinación a 15 °C alcanzó valores superiores al 90% para *Bromus berteroanus*.

En condiciones naturales y simuladas, las semillas grandes germinan más y con mayor vigor que las pequeñas (Molken *et al.*, 2005).

Según menciona ISTA (2008), este porcentaje se considera como germinación buena porque es más del 50%, nos menciona que las especies *Bromus* se pueden propagar fácilmente en los campos, y comparado los resultados con las citas bibliográficas se asemejan a datos mencionados.

4.2.6. Días a germinación

Según (Cuadro 3), se muestra diferencias altamente significativas al 1% en los cuatro meses de germinación, lo que indica que si existe diferencias entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 7,87%. Corroborado con prueba de promedios (Cuadro 4 y Anexo 10), se muestra claramente tres grupos distintos el primero a 3 días de germinación denominado como el grupo **C** pertenecientes al 4to y 3er mes que germinaron a pocos días en comparación al 1er mes de 4 días como grupo **B** y el 2do mes a 4,67 días del grupo **A** fue la que germinó a varios días en comparación a los otros meses.

Al igual que las especies consideradas forrajeras avena, cebada, trigo y entre ellos la cebadilla germinan a los 2-4 días de sembrar y emergen a los 7 días en promedio en condiciones normales (Brown *et al.*, 2003).

Como se ve en promedios Duncan (anexo10), realizado la prueba de germinación a los tres meses se da a pocos días la emisión de la radícula, Por tanto los resultados están dentro del rango que menciona Brown en cuanto a días de germinación.

4.2.7. Tamaño de la radícula

Presenta diferencias altamente significativas al 1% en el tamaño radicular a 21 días de germinación entre los tratamientos, con un coeficiente de varianza de 10,52% (Cuadro 3), corroborando con prueba de promedios de Duncan (Cuadro 4 y Anexo 11), los tamaños de radícula son diferentes entre **A** y **B**, en el grupo **A** de 7,72cm 4to mes y 8,14cm el 3er mes expresaron mayor crecimiento en el tamaño radicular, mientras que

el grupo **B** de menor crecimiento radicular comprende el 1er y 2do mes de 5,55 y 5,78cm hasta los 21 días de germinación.

En *Bromus* los puntos de crecimiento están localizados a varios centímetros por debajo de la superficie del suelo que alcanzan de 6 a 8 cm (Procisur, 2001).

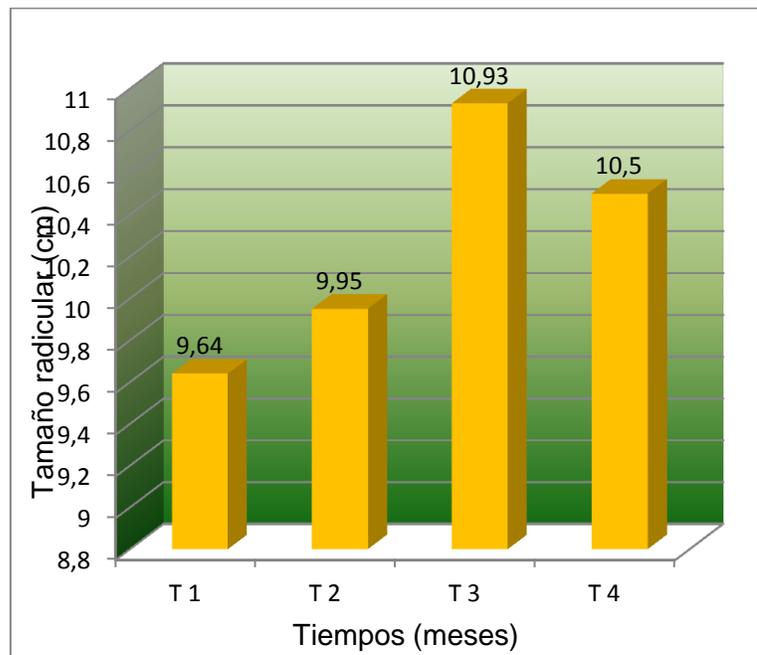
La cebadilla se adapta a todos los suelos independientemente de su fertilidad o profundidad, siempre que sean bien drenados sobrevive el stress hídrico estival. Esto le confiere una mayor persistencia que las otras especies templadas conocidas (especialmente en el Altiplano del país) donde las altas temperaturas y la superficialidad de los suelos incrementan los efectos negativos del stress hídrico. Enraizamiento profundo y vigoroso, capaz de extraer agua de horizontes profundos. (Procisur, 2001).

Según los datos del tamaño radicular, es importante mencionar que el crecimiento es lento a los primeros meses de germinación, va ascendiendo el crecimiento cuando se realiza la prueba de germinación a partir de los tres meses de su recolección.

4.2.8. Tamaño del hipocotilo

No presenta diferencias significativas al 5% en los cuatro tratamientos de la prueba de germinación con un coeficiente de variabilidad de 7,82% y realizando un promedio de los datos se muestra un promedio sobresaliente que corresponde al tercer mes de 10,93cm de crecimiento en el tamaño del hipocotilo en los cuatro, el promedio más bajo se tuvo en el primer de 9,64cm. Existiendo una diferencia mínima de 0,45cm entre el promedio más alto y bajo.

Figura N°4. Datos promediados no significativas en *Bromus catharticus*



Fuente: Elaboración propia a datos (2010).

Se trata de una especie muy productiva, palatable y accesible para los animales debido al desarrollo de su follaje, sus excelentes características bromatológicas, digestibilidad y proteína (Olmos, 1993).

Desde el punto de vista forrajero se han reportado varias especies nativas, como por ejemplo, *Bromus catharticus*, que según Hithcoth (1951), presentaría enormes posibilidades debido a su intenso crecimiento invierno- primaveral y a su alta palatabilidad.

4.3. *Festuca orthophyla*

De la misma manera se evaluaron primero las variables descriptivas y en la segunda parte las variables cuantitativas con análisis de varianza y prueba de promedios Duncan para las significativas.

4.3.1. Tamaño de la semilla

El tamaño promedio de la semilla obtenido es de 3,05 x 1mm, teniendo un mínimo de 2,5 x 0,5mm y un máximo de 3,8 x 1,3mm.

Lara y Alzerreca (1996), mencionan en *Festuca rubra* las semillas de tamaño medio.

Flores (2001), indica que el tamaño de la semilla en *festucas* es de 3-4 x 1,5 mm. En realidad las semillas están comprendidas en tamaño medio, los resultados están dentro del rango al que menciona el segundo autor.

4.3.2. Color de las semillas

Para Pink (2000), el color de la semilla es pardo claro en *Festuca pratensis*.

Las semillas tienen un color característico propio de las especies, en especial las forrajeras nativas y oriundas de la Puna (Tovar, 1998).

El color de la semilla observada en el estudio, fue café que se asemeja al pardo claro tal como mencionan estudios realizados para la especie del mismo género.

4.3.3. Forma de la semilla

La forma de semilla es propia de cada especie, en este caso se identificó la forma oblonga.

Según bibliografía consultada, para Flores (2001), menciona que el grano es liso, aovado-oblongo, por tanto la forma observada es igual a las características obtenidas de la semilla.

4.3.4. Porcentaje de pureza

El porcentaje promedio de pureza para *Festuca orthophylla* fue de 78%.

Cuadro 5. ANVA; Para variables cuantitativas en relación a la especie *Festuca orthophylla*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	45,19**	25,46**	0,40**	2,26*
Error	8	4,42	1,92	0,05	0,31
C.V.		15,27%	17,76%	19,85%	17,19%

*Significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 6. Comparación de medias prueba de Duncan para variables cuantitativas de *Festuca orthophylla*.

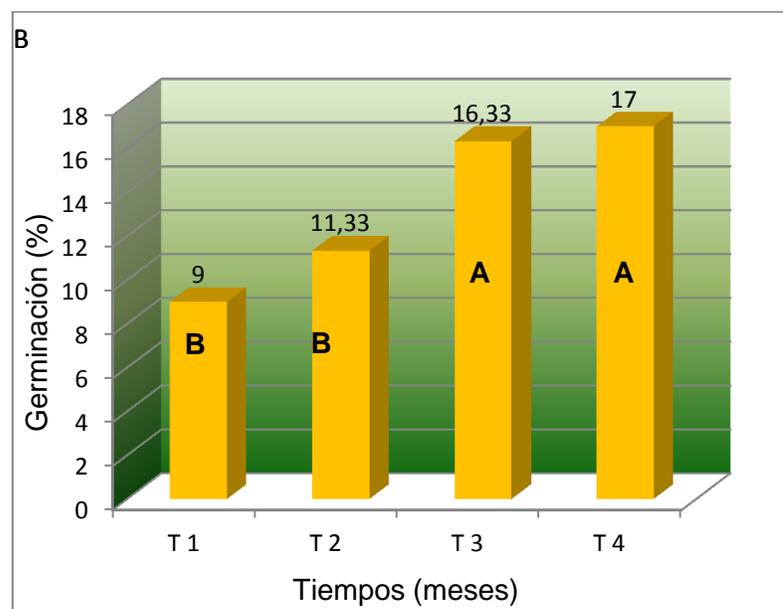
Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días a germinación (días)	Tamaño de la radícula (cm.)	Tamaño del hipocotilo (cm.)
1er mes	9b	10a	0,81b	3,20a
2do mes	11,33b	9,67a	0,84b	2,12b
3er mes	16,33a	8a	1,32a	4,23a
4to mes	17a	3,67b	1,55a	3,41a

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.3.5. Porcentaje de germinación

Según (Cuadro 5), el porcentaje de germinación muestra diferencias altamente significativas al 1% entre los tratamientos investigados, con un coeficiente de variabilidad de 12,27%. Por tanto realizado prueba de promedios Duncan graficado (Gráfico 5 y Anexo 9) se observa la clara agrupación de dos grupos diferentes, el primero corresponde al mayor de germinación (grupo **A**) que integran el 4to mes de 17% y 3er mes de 16,33%, en comparación al grupo **B** que están el 2do mes de 11,33% y 1er mes de 9%, que son los que germinaron en el menor porcentaje dentro de los cuatro meses de investigación.

Gráfico N° 5. Promedios Duncan del porcentaje de germinación *festuca orthophylla*



Fuente: Elaboración propia a datos (2010).

Tal como se ve en el grafico N° 5 existen diferencias significativas entre dos grupos el **A** de mayor porcentaje de germinación y el **B** de menor porcentaje de germinación, lo cual indica que a medida que los meses desde su cosecha el porcentaje de germinación aumenta. Además se puede observar que los porcentajes obtenidos en relación a otras especies son bajas dentro las investigaciones realizadas.

Asimismo, hay especies que responden mejor a la germinación con temperaturas constantes que con temperaturas alternas, como es el caso de *Setaria faberi* (León *et al.*, 2004) y *Festuca orthophylla* (Lucas *et al.*, 2008), mencionado por Contreras (2010).

Según Baskin & Baskin (2004), las poáceas presentan dormancia fisiológica, causada por un mecanismo propio del embrión de la semilla, o una estructura de cobertura del embrión, el cual previene la germinación hasta que se presentan las condiciones apropiadas para cada especie.

El resultado del bajo porcentaje de germinación puede ser la dormancia, tal como menciona Baskin, falta de maduración de las semillas o utilizar métodos de escarificación.

4.3.6. Días a germinación

Presenta diferencias altamente significativas al 1% entre los cuatro meses de germinación o al menos una de ellas es diferente de los demás, comparando los promedios con prueba de Duncan la especie *Festuca orthophylla* en cuanto a días de germinación muestra diferencias, el cuarto mes germino a 3,67 días de germinación correspondiente al grupo **B**, fue la que germino a pocos días desde su almacigo, en comparación al grupo **A** que germino a varios días esta el 1er mes a 10 días, 2do mes a 9,67 días y el 3er mes a 8 días. En donde por lo menos uno de ellos ha sido diferente, es el caso del cuarto mes.

Para *Festuca rubra*, indican que su germinación es en 7 – 10 días con 18° - 20° en el suelo (Lara y Alzérreca, 1996).

Con relación a días de germinación los resultados muestran datos similares que el autor menciona acerca de la especie.

