



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

"REINVENTARIO Y DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL GERMOPLASMA FORRAJERO DEL BANCO ACTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTORA

VERÓNICA DE LOS ÁNGELES BONIFAZ RAMOS

Riobamba-Ecuador

2009

Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

---

Ing. M.C. Luis Rafael Fiallos Ortega. PhD.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.C. José María Pazmiño Guadalupe.

**SIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. M.C. José Herminio Jiménez Anchatuña.

**ASESOR DE TESIS**

**Riobamba, 29 Julio del 2009**

## **AGRADECIMIENTO**

Al término de una etapa más de mi carrera estudiantil quiero expresar un especial agradecimiento a mis queridos padres José Bonifaz y María Ramos, por todo el amor, cariño y la dedicación con que me enseñaron a tener fe, a vivir y a ser una gran profesional.

A mis hermanos (as) Wilson, Germán, Edison, Alicia, Miriam y Gloria y a toda mi familia, por el todo el apoyo incondicional que supieron regalarme durante esta etapa de mi vida y que de una u otra forma pusieron un granito de arena para que mi sueño tan anhelado se haga realidad.

A mis amigas/os verdaderos, aquellos que no traicionan, aquellos que rieron y lloraron a mi lado.

A los profesionales Ing. José Pazmiño Director e Ing. José Jiménez Asesor de esta investigación, por sus valiosas sugerencias durante el trayecto de la misma.

A todos esos seres silenciosos, que supieron estar a mi lado en el mas difícil de los momentos en especial a un gran ser humano Luis Samaniego.

Y como olvidarme de dar gracias a DIOS por haberme regalado la vida y permitirme conocer y disfrutar de todo el amor que el nos brinda día tras día.

**Verónica de los Ángeles...**

## **DEDICATORIA**

Este TRIUNFO quiero dedicar...

A mi gran compañero, amigo y esposo Iván Samaniego quien supo comprenderme y apoyarme siempre extendiéndome su mano en los momentos más cruciales de mi vida, quien ha sido el soporte y testigo de mi crecimiento personal, de mis triunfos y fracasos, quien me ha regalado un amor puro e incondicional y me ha demostrado que la vida es mas bella de lo que yo creí.

A mis dos grandes amores Dyllan e Israel por acompañarme y amarme sin condiciones por ser la razón de mi vida y por los que jamás dejare de luchar.

A mis padres por su eterno e infinito amor asía mí.

**Verónica de los Ángeles...**

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
<b>I. <u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>1</b>
<b>II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u></b>	<b>3</b>
<b>A. LA SEMILLA</b>	<b>3</b>
<b>B. ESTRUCTURA DE LA SEMILLA</b>	<b>3</b>
<b>C. GERMINACIÓN</b>	<b>5</b>
1. <u>Fases de la germinación</u>	6
2. <u>Factores que afectan a la germinación</u>	7
<b>D. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SEMILLAS</b>	<b>11</b>
<b>E. VIGOR DE LAS SEMILLAS</b>	<b>13</b>
<b>F. PUREZA</b>	<b>15</b>
<b>G. PESO</b>	<b>15</b>
<b>H. COLOR</b>	<b>16</b>
<b>I. FORMA</b>	<b>16</b>
<b>J. TAMAÑO</b>	<b>16</b>
<b>K. BIOTECNOLOGÍA EN LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD</b>	<b>17</b>
1. <u>Los recursos genéticos</u>	17
2. <u>Qué es un agroecosistema y por qué es importante conservar su biodiversidad</u>	17
3. <u>Bancos de germoplasma</u>	18
4. <u>Adquisición del Germoplasma</u>	20
5. <u>Alternativas para adquirir germoplasma</u>	20
<b>L. FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIÓTICOS QUE AFECTAN AL ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA</b>	<b>21</b>
1. <u>Factores físicos</u>	21

2.	<u>Factores químicos</u>	22
3.	<u>Factores bióticos</u>	23
4.	<u>Otros factores que inciden sobre el almacenamiento de semillas</u>	23
M.	TIPOS DE ALMACENAMIENTO	25
1.	<u>Almacenamiento artesanal</u>	26
2.	<u>Almacenamiento controlado corto</u>	26
3.	<u>Almacenamiento controlado prolongado</u>	27
4.	<u>Almacenamiento para bancos de germoplasma</u>	27
N.	INVESTIGACIONES DESARROLLADAS EN BANCOS DE GERMOPLASME (FAO)	29
O.	INVESTIGACIONES REALIZADAS	34
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	35
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	35
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	36
C.	MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	36
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	37
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	37
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	38
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
1.	<u>Descripción</u>	39
H.	METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN	39
1.	<u>Reinventariación del Germoplasma</u>	39
2.	<u>Evaluación de las características físico – químico y biológicas de las 12 especies en estudio</u>	39
a.	Análisis de Pureza	39
b.	Peso	40
c.	Color , Forma y Tamaño	40
d.	Germinación	40
e.	Porcentaje de Humedad	41
f.	Vigor	41
3.	<u>Actualización de la base de datos</u>	42

<b>IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b>	<b>43</b>
<b>A. INVENTARIACIÓN DE LAS ESPECIES FORRAJERAS         EXISTENTES EN EL BANCO DE GERMOPLASMA</b>	<b>43</b>
<b>B. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	<b>46</b>
1. <u>Análisis de Pureza</u>	<b>46</b>
2. <u>Peso de 100 semillas</u>	<b>52</b>
3. <u>Color, Forma y Tamaño</u>	<b>59</b>
<b>C. CARACTERÍSTICA QUÍMICA</b>	<b>60</b>
1. <u>Porcentaje de Humedad</u>	<b>60</b>
<b>D. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS</b>	<b>63</b>
2. <u>Porcentaje de Germinación</u>	<b>63</b>
3. <u>Vigor</u>	<b>68</b>
<b>V. <u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>71</b>
<b>VI. <u>RECOMENDACIONES</u></b>	<b>72</b>
<b>VII. <u>LITERATURA CITADA</u></b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>78</b>

## LISTA DE CUADROS

Nº	Pág.
1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN DIFERENTES ESPECIES FORRAJERAS	11
2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE DIFERENTES SEMILLAS	12
3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA HACIENDA EXPERIMENTAL TUNSHI	35
4. IDENTIFICACIÓN EL GERMOPLASMA CONSERVADO EN EL BANCO ACTIVO, CLASIFICADO POR GÉNERO Y ESPECIE	43
5. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE PUREZA DE LAS DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS	47
6. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PESO DE 100 SEMILLAS DE DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS	53
7. COLOR, FORMA Y TAMAÑO DE LAS DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS	59
8. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN EN EL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE DOCE ESPECIES PROMOSORIAS EVALUADAS	61
9. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN CAPSULAS PETRI CON SUSTRATO DE HUMEDAD EN AMBIENTE NATURAL DE DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS	64
10. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN ARENA ESTERILIZADA EN AMBIENTE NATURAL DE LAS DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS	66
11. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE VIGOR DE DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS	69



## LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Porcentaje de pureza de 12 especies promisorias evaluadas a diferentes tiempos de conservación.	48
2. Variación del % de pureza para la especie <i>Agrostis semiverticillata</i> .	50
3. Porcentaje de pureza del <i>Agrostis semiverticillata</i> en función del tiempo.	50
4. Variación del % de pureza para la especie <i>Euchlaena mexicana</i> .	51
5. Porcentaje de pureza de la <i>Euchlaena mexicana</i> en función del tiempo.	51
6. Peso de 100 semillas de 12 especies promisorias evaluadas en función del tiempo.	54
7. Variación para el peso de 100 semillas en la especie <i>Agrostis semiverticillata</i> .	56
8. Peso de 100 semillas para la especie <i>Agrostis semiverticillata</i> en función del tiempo.	56
9. Variación para el peso de 100 semillas para la especie <i>Holcus lanatus</i> .	57
10. Peso de 100 semillas para la especie <i>Holcus lanatus</i> , en función al tiempo.	57
11. Variación para el peso de 100 semillas en la especie <i>Arrhenaterum elatius</i> .	58
12. Peso de 100 semillas para la especie <i>arrhenaterum elatius</i> en función al tiempo.	58
13. Análisis comparativo del % de humedad en 12 especies promisorias evaluadas a diferentes períodos.	62
14. Análisis comparativo del % de germinación en cajas petri de 12 especies promisorias evaluadas a diferentes períodos.	65
15. Análisis comparativo del % de germinación en sustrato de arena esterilizada en 12 especies promisorias evaluadas a diferentes períodos.	67
16. Análisis comparativo del % de vigor en 12 especies promisorias evaluadas a diferentes períodos.	70

## LISTA DE ANEXOS

### N°

1. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Agrostis semiverticillata*
2. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Arrehnatherum elatius*
3. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Bromus lanatus*
4. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Bauteloua curtipendula*
5. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Eragrostis curvula*
6. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Euchlaena mexicana*
7. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Holcus lanatus*
8. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Poa horridula*
9. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Paspalum bomplandianum*
10. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Paspalum plicatulum*
11. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Stipa pilosa*
- 1 2. Análisis estadístico del porcentaje de pureza en la especie *Stipa plumeris*
13. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Agrostis semiverticillata*
14. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Arrehnatherum elatius*
15. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Bromus lanatus*
16. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Bauteloua curtipendula*
17. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Eragrostis curvula*
18. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Euchlaena mexicana*

19. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Holcus lanatus*
20. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Poa horridula*
21. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Paspalum bomplandianum*
22. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Paspalum plicatulum*
23. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Stipa pilosa*
24. Análisis estadístico del peso de 100 semillas en la especie *Stipa plumeris*

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Banco Activo del P.BID- 016 ubicado en la Estación Experimental Tunshi de la facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo localizada en la Provincia de Chimborazo Cantón Riobamba.

La investigación caracterizó agro botánicamente el germoplasma de doce especies forrajeras altoandinas declaradas como tales en el proyecto **“ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPECIES FORRAJERAS ALTOANDINAS”**.

La evaluación se basó en el estudio de las características Físico, Químicas y Biológicas de las , resultados que serán comparados con los datos obtenidos por Fiallos, L. y Jiménez, C. en el año 2000.

Las mediciones experimentales evaluadas fueron: Porcentaje de Pureza, Peso de 100 semillas, Color, Forma, Tamaño, Porcentaje de Humedad, Porcentaje de Germinación y Vigor.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó la hoja electrónica MSO-Excel para las diferencias estadísticas mientras que para la separación de medias se efectuó según t-student.

Los resultados de la investigación determinaron el deterioro de la gran mayoría del material genético que se halla almacenado durante 7 años aproximadamente como causa a un mal manejo que se ha dado al banco activo, durante los últimos años.