4.3.7. Tamaño de la radícula

Presenta diferencias altamente significativas al 1% entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 19,85%, comparado con prueba de promedios Duncan (Cuadro 6) en cuatro meses, donde se muestran dos grupos sumamente distintos comprendidos el cuarto mes con 1,55cm y el 3er mes con 1,32cm en el grupo **A** de mayor tamaño radicular a 21 días de germinación, el otro grupo **B** representan el 1er mes de 0,81cm y el 2do mes de 0,84cm muestran un crecimiento en el tamaño radicular. Lo que indica que los resultados van ascendiendo en función a los meses que pasan desde la cosecha.

4.3.8. Tamaño del hipocotilo

El análisis de varianza (Cuadro 5), muestra diferencias significativas al 5% en el tamaño de hipocotilo en los cuatro meses de germinación con un coeficiente de variabilidad de 17,19%, corroborando con prueba de promedios Duncan (Tabla 6), donde el tamaño del hipocotilo a 21 días de germinación mide y se diferencia en dos conjuntos, el de menor tamaño es el segundo mes con 2,12cm hasta los 21 días, de germinación, el conjunto **A** comprende al cuarto mes con 3,41cm, 3er mes de 4,23cm y el primer mes de 3,20cm los cuales son de mayor crecimiento en el tamaño del hipocotilo a 21 días de germinación.

Lara y Alzérreca (1996), menciona el hipocotilo cilíndrico de 6 a 15 mm de largo en medio año (6 meses).

En cuanto al tamaño de hipocotilo a 21 días de germinación, se puede comparar a otros meses, en este caso a medio año y analizando los datos estas se encuentran entre los parámetros cercanos que menciona con relación al dato proporcionado por el autor.

4.4. *Festuca dolichophyla*

4.4.1. Tamaño de la semilla

El tamaño promedio de la semilla es de 3x1,5mm, teniendo un mínimo de 2,4 x 1mm y un máximo de 3,6 x 2mm.

El resultado obtenido se asemeja al que menciona Flores (2001), para el género *Festuca* de 3-4x1,5mm.

4.4.2. Color de la semilla

El color de la semilla, identificada fue café claro.

4.4.3. Forma de la semilla

La semilla de acuerdo a su forma es oblonga.

Según Tovar (1998), identifica la forma de semilla oblonga, aovada en *Festuca dolichophylla* y *Festuca arundinacea*.

4.4.4. Porcentaje de pureza

El promedio del porcentaje de pureza es 90%, es la semilla que tuvo un alto porcentaje de pureza en comparación a las demás especies.

Festuca arundinacea 95% pureza *Festuca rubra* 97%, *Festuca pratensis* 85%, *Festuca ovina* 76% (INASE, 2008).

Cuadro 7. ANVA; Para variables cuantitativas en relación a la especie *Festuca dolichophylla*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	1302,75**	4,97**	0,64*	2,63**
Error	8	57,33	0,42	0,09	0,04
C.V.		17,24%	13,59%	30,00%	8,96%

* Significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 8. Comparación de medias prueba de Duncan para variables significativas de *Festuca dolichophylla*.

Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días a germinación (día)	Tamaño de la radícula (cm)	Tamaño del hipocotilo (cm)

1er mes	24,00c	6a	0,75bc	1,65b
2do mes	35,00cb	5,33ba	0,55c	1,44b
3er mes	44,00b	4,67b	1,11b	3,11a
4to mes	72,67a	3,00c	1,61a	3,20a

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.4.5. Porcentaje de germinación

Según (Cuadro 7), el porcentaje de germinación presenta diferencias altamente significativas al 1% lo que indica que si existe diferencias en los cuatro meses de prueba con un coeficiente de variabilidad de 17,24% y corroborado con prueba de promedios Duncan (Cuadro 8 y Anexo 9) muestra el 4to mes como el más sobresaliente en los cuatro meses con un 72,67% de mayor porcentaje de germinación como grupo **A**, mientras el 3er mes con 44% agrupándose en el grupo denominativo **B** de regular porcentaje de germinación, el 2do mes expreso un 35,00% del grupo **BC** y el primer mes con el menor promedio de semillas germinadas dentro de los cuatro meses de germinación con un 35% del grupo **C**.

Las semillas de *F. scariosa* tuvieron un alto porcentaje de germinación sin ningún tipo de tratamiento de 76% (Castro, 1995).

Festuca arundinacea 75% germinación, *Festuca rubra* 75%, *Festuca ovina* 75% y *Festuca pratensis* 80% (INASE, 2008).

Con las investigaciones encontradas se podría decir que en cuarto mes se tuvo resultados similares en el mismo género que satisface las necesidades de las investigaciones realizadas en el porcentaje de germinación.

4.4.6. Días a germinación

Las días a germinación presentan diferencias altamente significativas al 1% en cuatro meses como muestra (Cuadro 7) con un coeficiente de variabilidad de 13,59%, corroborando con prueba de promedios Duncan (Cuadro 8) de la especie *Festuca dolichophylla* expresa diferencias significativas, donde el cuarto mes germino a 3 días, mientras el tercer mes a 4,67 días, segundo mes a 5,33 días y el primer mes a 6 días sucesivamente, el cual nos indica que germino a varios días en el primer mes en comparación al cuarto mes que germino a pocos días.

Para Romo *et al.*, (2007), menciona en el caso de *Festuca rubra* empezaban a germinar prácticamente a las 72h y no terminaban hasta las 168h después. Mientras en *Festuca arundinacea* empezó a germinar a las 24 - 48 horas después del almacigo.

Prácticamente en el cuarto mes germino al 3er día (72h), nos indican resultados similares aunque no sean siempre la especie, pero del mismo género.

4.4.7. Tamaño de la radícula

El tamaño de la radícula muestra probabilidades estadísticas significativas al 5% según (Cuadro 7), existiendo diferencias en el tamaño de la radícula entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 30%. Comparado con prueba de promedios Duncan (Cuadro 8 y Anexo 11), se ven agrupados los meses en distintos grupos como el cuarto mes de 1,61cm grupo **A**, tercer mes de 1,11cm grupo **B**, el primer mes de 0,75cm en el grupo **BC** y por último el segundo de 0,55cm del grupo **C** que tuvo el menor crecimiento en el tamaño radicular a 21 días de germinación dentro de los cuatro meses de investigación.

En *Festuca rubra* a las 24 horas se tenía una radícula de longitud entre 1-2 mm que se colocaron en placas (Romo *et al.*, 2007).

4.4.8. Tamaño del hipocotilo

En el (Cuadro 7), presenta diferencias altamente significativas al 1% en el tamaño del hipocotilo entre los cuatro meses con un coeficiente de variabilidad de 8,96% hasta los 21 días de germinación.

La prueba de promedios Duncan (Cuadro 8) muestra las diferencias entre dos grupos el primero que comprende al cuarto mes de 3,20cm y el tercer mes de 3,11cm el tamaño como grupo **A** de mayor crecimiento del tamaño de hipocotilo, mientras que el primer mes con 1,65cm y el segundo mes de 1,44cm forman el grupo **B** de menor tamaño del hipocotilo en los cuatro tiempos.

4.5. *Melilotus indicus*

4.5.1. Tamaño de la semilla

El promedio del tamaño de la semilla fue de 3x1,5mm, con un mínimo de 2,3 x 0.8mm y un máximo de 3,8 x 2,3mm.

Cabrera *et al.*, (1978), indica el tamaño de semilla de 2mm de diámetro que se trata de semillas muy pequeña ($P_{1000} = 1,45$ g).

Para Rzedowski (2001), indica que el tamaño de las semillas de *Melilotus alba* es de 2 mm de largo por 1 mm de ancho.

4.5.2. Color de la semilla

En el color de la semilla varía desde amarillo a café claro, Flores (2005), menciona que las semillas de color café son las que germinaron en gran porcentaje, mientras los que muestran el color amarillo no germinaron debido a su madurez fisiológica incompleta para posterior germinación.

Rzedowski (2001), menciona que las semillas de *Melilotus indica* muestran el color de café – amarillento, las semillas de *Melilotus officinales* muy diferenciado de color gris a café claro y en semillas de *Meliltous alba* el color amarillo-verdoso o café-amarillento y superficie muy lisa.

4.5.3. Forma de la semilla

La forma de la semilla de esta especie presento ovalo, al igual que las semillas de alfa alfa.

Según Cabrera *et al.*, (1978), el fruto es una legumbre que posee semillas aovadas, lisas y en el interior de manera uniforme.

4.5.4. Porcentaje de pureza

El porcentaje de pureza que se obtuvo fue de 78%.

Para las especies de *Melilotus offinales* y *Melilotus alba* indican un 98% pureza (INASE, 2008).

Según porcentaje de pureza para el género *Melilotus*, los resultados obtenidos muestran una diferencia menor al 20% en el género.

Cuadro 9. ANVA; Análisis de varianza para variables cuantitativas en relación a la especie *Melilotus indicus*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	57,01**	6,89*	1,10*	2,53*
Error	8	3,37	0,96	0,2	0,39
C.V.		18,05%	24,50%	24,8%	21,53%

* Significativos a una probabilidad estadística ($p < 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 10. Comparación de medias prueba de Duncan para variables significativas de *Melilotus indicus*.

Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días a germinación (días)	Tamaño de la radícula (cm)	Tamaño del hipocotilo (cm)
1er mes	6,67b	6a	1,06b	1,6b
2do mes	7,00b	4ba	1,5b	3,09a
3er mes	11,00ba	3,67ba	2,07a	3,68a
4to mes	16,00a	2,3b	2,41a	3,30a

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.5.5. Porcentaje de germinación

Según (Cuadro 9), el porcentaje de germinación muestra diferencias altamente significativas al 1% entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 18,05% lo que demuestra que la relación en los cuatro meses varía considerablemente en el porcentaje de germinación desde el primero hasta el cuarto mes. Corroborando con análisis de prueba de promedios Duncan (Cuadro 10), se ve agrupados en tres conjuntos el primero corresponde al cuarto mes con un 16,00% de mayor porcentaje de germinación en el grupo **A**, mientras que el tercer mes con 11,00% se encuentran en el grupo **BC** de intermedio porcentaje de germinación, por último con el menor porcentaje de germinación esta el grupo **C** agrupando al primer mes con un 6,67% y el segundo mes con 7,00%, graficados (anexo 9).

El porcentaje de semillas duras muestra considerable variabilidad dependiendo de la especie, grado de madurez, condiciones durante la maduración, y los meses de almacenamiento. Así, baja humedad en el aire durante la maduración, resulta en un considerable incremento en la dureza de la semilla de *Melilotus* (Nikolaeva, 1980).

Como menciona el autor esta especie presenta muchas semillas duras la cual muestra bajo porcentaje de germinación como es el 16% que solo germinaron las semillas bien maduras que presentan el color oscuro y no así los de color claro. Debido a que en su momento de recolección las semillas no completaron totalmente su madurez fisiológica homogénea y del medio ambiente en que se encuentran.

Para las especies de *Melilotus officinales* y *alba* indican un 85% germinación (INASE, 2008).

La mayoría de las semillas de leguminosas pratenses anuales como *Medicago*, *Melilotus* presentan bajos porcentajes de germinación debido al fenómeno de la dormancia o latencia (Martín *et al.*, 2000). En estas especies, la dormancia generalmente se debe a la presencia en las semillas de una capa exterior impermeable. Esta dormancia es un mecanismo ecológico que permite a las semillas germinar solo cuando las condiciones ambientales sean adecuadas para que haya un buen crecimiento de las plántulas, pero representa una limitación cuando se busca un alto porcentaje de germinación de las semillas (Argel y Patón, 1999).

Según Oliveira (2007), menciona en *Melilotus parviflora* una germinación del 19% de semillas sin necesidad de escarificar.

Los resultados nos indican que según varios autores el porcentaje de germinación que se ha presentado son bajas en las investigaciones realizadas en el género, debido a la dormancia y madurez fisiológica de la especie.