Por lo tanto se recomienda una nueva recolección de las semillas que se hallan almacenadas en el banco activo.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the Active Bank of the P.BID - 016 located in the Experimental Station Tunshi of the Faculty of Cattle Sciences of the Polytechnic Superior School of Chimborazo located in the County of Chimborazo Canton Riobamba. It characterized agriculturally the germoplasma of twelve species forrajeras altoandinas declared as such in the project "ESTABLISHMENT AND HANDLING OF THE BANK DE GERMOPLASMA OF SPECIES FORRAJERAS ALTOANDINAS". They were studied of the Physical, Chemical and Biological characteristics of each one of them and their results will be compared with the data obtained by Fiallos, L. and Jiménez, C. in the year 2000. The results of the investigation determined a good behavior of the species: *Bouteloua curtipendula*, *Eragrostis curvula*, Mexican *Euchlaena*, *Holcus lanatus* in the experimental measurements to those that were subjected, however you could evidence a deterioration of the genetic material in their majority like consequence to a wrong handling of the active bank. Therefore a new gathering of the seeds is recommended inside its natural habitat.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el mundo moderno, durante los últimos años se ha producido un cambio enorme y único en la historia. A consecuencia de esto las personas se vuelven cada vez menos dependientes y más autosuficientes con el propósito de superar las barreras y limitantes que puedan existir al momento de la conservación de la mayoría de las gramíneas forrajeras de interés económico. Es por ello que una alternativa para la conservación de este material genético son los Bancos de Germoplasma los mismos que permiten conservar esa diversidad genética en forma de semillas o en estado vegetativo durante periodos más o menos prolongados.

Estos recursos son la base de la creación de nuevos cultivadores y del desarrollo de la agroindustria, convirtiéndose así en la base de la sostenibilidad y la re conservación de la agricultura.

Dicho esto la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, cuenta con un Banco de Germoplasma, que fue implementado para salvaguardar la extinción de las especies nativas y contar con una base genética para futuros programas de fitomejoramiento. El material genético se halla almacenado por 7 años requiriendo en esta oportunidad una evaluación de sus características físico-químicas como referente de la calidad actual de las semillas.

Como consecuencia de estas medidas, se logrará emprender con futuros proyectos de propagación, establecimiento y mejoramiento de la disponibilidad de forraje de gramíneas Forrajeras Altoandinas para la alimentación animal.

Por lo expuesto anteriormente se plantea los siguientes objetivos:

1. Reidentificar el Germoplasma conservado durante 7 años en el Banco Activo, clasificándolo por género y especie.
2. Evaluar la condición Físico – Química de 12 especies forrajeras promisorias
3. Actualizar la base de datos del Banco Activo de la Estación Experimental Tunshi ESPOCH. FCP.
4. Promover un plan de reactivación y mantenimiento del Banco Activo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. LA SEMILLA

Para el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (1963). La semilla es una fase de vida de las plantas que esta adaptada de un modo especial para resistir condiciones adversas.

En las plantas anuales es la única forma de vida que perdura durante la estación desfavorable. Las semillas se forman en las plantas con flores (angiospermas) dentro de una estructura llamada fruto. (Carambula, M. 1981).

La semilla es el óvulo ya maduro que contiene al embrión. En la mayor parte de las semillas los tegumentos del óvulo llegan a ser las duras cubiertas de la semilla madura. (Fuentes, J. 1988).

La semilla es la base del desarrollo parcial del nuevo esporofito del embrión, y esta proporciona la continuidad entre generaciones sucesivas. (Esau, K. 1994).

La semilla son óvulos maduros fecundados y desarrollados que dan origen a una nueva vida. (Moore, R. *et al.* 1998).

### B. ESTRUCTURA DE LA SEMILLA

Castillo, R. et al, (1991) manifiesta que las semillas se componen de dos partes: **Tegumento**, que es la parte exterior y la **Almendra**, que es la parte interior. La almendra de las semillas esta formada de dos partes: el embrión y un tejido de reserva.

El embrión es una planta en miniatura encerrada dentro de la semilla y que al desarrollarse se convierte en una nueva planta. Consta de lo siguiente:



- El talluelo que es el eje del embrión.
- La gémula o yemecilla situada en el extremo superior del talluelo que dará origen al tallo de la nueva planta.
- La radícula o raicilla que esta situada en el extremo inferior del talluelo y que dará origen a la raíz.
- Los cotiledones, que se consideran como las primeras hojas de la nueva planta.
- El tejido de reserva, llamado endospermo o albumen que contiene sustancias de reserva (proteína, grasas, hidratos de carbono) que nutrirán a la nueva planta en su primer desarrollo, hasta que sea capaz de elaborar por si mismo su alimento.