4.5.6. Días a germinación

En el Cuadro 9, las días a germinación en los cuatro meses muestra diferencias significativas al 5% con un coeficiente de variabilidad de 24,50%, donde corroborando con prueba de promedios (Cuadro 10), muestra los días de germinación en los cuatro tiempos diferentes en donde al primer mes empezó a germinar a los 6 días grupo **A** es

la que tardó varios días en germinar en comparación a otros meses, el segundo mes a los 4 días y el tercer mes de 3,67 días formando el grupo **AB**, por último el cuarto o último mes es la que germinó a pocos días de 2,67 días después del almácigo formando el grupo **B**, lo cual indica que a mayores meses de almacenamiento la germinación se ve a pocos días del almácigo.

En *Melilotus officinales* la germinación aproximadamente es de 10 -20 días a 16-18°C (<http://www.spicegarden.eu/semillas-de-melilotus-officinales>).

4.5.7. Tamaño de la radícula

Según (Cuadro 9), el crecimiento del tamaño radicular muestra diferencias significativas al 5% entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 24,8%, comparado los datos obtenidos con prueba de promedios Duncan (Cuadro 10 y Anexo 11) se muestra la agrupación en dos tamaños radiculares, el primero que comprende el grupo **A** de mayor tamaño radicular a 21 días de germinación esta el cuarto mes de 2,41cm y tercer mes de 2,07cm, en comparación muy diferentes al otro grupo de menor tamaño radicular es el grupo **B** que integran el segundo mes de 1,5cm y el primer mes de 1,06cm. Los resultados muestran un mayor tamaño en función a los meses que pasa desde su cosecha.

4.5.8. Tamaño del hipocotilo

El tamaño del hipocotilo muestra diferencias significativas al 5% (Cuadro 9), con un coeficiente de variabilidad de 21,53% entre los cuatro meses de investigación. Realizado prueba de promedios Duncan (Cuadro 10) se observa que al menos una de ellas es diferente a los otros meses como el caso del primer mes de menor tamaño de hipocotilo el grupo **B** de 1,6cm, mientras que el grupo **A** lo integran de mayor tamaño de hipocotilo hasta los 21 días de germinación están el segundo mes de 3,09cm, tercer mes de 3,68cm y el cuarto mes de 3,30 cm entre los cuatro meses investigados (Anexo 12).

Rzedowski (2001), menciona el tamaño de hipocotilo de 11 a 42mm, verdoso, sin pelos comprendidos a un mes de su germinación, *Melilotus alba* el hipocótilo cilíndrico de 5 a 7 mm, sin pelos.

En conclusión se resume que los resultados obtenidos son similares en relación al que menciona Rzedowski en el tamaño radicular en 11 a 42mm a resultados obtenidos de 1,1 a 4,2cm durante los meses de investigación.

4.6. *Stipa ichu*

4.6.1. Tamaño de la semilla

El promedio del tamaño de la semilla fue de 2x1,5mm, obteniendo un mínimo de 2,98x0,99mm y un máximo de 3,02x1,1mm.

El tamaño de la semilla no es tan importante cuando todos los miembros de una población tienen el mismo tamaño de semilla, pero cuando se encuentra una diferencia

en el tamaño de la semilla en la misma población, las diferencias entre los individuos que se desarrollan se hace acumulativa y las plantas provenientes de semillas grandes pueden dominar y sobrevivir a expensas de las obtenidas a partir de semillas pequeñas (Harper *et al.*, 1970).

Las semillas de *Stipa ichu* tienen el tamaño de hasta 2.7 mm de largo y 1.2 mm de ancho. (Rzedowski, 2001).

4.6.2. Color de la semilla

El color de la semilla que presenta esta especie es de color café claro.

4.6.3. Forma de la semilla

El promedio de la forma presentada es elíptica alargada.

El fruto es un cariopsis de contorno ovado o casi ovado, de forma clavada o casi clavada (Rzedowski, 2001).

4.6.4. Porcentaje de pureza

El promedio del porcentaje de pureza es de 55%.

Según ISTA (2008), los resultados del porcentaje de pureza son considerados regulares, y no como en la mayoría de las especies que tuvieron un promedio mayor al 70%.

Cuadro 11. ANVA; Análisis de varianza para variables cuantitativas en relación a la especie *Stipa ichu*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	85,89**	9,89*	0,01n.s.	0,62**
Error	8	6,67	1,67	0,01	0,06
C.V.		12,60%	17,21%	26,99%	15,77%

n.s. No significativos a una probabilidad estadística ($p > 0,05$)

* Significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 12. Comparación de medias prueba de Duncan para variables significativas de *Stipa ichu*.

Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días de germinación (días)	Tamaño del hipocotilo (cm)
1er mes	15,33b	10,00a	1,19b
2do mes	19,00b	7,33b	1,33b
3er mes	19,67b	7,00b	1,42b
4to mes	28,00a	5,67b	2,20a

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.6.5. Porcentaje de germinación

Como muestra (Cuadro 11), los datos sometidos a análisis de varianza del porcentaje de germinación muestra diferencias altamente significativas al 1% con un coeficiente de variabilidad de 12,60%.

Corroborando los datos obtenidos con promedios Duncan (Cuadro 12) y graficado en (Anexo 9), se observo que al menos uno de ellos es totalmente diferente a los otros meses que agrupan en dos grupos, donde el grupo **A** presenta mayor porcentaje de germinación de 28% que pertenece al cuarto mes de evaluación y es mas significativa en comparación a los otros meses que integran el grupo **B** esta el primer mes con 15,33%, segundo mes con 19% y el tercer mes con 19,67%, son las tuvieron el menor porcentaje de germinación dentro de todo el experimento en esta especie.

Que en semillas recién colectadas, y semillas de 1 o 2 años de edad las *Poaceas*, *Stipas*, germinación en menor porcentaje (Flores *et al.*, 2005).

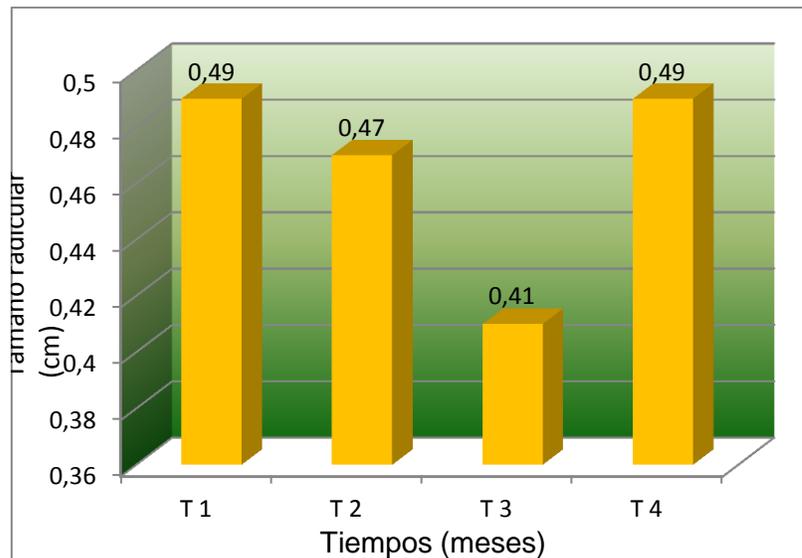
4.6.6. Días a germinación

El Cuadro 11, muestra diferencias significativas al 5% entre los tratamientos, con un coeficiente de variabilidad de 17,21%, por tanto corroborando los datos mediante la prueba de promedios Duncan (Cuadro 12), se observa en el cuarto mes la germinación a pocos días de 5,67 días después del almacigo, mientras que el tercer mes muestra a 7 días y el segundo mes a 7,33 días agrupando de esta manera el grupo **B**, que muestra una diferencia significancia al grupo **A** del primer mes a 10 días de germinación el cual demora varios días en germinar después del almacigado en relación a los otros meses.

4.6.7. Tamaño de la radícula

Según (Cuadro 11), diferencias no significativas al 5% entre los cuatro meses investigadas en el tamaño de la radícula a 21 días de germinación, con un coeficiente de variabilidad de 26,99%.

Figura N° 6. Promedios variable no significativa de *Stipa ichu* en el tamaño radicular.



Fuente: Elaboración propia a datos (2010).

Los datos promediados obtenidos en cuanto al tamaño radicular a los 21 días de germinación muestran resultados no significativos en comparación a los meses donde el primer y cuarto mes dan 0,49 cm, los resultados más sobresalientes y el promedio más bajo solo se diferencian de un mínimo tamaño que es 0,08cm que no tiene la significancia suficiente para considerar como significativo.

4.6.8. Tamaño del hipocotilo

Según (Cuadro11), el tamaño del hipocotilo es altamente significativas al 5% con un coeficiente de variabilidad de 15,77%, Comparado estos datos con prueba de promedios Duncan (Cuadro 12 y Anexo 12), se muestra resultados claramente divididos en dos grupos comprendidos la primera de mayor crecimiento en el tamaño del hipocotilo hasta los 21 días de germinación denominado grupo **A** al cuarto mes con 2,20cm con alta significancia en comparación a los del grupo **B** representados por el tercer mes de 1,42cm, segundo mes 1,33cm y el primer mes de 1,19cm notablemente son crecimientos de menor tamaño en comparación al grupo **A**.

4.7. *Hordeum muticum*

4.7.1. Tamaño de la semilla

El promedio del tamaño de la semilla que presento esta especie fue de 3x1mm, un valor mínimo de 2,98x0,99mm y un máximo de 3,02x1.1mm.

4.7.2. Color de la semilla

En el color de la semilla se logró identificar como promedio desde plomo claro a plomo oscuro.

4.7.3. Forma de la semilla

La forma presentada fue desde oblonga corta a oblonga larga.

El género *Hordeum* ha sido introducido, domesticado y otros híbridos en América del Sur poseen una forma ovada con cascarras puntiagudas para su protección de las semillas (Flores, 2001).

4.7.4. Porcentaje de pureza

El porcentaje de pureza se tuvo un promedio de 82%.

Cuadro 13. ANVA; Análisis de varianza para variables cuantitativas en relación a la especie *Hordeum muticum*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	625,22**	17,64**	0,12n.s.	2,96**
Error	8	15,67	1,17	0,04	0,97
C.V.		7,54%	17,28%	17,29%	15,34%

n.s. No significativos a una probabilidad estadística ($p > 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 14. Comparación de medias prueba de Duncan para variables cuantitativas de *Hordeum muticum*.

Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días a germinación (días)	Tamaño del hipocotilo (cm.)
1er mes	40b	8,67a	2,56b
2do mes	40b	8,00a	2,55b
3er mes	64,67a	4,00b	4,18a
4to mes	65,33a	4,33b	4,36a

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.7.5. Porcentaje de germinación

Según (Cuadro 13), el porcentaje de germinación muestra diferencias altamente significativas al 1% con un coeficiente de variabilidad de 7,54% que la relación del porcentaje de germinación en los cuatro meses de prueba son diferentes al menos uno al otro mes. Corroborando estos datos con el análisis de prueba de promedios Duncan (Cuadro 14), se muestra a los datos divididos en dos grupos muy diferentes, donde el conjunto **A** muestra alto porcentaje de germinación de la especie que integran el tercer mes con 64,67% y el cuarto mes con 65,33%, mientras el otro conjunto denominado **B** de menor porcentaje de germinación pues la integran el primer y el segundo mes prueba ambos con 40% de germinación hasta los 21 días de germinación.

Johnston *et al.*, (1992), plantearon que la especie *Hordeum vulgare* germinaría en niveles óptimos con temperaturas en el rango de 10 a 25 °C. Según Al-Karaki *et al.*, (2007) el mayor porcentaje de germinación para tres cultivares de *Hordeum vulgare* se obtuvo a 15°C, mientras que el porcentaje final de germinación fue significativamente menor a 9 °C. Ambos datos indicarían que, a mayor temperatura, mejor es el comportamiento de especies del género *Hordeum* mencionados por (Contreras, 2010).

En *Hordeum murinum* la repetición uno se realizó a 78 días después de la cosecha sólo alcanzó un 12% de germinación, en cambio, la repetición dos, que se realizó 300 días después de la cosecha alcanzó un 98% de germinación (Contreras, 2010).

Las investigaciones realizadas indican un 98% de germinación en comparación al cuarto mes que muestra un 65,33%, se puede alcanzar a obtener el mencionado porcentaje hasta los 300 días planteados, por otra parte los resultados elevan los promedios en base a los meses que transcurre después de la cosecha.

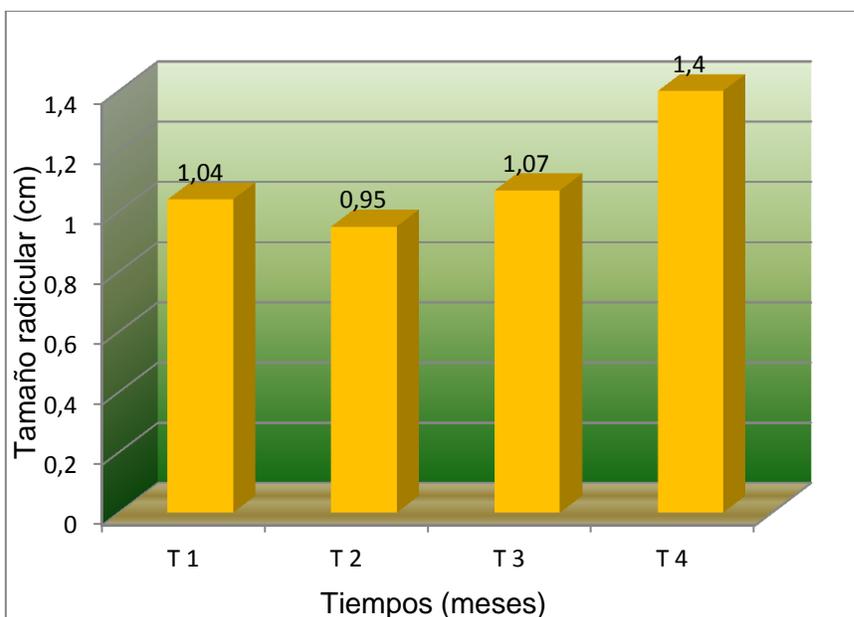
4.7.6. Días a germinación

En el (cuadro 13), se muestra una diferencia altamente significativa al 1% en cuanto a días de germinación en los cuatro meses, con un coeficiente de variabilidad de 17,28%, por tanto realizados la comparación de promedios Duncan (Cuadro 14), expone con claridad al grupo "B" la que más se retraso en comparación al grupo A que germino precozmente después del almacigo, el grupo A integrados del cuarto mes a 4,33 días y el tercer mes a 4 días, mientras el grupo B que tardo mas días en germinar está compuesta por el primer mes a 8,67 días y el segundo mes a 8 días.

4.7.7. Tamaño de la radícula

El crecimiento del tamaño radicular (Cuadro 13), presenta diferencias no significativas al 5% en los cuatro meses con un coeficiente de variabilidad de 17,29%.

Figura N° 7. Crecimiento del tamaño radicular de *Hordeum muticum*.



Fuente: Elaboración propia a datos obtenidos (2010).

Promediados los datos obtenidos se muestra al cuarto mes con 1,4cm de crecimiento radicular, el tercer mes con 1,07cm, el primer mes con 1,04cm y por último al segundo mes con un promedio de crecimiento radicular de 0,95cm hasta los 21 días de germinación. A pesar del último mes no se muestra diferencia como en los otros resultados de las especies en estudio, por tanto no existiendo diferencias de significancia en el crecimiento del tamaño radicular, el promedio más sobresaliente es el cuarto mes y el más bajo el segundo mes, tan solamente mostrando la diferencia mínima de 0,4cm.

4.7.8. Tamaño del hipocotilo

Como muestra en el (Cuadro 13), es altamente significativa al 1% en los cuatro meses con un coeficiente de variabilidad de 15,34%, que comparando los datos obtenidos del

presente trabajo mediante prueba de promedios Duncan (Cuadro 14), demuestra dos grupos diferentes el primero “B” de menor crecimiento en el tamaño del hipocotilo que integran el primer mes de 2,56cm y el segundo mes de 2,55cm, en comparación al grupo “A” que integra los últimos meses de la prueba de germinación es el tercer mes de 4,18cm y el cuarto mes de 4,36cm que presentaron mayor crecimiento en el tamaño del hipocotilo hasta los 21 días de germinación. Pues resulta que comparando el primero con el último mes de prueba de germinación existe una diferencia mayor de 2,16cm.

4.8. *Atriplex halimus*

Es una especie apetecible de follajes densa para el consumo del ganado y humano, sobrevive en suelos salinos, erosionados donde no crecen fácilmente otras especies nativas (Anexo 20).

4.8.1. Tamaño de la semilla

El promedio del tamaño de la semilla observada fue de 1,5 x 1mm, teniendo un mínimo de 0,8 x 05 y un máximo de 2,2 x 1,5mm.

Las semillas de *Atriplex* tienen 1-2 mm de diámetro, orbicular, comprimida lateralmente, de color blanco pulverulento (La Torre *et al*, 1996).

En *Atriplex rosea* CONABIO (2009), menciona el tamaño de las semillas de 1,5-2 x 1,7-2,5 mm.

Encontrado otras investigaciones realizadas acerca del tamaño de semilla de *Atriplex h.* se podría decir que los resultados obtenidos están dentro de los rangos mencionados por los diferentes autores.

4.8.2. Color de la semilla

El color promedio de la semilla observada fue de amarillo blanquecino

Para Flores (2001), menciona los colores café-amarillento para las especies de *Atriplex*.

Según Costa *et al.*, (2001), indica en *Atriplex halimus L.* el color blanquecino. Por tanto los resultados encontrados son similares a los que mencionan los estudios.

4.8.3. Forma de la semilla

La forma presentada por esta especie es redondos planos.

Para Costa *et al.*, (2001), las semillas de *Atriplex halimus L.* tienen la forma redondeada.

4.8.4. Porcentaje de pureza

El promedio del porcentaje de pureza fue de 82%, un mínimo de 76% y un máximo de 88%.

Molina (1992), señala para la especie *Atriplex canescens* una pureza de 77%.

El porcentaje de pureza se encuentra dentro de los rangos que menciona (Molina, 1992), de 77% en el género *Atriplex*, que es igual al porcentaje mínimo obtenido en los resultados propios de 76%.

Cuadro 15. ANVA; Análisis de varianza para variables cuantitativas en relación a la especie *Atriplex halimus*.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios			
		PG	DG	TR	TH
Tratamientos	3	311,42**	6,53*	0,002n.s.	0,19n.s.
Error	8	35,08	1,2	0,02	0,14
C.V.		8,85%	23,9%	9,63%	13,93%

n.s. No significativos a una probabilidad estadística ($p > 0,05$)

** Altamente significativa a una probabilidad estadística ($p < 0,01$)

Cuadro 16. Comparación de medias prueba de Duncan para variable significativa de *Atriplex halimus*.

Tratamientos (meses)	Porcentaje de germinación (%)	Días a germinación (días)
1er mes	55b	5,67a
2do mes	74a	6a
3er mes	62b	3,67b
4to mes	76,67a	2,33b

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales (Duncan $p < 0,05$)

4.8.5. Porcentaje de germinación

El análisis de varianza según (Cuadro 15), muestra al porcentaje de germinación con diferencias altamente significativas al 1% en los cuatro meses, con un coeficiente de variabilidad de 8,85%, realizados prueba de promedios Duncan (Cuadro 16), se observa dos conjuntos la “A” que corresponde al cuarto mes con un 76,67% y el segundo mes con 74% ambos tratamientos con el alto porcentaje de germinación que tienen una diferencia significativa en comparación al grupo “B” que tuvieron menor porcentaje de germinación como el tercer mes con 62% y el primer mes con 55% de germinación, claramente nos indica que a mayores meses de almacenados y la complementación de madurez fisiológica de la semillas eleva el porcentaje y potencial germinativo de las semillas.

Estudios de *Atriplex halinus* muestran 75% de germinación a 24 días de remojo y 84,84% a 48 días de remojo en agua después de un año (Tovar, 1998). Evidentemente los datos se asemejan, lo cual indica que los resultados se dan en ese porcentaje para la especie.

Olivares y Gastó (citados por Tejada *et al.*, 1993) reportan el 2% de la germinación natural de la especie *A. repanda* que crece en el norte de Chile.

En suelos hipersalinos están presente otras especies de *Atriplex* (*A. madariagae*, *A. desertycola*, *A. atacamensis* y *A. mucronata*), que muestran porcentajes de germinación entre 80 y 90% en niveles de NaCl de 3% (datos no publicados de los autores). Al igual que en otras especies de *Atriplex*, este estudio muestra que la salinidad del suelo sería un factor importante en la regulación de la germinación de las semillas (Moreno *et al.*, 2004).

El alto porcentaje final de germinación (alrededor del 90 %) y la no existencia de diferencias significativas en la velocidad de recuperación de las semillas, indican que la inhibición de la germinación se debe, principalmente, al efecto negativo del potencial osmótico agua (Rubio-Casal *et al.*, 2003).

Además, el color de la simiente puede influenciar la capacidad germinativa, como en *Atriplex inflata* F. Muell., donde las semillas claras no requieren tratamientos pregerminativos, a diferencia de las oscuras (Baskin, 2004).

4.1.1. Días a germinación

Los resultados obtenidos en análisis de varianza (Cuadro 15), demuestran diferencias significativas al 5% en los cuatro meses, con un coeficiente de variabilidad de 32,09%.

Según (Cuadro 16), los promedios Duncan obtenidos muestran diferencias significativas entre dos grupos integrados por los diferentes meses, donde el grupos A constituyen a los que germinaron a varios días e integran el primer mes que germino a los 5,67 días y

el segundo mes a 6 días es relativamente diferente al otro grupo **B** que componen el tercer mes a 3,67 días y el cuarto mes a 2,33 días que germinaron a pocos días.

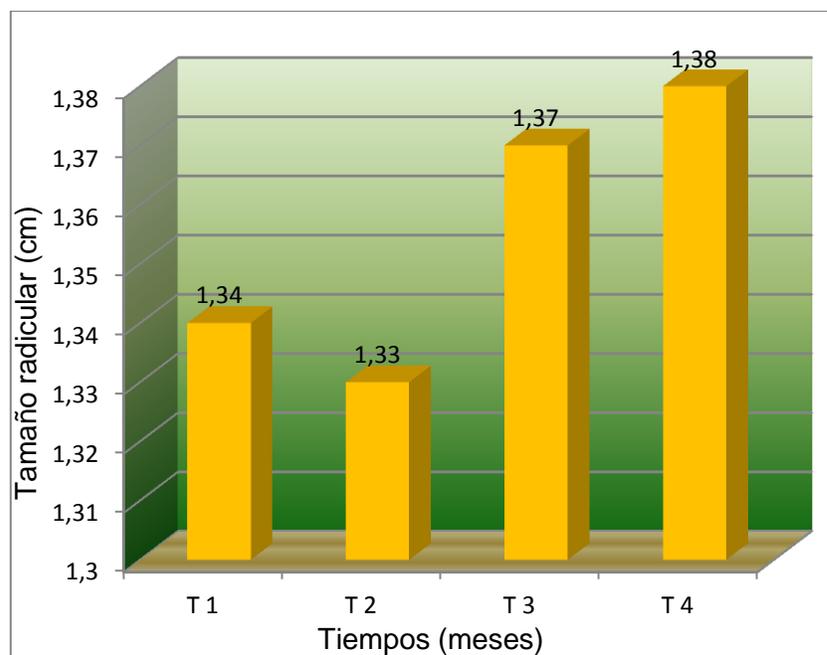
El *Atriplex*, la mayoría de las especies del género *Atriplex* presentan dificultades en germinación bajo condiciones naturales, porque es importante estudiar las formas de escarificación de semillas para facilitar la germinación (Stutz, 1995).

Con respecto al número de días requeridos para la germinación se observó que cada especie reacciona en forma diferente. Por ejemplo, las semillas de *A. semibaccata* y *A. numularia* inician la germinación a las 24 horas, *A. halinus* a las 48 horas y *A. ssp. pillagua* a las 72 horas después de ser estratificadas (Stutz, 1995). En relación a datos obtenidos en la investigación se acerca es el cuarto mes de prueba por lo que se considera que el resultado es cercano a las 48 horas mencionadas para *Atriplex*.

4.1.2. Tamaño de la radícula

El ANVA según (Cuadro 15), muestra diferencias no significativas al 5% en los cuatro meses, con un coeficiente de variabilidad de 9,63% lo que indica que el crecimiento en los cuatro meses no muestra diferencias de significancia.