En las **semillas maduras** se distinguen las siguientes partes: cubiertas, endospermo y embrión. Las cubiertas derivan de los tegumentos interno y externo del óvulo. La cubierta externa, denominada testa, suele ser un recubrimiento duro y consistente.

Moore, R. *et al.* (1998), mencionan que las semillas, son óvulos maduros. Se forman en el ovario, el cual se desarrolla para formar el fruto; sin embargo, hay 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. Todas las semillas están rodeadas por una cubierta llamada testa la cual puede tener muy distintas texturas y apariencias. Generalmente es dura y está formada por una capa interna y una externa de cutícula y, una o más capas de tejido grueso que sirve de protección. Estas características le confieren a la testa cierto grado de impermeabilidad al agua y a los gases. Ello le permite ejercer una influencia reguladora sobre el metabolismo y crecimiento de la semilla.

En muchas ocasiones está asociado con una cicatriz llamada hilio, que marca el punto donde la semilla se separó del tallo (funículo) por medio del cuál estaba adherido al fruto. En algunas semillas estas estructuras de la testa están ausentes pero lo que en realidad sucede es que se está observando el pericarpio de un fruto y no la testa, como por ejemplo en el caso de *Helianthus annuus* (el girasol, que pertenece a la familia de las compuestas) y de la lechuga, como lo exponen Azcón, J. y Talón, M. (1993).

### **C. GERMINACIÓN**

Castillo, R. Estrella, J y Tapia, C. (1991), relatan que la germinación es la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla para que tenga lugar es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

En sus múltiples investigaciones Martínez, J. y Pérez, F. (1994), comentan que la germinación es el proceso por el cual una semilla colocada en un medio ambiente, se convierte en una nueva planta. En la germinación el embrión se hincha, y la cubierta de la semilla se rompe. La radícula de la planta, en la punta del hipocotilo, es la primera parte del embrión que emerge o que sale de la cubierta seminal, forma la raíz primaria. Al fijarse esta raíz primaria al suelo, el epicotilo, emerge y empieza a desarrollarse en el joven vástago de la planta.

Los cotiledones permanecen en el suelo o serán llevados al aire por el crecimiento hacia arriba de la parte superior del hipocotilo. Los cotiledones podrán permanecer en la planta durante varias semanas y algunas veces, se convierten en órganos verdes manufactureros de alimento a la manera de plantas o bien se marchitan y caen poco después de la germinación cuando sus reservas de alimento están reservadas, (Martínez, J. y Pérez, F. 1994).

La germinación consiste en que el embrión de la semilla que se encuentra en un estado durmiente, denominado vida latente, reanuda su crecimiento y origina una nueva planta, que en la fase inicial se llama plántula. La radícula se hunde en la tierra; el talluelo se alarga, a la vez que la gémula desarrolla sus hojas; los cotiledones, a veces, salen al aire y adquieren color verde como si fueran hojas, mientras que en otras ocasiones se quedan debajo de la superficie de la tierra, de acuerdo a lo mencionado por Fuentes, J. (1988).

## 1. Fases de la germinación

Para Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988), en el proceso de germinación podemos distinguir tres fases:

**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.

**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.

**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.

Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988), exhiben que la duración de cada una de estas fases depende de ciertas propiedades de las semillas, como su contenido en compuestos hidratables y la permeabilidad de las cubiertas al agua y al oxígeno. Estas fases también están afectadas por las condiciones del medio,

como el nivel de humedad, las características y composición del sustrato, la temperatura, etc. Otro aspecto interesante es la relación de estas fases con el metabolismo de la semilla.

La primera fase se produce tanto en semillas vivas y muertas y, por tanto, es independiente de la actividad metabólica de la semilla. Sin embargo, en las semillas viables, su metabolismo se activa por la hidratación.