Figura N° 8. Promedios del tamaño de radícula a 21 días de germinación de *Atriplex halimus*



Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos en el estudio (2010).

El crecimiento radicular muestra al primer mes con 1,34cm, segundo mes 1,33cm, tercer mes con 1,37cm y el cuarto mes de 1,38cm, comparando estos datos promedios en

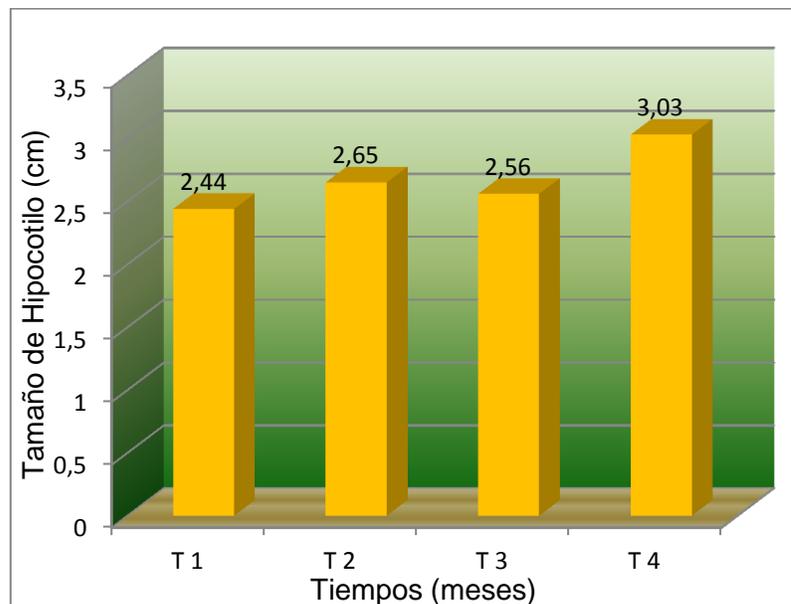
cada mes solo existe una diferencia mínima de 0,06cm entre el promedio más sobresaliente y el más bajo, lo cual revela que no hay diferencias significativas, que el crecimiento radicular en los diferentes meses tiene el mismo crecimiento en relación a otras especies.

Al respecto Landis (2000), indica que las semillas con una radícula de más de 2 cm son las más apropiadas para la propagación del *Atriplex*.

4.1.3. Tamaño del hipocotilo

Según (Cuadro 15), el análisis de varianza para el tamaño del hipocotilo en los cuatro meses de prueba muestra diferencias no significativas al 5% con un coeficiente de variabilidad de 13,93%.

Grafico N° 10. Promedios del tamaño de hipocotilo en *Atriplex halimus*.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos (2010).

Promediados los datos obtenidos se muestra una diferencia mínima entre el promedio más alto y bajo de tan solo 0,59cm, lo que demuestra que el crecimiento del tamaño de hipocotilo tuvo promedios similares en comparación a los diferentes meses.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados alcanzados en la presente investigación, se llegó a lograr las siguientes conclusiones para cada una de las especies:

- Porcentaje de germinación

Las especies germinaron con mayor porcentaje en el cuarto mes en siguiente orden:

Calamagrostis vicunarum con 88,33%, *Bromus catharticus* con 77,33%, *Festuca orthophylla* con 17%, *Festuca dolichophylla* de 72,67%, *Melilotus indicus* de 16%,

Stipa ichu de 28%, *Hordeum muticum* de 65,33% y *Atriplex halimus* con 76,67%, las ocho especies investigadas tuvieron un mayor porcentaje de germinación en el cuarto tratamiento (mes), debido a su almacenamiento por el tiempo determinado y maduración fisiológica completada en algunas especies que resultaron con una clara elevación de datos muy altos en relación a los otros meses.

- Días de germinación

En la gran mayoría de las especies germino a pocos días en el cuarto mes, salvo en las especies como *Hordeum muticum* germino en el tercer mes, tal como se menciona en los resultados anteriores.

- Tamaño de la radícula

Con respecto al tamaño radicular son diferentes en cada mes de prueba para la misma especie. Para *Calamagrostis vicunarum* presento el menor crecimiento el tratamiento dos con 1,12cm y de mayor crecimiento en el tamaño radicular el cuarto tratamiento de 2,27cm (cuarto mes). En *Bromus catharticus* se tuvo de menor crecimiento del tamaño radicular en el primer tratamiento con 5,55cm y de mayor crecimiento en el tamaño radicular 8,14cm correspondiente al tercer mes. *Festuca orthophylla* mostro mayor crecimiento radicular en el cuarto tratamiento de 1,55cm, *Festuca dolichophylla* en el cuarto tratamiento presento 1,27cm el de mayor crecimiento a 21 días de germinación, en cambio *Melilotus indicus* presento mayor crecimiento del tamaño radicular en el segundo mes de 1,83cm, *Stipa ichu* presento mayor crecimiento del tamaño radicular en el cuarto tratamiento de 0,49cm a 21 días de germinación. En *Hordeum muticum* se muestra mayor crecimiento en el cuarto tratamiento (mes) de 1,40cm y *Atriplex halimus* presento mayor crecimiento del tamaño radicular a los 21 días de germinación en el cuarto tratamiento con 1,38cm.

- Tamaño del hipocotilo

El crecimiento del tamaño de hipocotilo a 21 días de germinación se mostró mejor en el tercer y cuarto mes tal como se detalle en el siguiente cuadro.

Especies	Tercer mes	Cuarto mes
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	3,22cm	
<i>Bromus catharticus</i>	10,93cm	
<i>Festuca orthophylla</i>	4,23cm	

<i>Festuca dolichophylla</i>		3,20cm
<i>Melilotus indicus</i>		3,30cm
<i>Stipa ichu</i>		2,20cm
<i>Hordeum muticum</i>		4,36cm
<i>Atriplex halimus</i>		3,03cm

En tanto las variables descriptivas para las ocho especies mostraron los siguientes resultados:

Especies	Color de Semilla	Forma de la semilla	Tamaño de la semilla	Porcentaje de pureza
<i>Calamagrostis v.</i>	Café amarillento	elíptica	3x1mm	80,99%
<i>Bromus c.</i>	canela	elíptica	6x2mm	86%
<i>Festuca o.</i>	Pardo claro	oblonga	3x1mm	78%
<i>Festuca d.</i>	Café claro	oblonga	3x1,5mm	90%
<i>Melilotus i.</i>	Amarillo y café	ovalado	3x1,5mm	78%
<i>Stipa i.</i>	Café claro	Elíptica	2x1,5mm	55%
<i>Hordeu m.</i>	plomo	Oblonga	3x1mm	82%
<i>Atriplex h.</i>	Amarillo blanco	redondo	1,5x1mm	82%

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo con las conclusiones obtenidas se recomienda:

- Continuar con los estudios pertinentes a la prueba germinativa de otras especies forrajeras nativas en diferentes meses, años porque son muy importantes para el consumo del ganado bovino, ovino, camélido y otros, uso en las diferentes actividades en el altiplano boliviano.
- Realizar investigaciones como el almacenamiento, viabilidad, desarrollo, re poblamiento, crecimiento, mejoramiento genético, usos de las especies que comúnmente no existen investigaciones por ser forrajes que requieren mayor tiempo para su investigación debido a su lento crecimiento y desarrollo, pero de alto valor nutritivo.
- Continuar estudios como el valor nutritivo que poseen estas especies para el ganado del altiplano boliviano en la época seca.

- Manejo de los forrajes en la prevención de erosiones, construcción de canales de riego, terrazas y otros.
- Se tuvieron mayor porcentaje de germinación, mayor crecimiento en los últimos meses de investigación, por lo que se recomienda almacenar pasando los tres meses de la cosecha de semillas para que posteriormente sea llevado al campo para su trasplante en el terreno definitivo.

7. BIBLIOGRAFIA

Acosta, R. 1997. El contenido de humedad en semillas. Curso sobre recolección de semillas forestales. Bolivia, 350 p.

Alzerreca, H. 2000. Campos nativos de pastoreo Bolivia. La Paz-Bolivia 136p.

Aguilar, S. y Solíz, I. 2005. “producción y economía campesino-indígena: experiencias en seis eco regiones de Bolivia 2001-2003”, CIPCA, La Paz-Bolivia, 184p.

Aguirre, R. 1992. Manual para el beneficio de semillas, CIAT, 2da. Edición 10p.

Baskin, J. y C. Baskin 2004. Un sistema de clasificación de latencia de la semilla. Semilla, la investigación científica. 14 (1): 185p.

Bonifacio, A. y Espindola, G. 1996. Componentes de un programa de producción de semillas e importancia de semillas de buena calidad. Bolivia 27p.

Botero, 1999. Algunas consideraciones sobre pastos y forrajes, Miniagricultura, Bogotá- Colombia 7-8p.

Brown, J., Enright, J., Miller P. 2003. La producción de semillas y la germinación de dos especies de acacia co-ocurren raras y tres comunes desde el sureste de Australia. austr. ecol. 28: 271-280p.

Caballero, J. 1986. Etnobotánica y desarrollo: la búsqueda de nuevos recursos vegetales, Memorias IV Congreso Latinoamericano de Botánica, junio 29-julio 5 de 1986, Medellín, Colombia. 320p.

Cabrera, A. I. y Zardini, E. M., 1978. Manual de la flora de la provincia de buenos aires – Argentina, ed. acme, 2da. ed., 342 - 755 pp.

Chilon, E. 1992. Manual de Edafología. La Paz - Bolivia. 70-71p.

Conabio, 2009. Catálogo taxonómico de especies de México. In Capital Nat. México. CONABIO, Mexico City. 456p.

Contreras, P.P. 2010. Tesis, resumen “efecto de la alternancia de temperaturas en la germinación de cinco especies de interés forrajero de la pradera anual mediterránea”. Santiago, Chile. 45p.

Costa, J.C. y Sánchez, A. 2001. Manual para la identificación y reproducción de semillas de especies vegetales autóctonas de Andalucía (Tomos I y II). Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente, 235p

Díaz, P.S. 2007. Instituto de Ciencias naturales. IGAC-MEDEL. Mapa 366. Huila, Colombia. 85p.

Ellies, R., Hong, T. y Roberts, E. 1985. Manual de tecnología de la semilla para el gene bancos. Principios y metodología. Las tablas internacionales para los recursos de genéticas de planta. Roma - Italia, 120p.

Flores, A. 2001. Manual de forrajes para zonas áridas y semi-áridas Andinas lima 11- Perú 280p.

Flores, A. 1997. Manejo de pastos naturales. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 195p.

Flores, V. Z., 1997. Tecnología de semillas forrajeras en Venezuela. Selección de especies y latencia, Venezuela, 58p.

Flores, J., Arredondo, A. y Jurado, E. 2005. Germinación de las semillas comparativa en especies de Turbinicarpus: un peligro cactus del género. nat. áreas j. 25: 183-187p.

Forcella, F., Benech, A., Sánchez, R. y Ghersa, C. 2000. Modelado de emergencia de las plántulas. Investigación de cultivos. 67 (2): 123-139p.

Grabe, D. F. 1989. La medición de humedad de la semilla. En: Stanwood, P.C. Y McDonald, M.B. (eds) humedad de la semilla. Madison, Wisconsin, EE.UU.. CSSA Publicación Especial No. 14: 69-92p.

Harper, J. L.; Lovelly, P.H. y Moore, K.G. 1970. Las formas y tamaño de las semillas. ann. revisar ecol. sistema. 1: 580P.**Herreros, S. A. 2008.** Especies forrajeras. Primera Edición en español. Distrito Federal- México 514p.

Hithcoth, A. 1951. Manual de los pastos de los estados unidos. u.s.d.a: fresa. pl. industr. misc. publ. N ° 20, 105p.

Inase, 2008. Decreto n ° 438/004 _ incluye modificación del artículo n° 12 de fecha 29/2/2008. Disponible (www.inase.org.uy/files/docs).

- Instituto Geográfico Militar IGM, 2005.** Carta nacional, Mapa Turístico del Departamento de La Paz. La Paz-Bolivia.
- ISTA, 2008.** International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. ISTA secretariat, CH-Switzerland. Available from URL: 235-242p.
- Janzen, D.H. 2003.** "physiological ecology of fruits and their seeds", en o. l. lange y col. (compiladores), physiological plant ecology iii. responses to the chemical and biological environment. encyclopedia of physiology plant, new series, vol. 12 c, springer verlag, nueva york, 685p.
- Jara, F. 1996.** Biología de semillas forestal CATIE. Costa Rica 15-20p.
- Landis, T. D. 2000.** Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Comisión Nacional Forestal, Vol. 2. México. 40 p.
- Lara, R. y Alzerreca, H. 1996.** Forrajeras nativas del altiplano. Instituto boliviano de tecnología Agropecuaria. Bolt.577. La Paz, Bolivia 32,105p.
- Leishman, M.; Wright, I.J.; Moles, A.T. y Westoby, M. 2000.** the evolutionary ecology of seed size. en fenner m (ed.) seeds: the ecology of regeneration in plant communities, 2nd ed. cabi. wallingford, ru. 31-57 p.
- Linares, E. y Benavides, M. A. 1995.** Flora silvestre del transecto Yura-Chivay, Departamento de Arequipa. Boletín de Lima N° 100: 211-254.
- Martin, I.; De la Rosa, I.; De la Cuadra, C. 2000.** Evaluación de la conservación en las colecciones de judías (*phaseolus* spp.) del crf-inia. Actas de horticultura, 45p.
- Menendez, J. L. 2007.** Descriptions *Melilotus indicus* (L). 157p.
- Meza, J. 1995.** Manual para el análisis de su calidad de semilla. Centro regional de ayuda técnica. Agencia para el desarrollo internacional (A.I.D.). México, 514p.
- MINAM. 2009.** "guía descriptiva de la flora y fauna silvestre" dgevfpn, Perú. 36p.
- Molina, A. P. 1992.** Efectos de Varios Tratamientos sobre la Germinación de *Atriplex canescens* en el Laboratorio. Tesis de Licenciatura (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 280p.
- Moreno, E. 2005.** Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. México. 280p.
- Moreno, R. J., Gutiérrez, J. R. y Aguilera, L. E. 2004.** El efecto del NaCl en la germinación de semillas de poblaciones de *atriplex repanda* de la región semiárida de Chile departamento de biología y química, universidad de la Serena, casilla 599, la Serena, Chile 68p.
- Navarro, G. 2002.** Vegetación. En: Navarro, G. & M. Maldonado. Geografía ecológica de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño. Bolivia. 719p.
- Ochoa, R.R. 2009.** Diseños experimentales. Primera edición, La Paz – Bolivia. 388p.

- Oliveira, J. A.; Khouri, A. y García, J. 2007.** Evaluación de un método de escarificación mecánica en la germinación de semillas de leguminosas pratenses universidad de Oviedo. Calle Gonzalo Gutiérrez de Quiroz s/n. 33600 mieres (España). 179p. Disponible www.oliveira@uniovi.es
- Olmos, F. 1993.** Bromus Auleticus. INIA, Serie técnica N° 35 30p.
- Peréz, J.C. 2008-09.** Producción de plantas. Málaga – España 113p.
- Pestalozzi, H.; Torrez, A. y Villca, C. 1998.** Herbario Nacional de Bolivia “Martin Cárdenas”, Flora ilustrada altoandina Cochabamba- Bolivia 244p.
- Procisur. 2001.** Programa cooperativo para el Desarrollo tecnológico agroalimentario y agroindustrial del cono Sur. Los recursos fotogénicos del genero Bromus. Montivideo (Dialogo; N° 56) 108p.
- Raven, P.H. y Johnson, G. B. 1989.** Biology, Times Mirror/Mosby College Publishing, Toronto, 1142 p.
- Ribera, M. O.; Liberman, S. B. y Moraes, M. 2010.** Vegetación de Bolivia. En: K. B. Mihotek (ed.). Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad en Bolivia. CIMAR-UAGRM, Santa Cruz. 169-222 p.
- Rzedowski, G. C. y Rzedowski, J. 2001.** Flora fanerogámica del Valle de México. 2a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 320p.
- Robles, S. R. 1990.** Producción de granos y forrajes. Ed. Noriega Limusa. 5ª Ed. México, D.F. 663 p.
- Rodríguez, C. 2007.** Determinación de la pureza, poder germinativo y valor cultural de las semillas. Ed. Elite, Caracas – Venezuela, 102p.
- Romo, M.; Pedrol, N.; García, A.; Zabalgoeazcoa, I.; García, B.; Vázquez B. R. 2007.** Potencial alelopático de f. Rubra en tres especies de leguminosas. En: xlvii reunión científica de la sociedad española para el estudio de los pastos, vitoria 2007. Perú. 568p.
- Rubio-Casal, A.E.; Castillo, J.M.; Luque, C.J. y Figueroa, M.E., 2003.** «Influence of salinity on germination and sedes viability of two primary colonizers of Mediterranean salt pans». Journal of Arid Environments, 53, 145-154p.
- Ruiz, C. 1987.** Producción y manejo de forrajes en los Andes de Perú. Proyecto de investigaciones de sistemas agropecuarios. Andinos (PISA), convenio INIPA-CIID-ACDI. Ed. Ana María F. Lima. 304p.
- Ruiz, C. 2005.** Métodos de siembra de semillas de pastos perennes cultivados sobre pradera natural a 3.800m.s.n.m. Programa de pastos y ganadería, UNSCH, Ayacucho.
- Seed, H. 2002.** “Revista internacional de semilla”. Germinación, deterioro y vigor de semillas. Lima, 65p.

Servicios Múltiples de Tecnologías Apropriadas (SEMTA), 1998. Plan de Desarrollo Municipal Primera Sección Provincia Camacho, Municipio Puerto Acosta: Sin ed. Bolivia. 170p.

Stubsgaard, F. 1997. Humedad de semillas y principios de secado. Danida Forest Seed Centre, Lecture Note C-3 CATIE Serie técnica. Manual Técnico No 24: 1-37p

Talón, M. 1997. "fisiología y bioquímica vegetal". Interamericana/ mcgraw-hill. rost, th. I et al., "botánica. Una introducción a la biología vegetal", Ed. Limusa, s.a., 362p.

Tapia, M. y Flores, J. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del Sur del Perú. INIPA. Edit. Adolfo Artela Lima. 415-417p.

Tejada, E. y Guzmán, R. 1993. Halófitas arbustivas forrajeras. Un recurso potencial para la agroforestería andina. Programa de repoblamiento forestal. CORDECO-IC-COTESU, Cochabamba, Bolivia. 134p.

Tovar, O. 1998. Los pastos naturales (gramíneas) de los andes del sur peruano Lima-Perú 65p.

Tovar, O. 1988. Revisión de las especies del género *Stipa* Resumen Opusc. Botánica Pharm. Complutensis: Lima.75-106p.

Traverso, J.E. y Von Der Pahlen, A. 1992. Variabilidad en *Bromus aulecus* (Trinex Ness). Tesis de magister scientiae>> curso de postgrado en mejoramiento genético vegetal. INTA-UNR. Pergamino. Publicación técnica N° 41 EEA, INTA 12p.

Trujillo, E. 1997. Determinación de la calidad física de la semilla. Curso sobre recolección y procesamiento de semillas forestales. Bolivia 37p.

Urioste, M. F. de C. 2005. LOS NIETOS DE LA REFORMA AGRARIA (Síntesis para el debate), 1ra edición Fund. Tierra, La Paz – Bolivia, 64p.

Vargas, D. 1998. Flora y vegetación altoandina (Tisco-Caylloma). Tesis para optar al título profesional de biólogo. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 236p.

Vaughan, J. G. 1970. Structure and Utilization of Oilseeds, Chapman and Hall, Londres. 34-35p.

Weberbauer, A. 1985. El mundo vegetal de los Andes peruanos. Ministerio de Agricultura. Lima. Perú. 120p.

Wikipedia. 2012. Plantas. En línea Consultado 10 Septiembre 2012. Disponible: www.wikipedia.org

Zuloaga, FO et al. 1994. Catálogo de la familia Poaceae en la República Argentina. Monografía. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 47p.

<http://www.sednewsinf.br/> español, seed86/ artigocapa86-esp.

dcdias@ufv.br 2005.

ANEXOS

Anexo 1. Croquis experimental para las ocho especies investigadas

Tratamiento 1 (primer mes)

CV _{R1}	Hm _{R3}	Fd _{R2}	Bc _{R2}
Fd _{R1}	Ah _{R2}	Si _{R1}	Hm _{R1}
Ah _{R3}	CV _{R2}	Fo _{R3}	Mi _{R3}
Mi _{R1}	Si _{R3}	Bc _{R1}	CV _{R3}
Si _{R2}	Mi _{R2}	Ah _{R1}	Fo _{R2}
Bc _{R3}	Fo _{R1}	Hm _{R2}	Fd _{R3}

Tratamiento 2 (segundo mes)

Ah _{R3}	Hm _{R1}	Ah _{R2}	Fd _{R2}
CV _{R2}	Fo _{R2}	CV _{R3}	Bc _{R1}
Hm _{R3}	Mi _{R3}	Fd _{R1}	Mi _{R2}
Si _{R3}	Ah _{R1}	Mi _{R1}	Si _{R1}
Bc _{R2}	Si _{R2}	Hm _{R2}	CV _{R1}
Fo _{R1}	Fd _{R3}	Bc _{R3}	Fo _{R3}

Tratamiento 3 (tercer mes)

Si _{R1}	Ah _{R3}	Hm _{R1}	Fd _{R1}
Fo _{R2}	CV _{R2}	Ah _{R2}	Fo _{R1}
Ah _{R1}	Mi _{R2}	Fd _{R3}	Si _{R3}
CV _{R3}	Fo _{R3}	Bc _{R3}	Mi _R
Bc _{R1}	Hm _{R3}	CV _{R1}	Hm _{R2}
Fd _{R2}	Si _{R1}	Mi _{R1}	Bc _{R2}

Tratamiento 4 (cuarto mes)

Si _{R3}	CV _{R3}	Hm _{R2}	Bc _{R3}
CV _{R1}	Hm _{R1}	Fd _{R3}	Mi _{R1}
Fd _{R1}	Si _{R1}	Bc _{R1}	Fo _{R2}
Ah _{R3}	Bc _{R2}	Si _{R2}	Ah _{R2}
Mi _{R2}	Ah _{R1}	Fo _{R3}	Hm _{R3}
Fo _{R1}	Mi _{R3}	CV _{R2}	Fd _{R2}

Anexo 2. Muestras de semillas





Anexo 3. Conteo y pesado de semillas



Anexo 4. Colocado de semillas en placas Petri con la ayuda de una pinza para la germinación.