La segunda fase constituye un período de metabolismo activo previo a la germinación en las semillas viables o de inicio en las semillas muertas. La tercera fase se produce sólo en las semillas que germinan y obviamente se asocia a una fuerte actividad metabólica que comprende el inicio del crecimiento de la plántula y la movilización de las reservas. Por tanto los factores externos que activan el metabolismo, como la temperatura, tienen un efecto estimulante en la última fase. (Azcón, J. y Talón, M. 1993).

## **2. Factores que afectan a la germinación**

### **Factores internos**

Martínez, J. y Pérez, F. (1994), publican que entre los factores internos que afectan a la germinación estudiaremos la madurez que presentan las semillas y la viabilidad de las mismas.

**Madurez de las semillas:** Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico. La madurez morfológica se consigue cuando las distintas estructuras de la semilla han completado su desarrollo, dándose por finalizada cuando el

embrión ha alcanzado su máximo desarrollo. También, se la relaciona con la deshidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla. La madurez se suele alcanzar sobre la misma planta, sin embargo, existen algunas especies que diseminan sus semillas antes de que se alcance, como ocurre en las semillas de *Ginkgo biloba* o de muchas orquídeas, que presentan embriones muy rudimentarios, apenas diferenciados. (Martínez, J. y Pérez, F. 1994).

Aunque la semilla sea morfológicamente madura, muchas de ellas pueden seguir siendo incapaces de germinar porque necesitan experimentar aún una serie de transformaciones fisiológicas. Lo normal es que requieran la pérdida de sustancias inhibitoras de la germinación o la acumulación de sustancias promotoras. En general, necesitan reajustes en el equilibrio hormonal de la semilla y/o en la sensibilidad de sus tejidos para las distintas sustancias activas. La madurez fisiológica se alcanza al mismo tiempo que la morfológica, como en la mayoría de las especies cultivadas; o bien puede haber una diferencia de semanas, meses y hasta años entre ambas. (Moreira, N. y Nakagawa, J. 1988).

**Viabilidad de las semillas:** Martínez, J. y Pérez, F. (1994), La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cuál las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

Atendiendo a la longevidad de las semillas, es decir, el tiempo que las semillas permanecen viables, pueden haber semillas que germinan, todavía, después de decenas o centenas de años; se da en semillas con una cubierta seminal dura como.

## **Factores externos**

Aguirre, R. Pesques, S. (1992), comentan que los factores ambientales más importantes que inciden en el proceso de germinación destacamos: humedad, temperatura y gases.

**Humedad:** La absorción de agua es el primer paso, y el más importante, que tiene lugar durante la germinación; porque para que la semilla recupere su metabolismo es necesaria la rehidratación de sus tejidos.

La entrada de agua en el interior de la semilla se debe exclusivamente a una diferencia de potencial hídrico entre la semilla y el medio que le rodea. En condiciones normales, este potencial hídrico es menor en las semillas secas que en el medio exterior. Por ello, hasta que emerge la radícula, el agua llega al embrión a través de las paredes celulares de la cubierta seminal; siempre a favor de un gradiente de potencial hídrico. Aunque es necesaria el agua para la rehidratación de las semillas, un exceso de la misma actuaría desfavorablemente para la germinación, pues dificultaría la llegada de oxígeno al embrión. (Aguirre, R. Pesques, S. 1992).

**Temperatura:** Martínez, J. y Pérez, F. (1994), exteriorizan que la temperatura es un factor decisivo en el proceso de la germinación, ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio. Del mismo modo, en el proceso de germinación pueden establecerse unos límites similares. Por ello, las semillas sólo germinan dentro de un cierto margen de temperatura. Si la temperatura es muy alta o muy baja, la germinación no tiene lugar aunque las demás condiciones sean favorables, como declara en su investigación.

Barceló, J. *et al.* (1984), relata que las semillas de especies tropicales suelen germinar mejor a temperaturas elevadas, superiores a 25°C. Las máximas temperaturas están entre 40°C y 50°C (*Cucumis sativus*, pepino, 48°C).