Anexo 5. Muestras de placas Petri en la cámara germinadora





Anexo 6. Detalle económico utilizado durante la investigación

Detalle	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Material genético				
Costo de recolección	jornal	5	80	400
Insumos				
Agua destilada	Lt	10	2.5	25
Material de laboratorio				
Cajas Petri	Unidad	28	21	588
Papel filtro	Hojas	6	5	30
Pipetas	Piezas	2	10	20
Otros materiales				

Cuaderno espiral		Unidad	2	12	24
Fólders		Unidad	5	2	10
Bolsas plásticas		Unidades	8	5	40
Etiquetas		Docena	4	5	20
Hojas bond ESPECIES	REPET	PRIMER MES	SEGUNDO MES	TERCER MES	CUARTO MES
Bolígrafos	R1	Unidad	52 ³	84 ⁴	86 ²
Calamagrostis Impresiones Vicunah	R2	hojas	68 ⁵⁰⁰	93 ⁸⁰	99
Materiales de campo (lupa, maskin, tijera y otros)	R3 R1		62	58	85
	R1		62	62	68
Bromus catharticus	R2		63	65	72
Imprevistos	R3		72	65	68 ^{5%}
					87,45
total	R1		7	12	16
					1836,45
Festuca orthophylla	R2		8	12	18

Anexo 7. Resultados del porcentaje de germinación en cada especie y mes

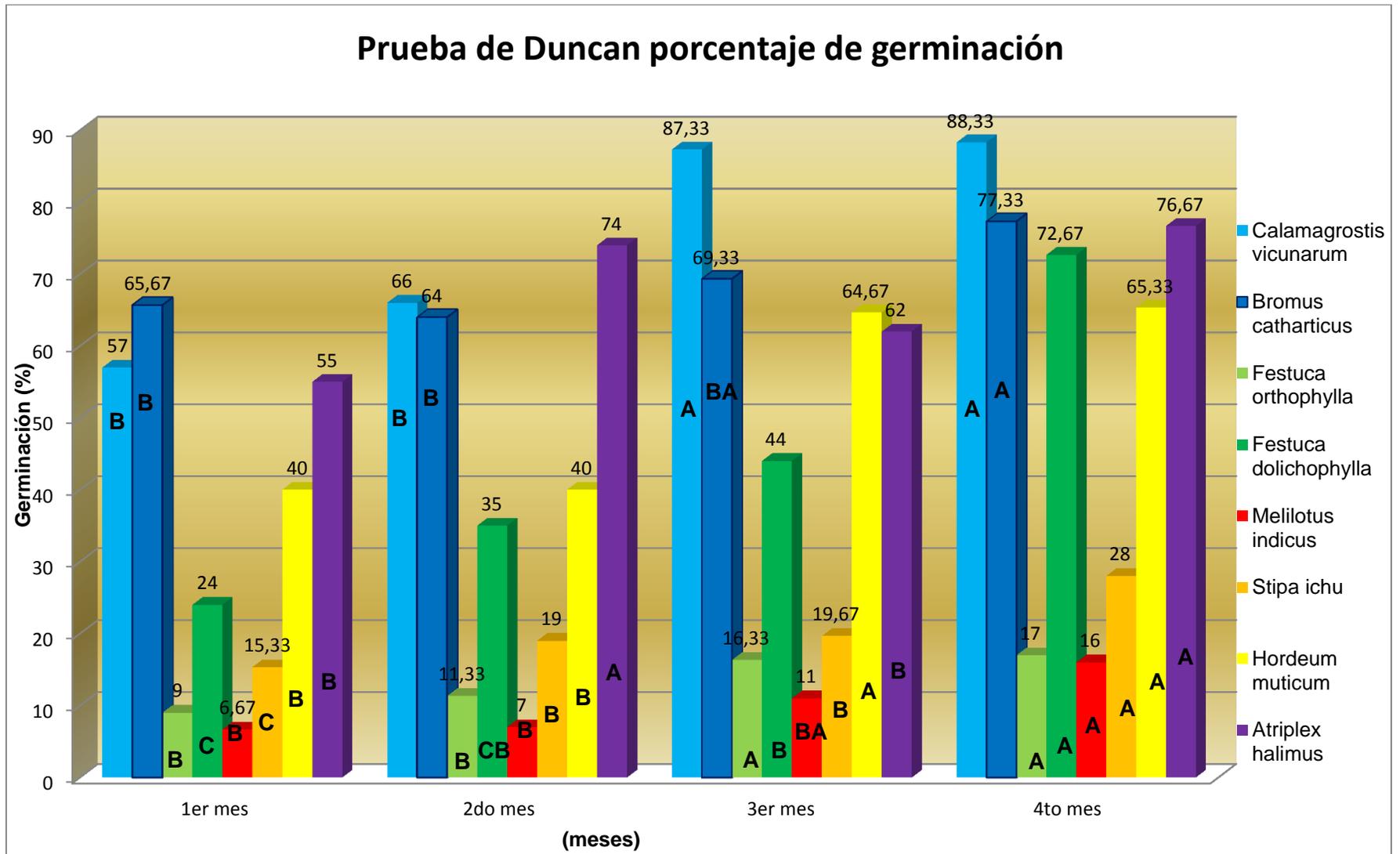
	R3	12	10	15	14
	R1	22	38	38	75
<i>Festuca dolichophylla</i>	R2	22	35	35	65
	R3	25	32	59	78
	R1	8	7	14	16
<i>Melilotus indicus</i>	R2	7	7	10	14
	R3	5	7	9	18
	R1	14	20	18	28
<i>Stipa ichu</i>	R2	20	20	21	26
	R3	12	17	20	30
	R1	40	38	58	66
<i>Hordeum muticum</i>	R2	36	38	68	64
	R3	44	44	68	66
	R1	57	84	54	80
<i>Atriplex halimus</i>	R2	54	70	68	76
	R3	54	68	64	74

Anexo 8. Calendario de recolección de semillas

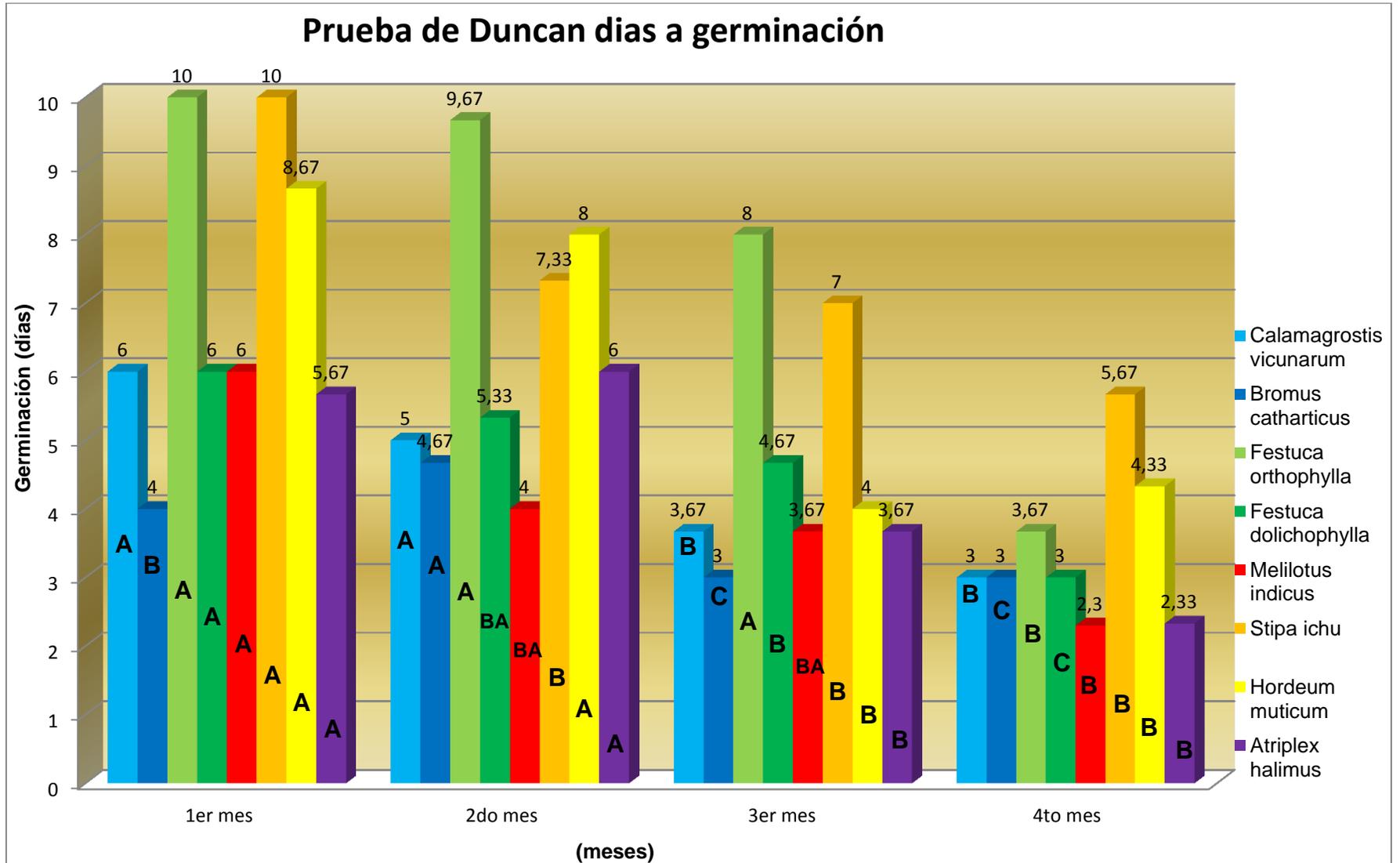
Especies	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Calamagrostis vicunarum</i>			x	x	x							
<i>Bromus catharticus</i>		x	x	x								
<i>Festuca orthophylla</i>				x	x							
<i>Festuca dolichophylla</i>				x	x							

Melilotus indicus		x	x	x								
Stipa ichu			x	x	x							
Hordeum muticum			x	x	x							
Atriplex halimus		x	x	x								

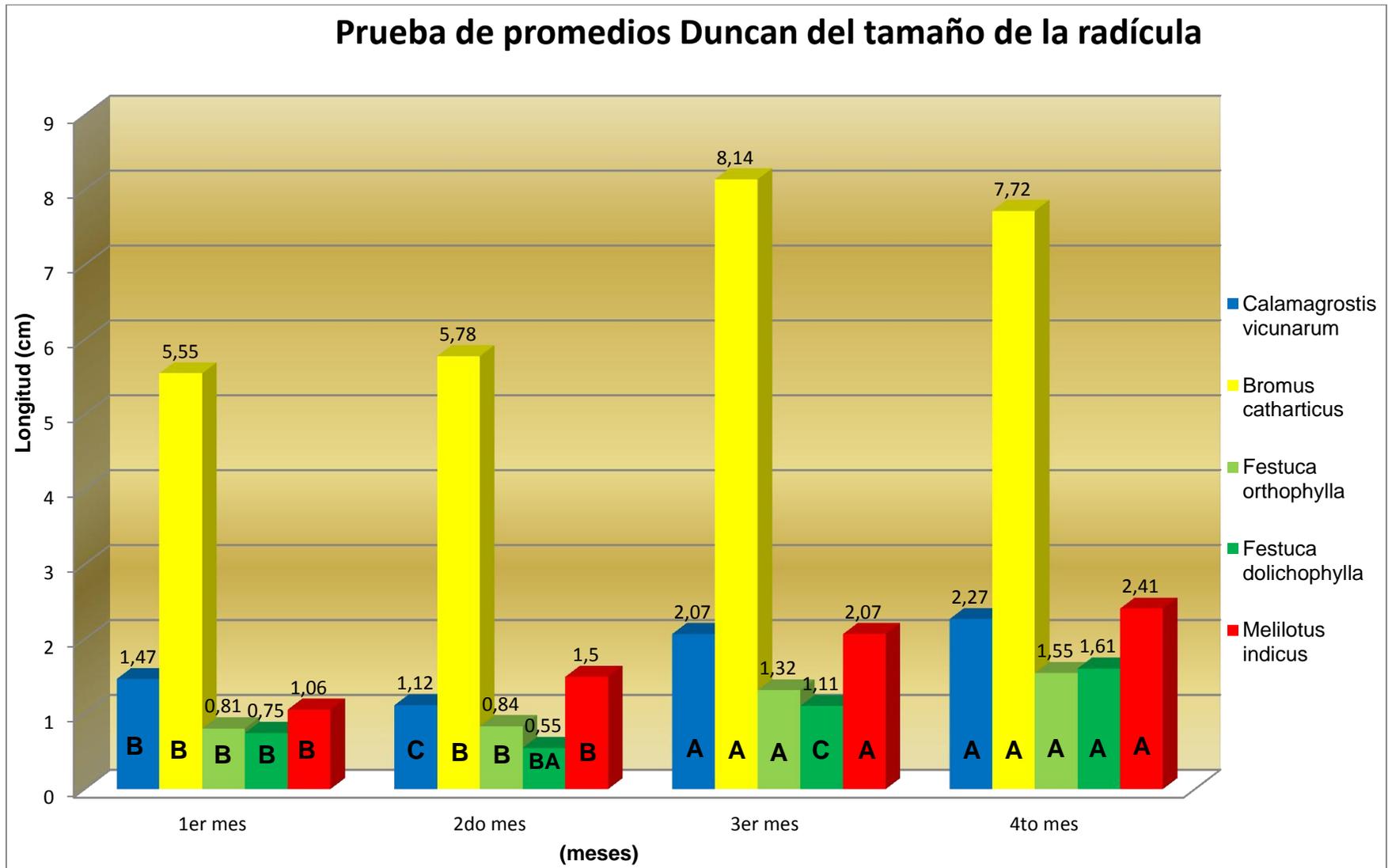
Anexo 9. Porcentaje de germinación de las especies (evaluados individualmente) en cuatro meses “con la misma letra son iguales”