Sin embargo, las semillas de las especies de las zonas frías germinan mejor a temperaturas bajas, entre 5°C y 15°C. Ejemplo de ello son *Fagus sylvatica* (haya), *Trifolium repens* (trébol), y las especies alpinas, que pueden germinar a 0 °C. En la región mediterránea, las temperaturas más adecuadas para la germinación son entre 15°C y 20°C. (Barceló, J. *et al.* 1984)

**Gases:** La mayor parte de las semillas requieren para su germinación un medio suficientemente aireado que permita una adecuada disponibilidad de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. De esta forma el embrión obtiene la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas. La mayoría de las semillas germinan bien en atmósfera normal con 21% de O<sub>2</sub> y un 0,03% de CO<sub>2</sub>.

Sin embargo, existen algunas semillas que aumentan su porcentaje de germinación al disminuir el contenido de O<sub>2</sub> por debajo del 20%. Los casos mejor conocidos son: *Typha latifolia* (espadaña) y *Cynodon dactylon* (grama), que germinan mejor en presencia de un 8% de O<sub>2</sub>. Se trata de especies que viven en medios acuáticos o encharcados, donde la concentración de este gas es baja.

El efecto del CO<sub>2</sub> es el contrario del O<sub>2</sub>, es decir, las semillas no pueden germinar se aumenta la concentración de CO<sub>2</sub>. Azcón Bieto, J. y Talón, M. (1993).

Cuadro 1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN DIFERENTES ESPECIES FORRAJERAS

ESPECIES	PORCENTAJE DE GERMINACIÓN
<i>Gramíneas</i>	
<i>Lolium multiflorum</i>	90
<i>Dactylis glomerata</i>	85
<i>Bromus unioloides</i>	90
<i>Festuca prathensis</i>	90
<i>Setaria spp</i>	85
<i>Phalaris tuberosa</i>	80
<i>Euchlaena mexicana</i>	90
<i>Avena sativa</i>	90

Fuente: INIAP (1995).

#### D. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SEMILLAS

Para Rost *et al.* (1997), publica que el objetivo es determinar la cantidad de agua contenida en la semilla. El contenido de humedad es uno de los factores más importantes en la conservación de su viabilidad durante el almacenamiento.

Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988), manifiestan que la semilla, luego de formado el cigoto, tiene normalmente un alto contenido de humedad que oscila entre **70 y 80 %**.

Toda semilla presenta cierto contenido de humedad que afecta a los procesos biológicos que va a sufrir. Así, si la humedad fuera superior a **40-60%** se da la emergencia de la plántula por el fenómeno de la germinación.

Entre **18-20% y 40-60%** la respiración de la semilla, de los microorganismos (hongos y bacterias) y de los insectos es elevada; esta respiración intensa puede



provocar el calentamiento de las masas de semillas, provocando la muerte de la semilla.

Entre **12 – 14% y 18 -20%** de humedad hay una respiración activa de la semilla, lo que causa la pérdida de vigor y eventuales disminuciones en la germinación.

Dentro de ciertos límites, mientras más bajo sea el contenido de humedad de cualquier semilla, su viabilidad se mantendrá por mayor tiempo. Parece que el nivel óptimo de humedad para el almacenamiento, es entre **6 y 8%** para muchas clases de semillas.

Barceló, J. *et al.* (1984), señala que un contenido excesivamente bajo de humedad puede perjudicar el embrión. La deshidratación completa es indudable que destruya la vida del embrión. Sin embargo, a menos que sea un secamiento artificial por medio del calor, la sequedad de las semillas es raramente un problema práctico.

Cuadro 2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE DIFERENTES SEMILLAS

FAMILIAS	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS SEMILLAS (%)					
	CEREALES	6,5	8,5	10	12,5	15
OLEAGINOSAS	3	5	6,5	8	10	15
HORTALIZAS	5	5	7,5	9	12	
Humedad