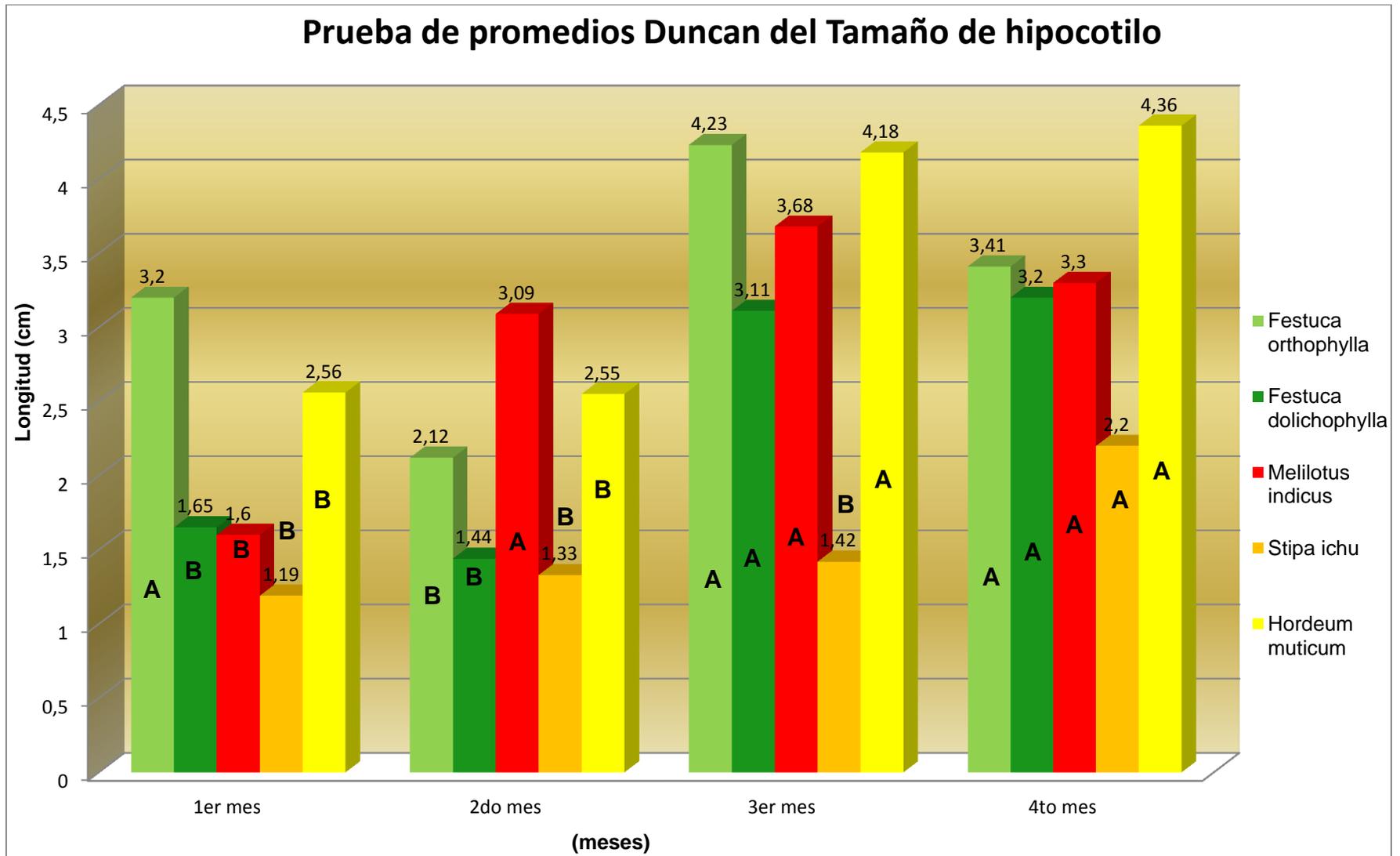
Anexo 10. Días a germinación de las especies (evaluados individualmente) en cuatro meses “con la misma letra son iguales”



Anexo 11. Tamaño de radícula a 21 días de germinación de las cinco especies con significancia en cuatro meses



Anexo 12. Tamaño de hipocotilo a 21 días de germinación de las cinco especies en cuatro meses



Anexo 13. Germinación de *F. orthophylla* (izquierda) y *F. dolichophylla* (derecha).



Anexo 14. Germinación de *Hordeum muticum* (izquierda) y *Atriplex halimus* (derecha).



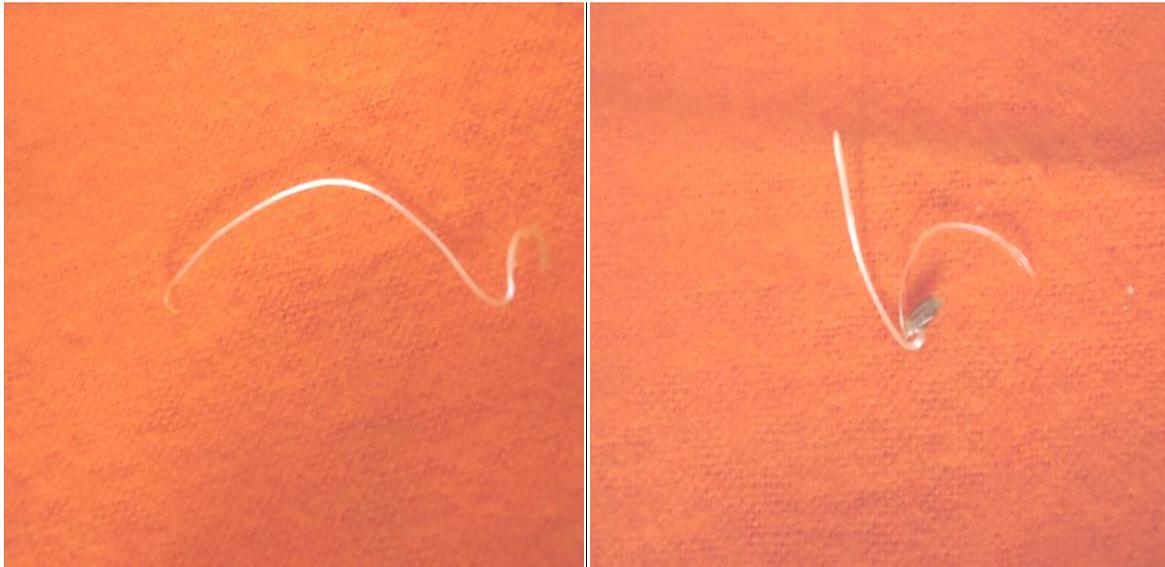
Anexo 15. Germinación de *Melilotus indicus* (izquierda) y *Bromus catharticus* (derecha).



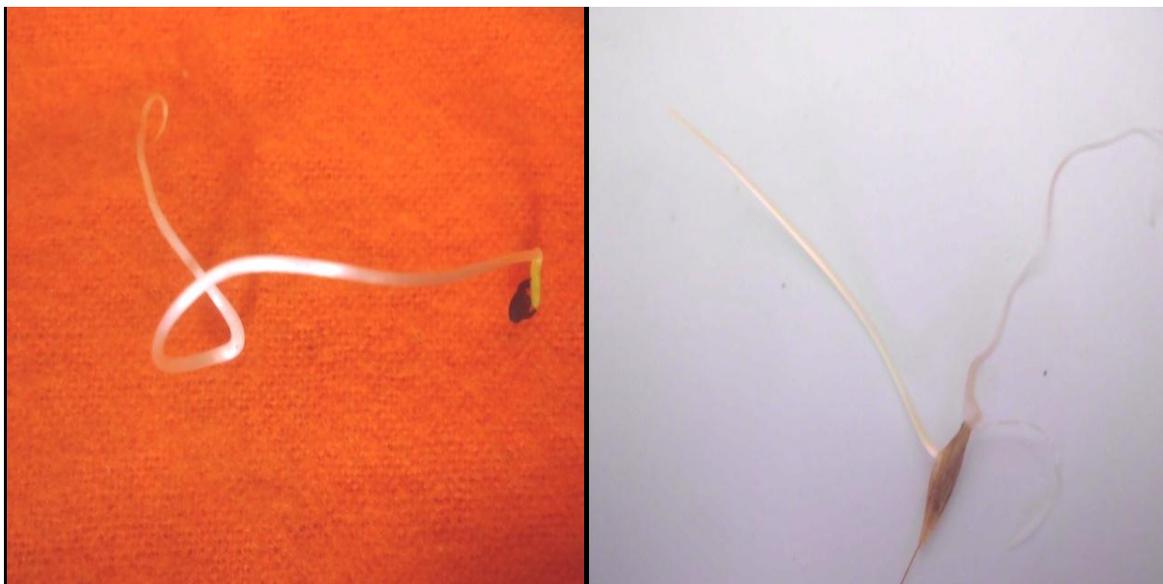
Anexo 16. Germinación de *Stipa ichu* (izquierda) y *Calamagrostis vicunarum* (derecha).



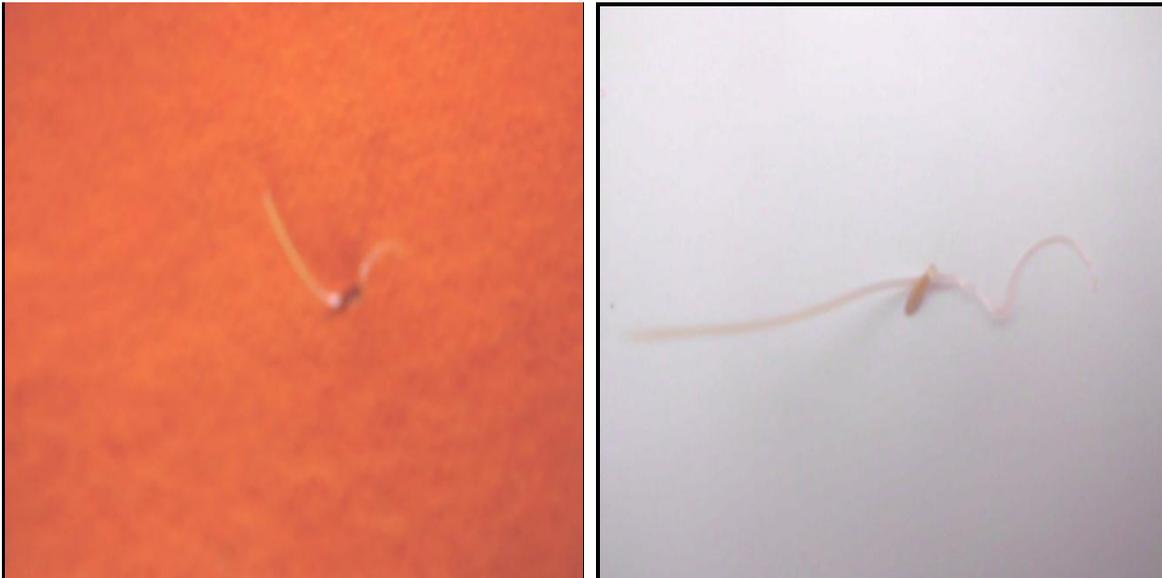
Anexo 17. Tamaño del hipocotilo y radícula de *Atriplex halimus* (izquierda) y *Hordeum muticum* (derecha) a 21 días de germinación



Anexo 18. Tamaño del hipocotilo y radícula de *Melilotus indicus* (izquierda) y *Bromus catharticus* (derecha) a 21 días de germinación



Anexo 19. Tamaño del hipocotilo y radícula de *Stipa ichu* (izquierda) y *Festuca dolichophylla* (derecha) a 21 días de germinación



Anexo 20. *Atriplex h.* (izquierda) y *Festuca o.* (Derecha)



Anexo 21. *Stipa ichu* (izquierda) y *Bromus catharticus* (derecha).



Anexo 22. *Calamagrostis v.* (izquierda) y *Hordeum m.* (derecha).

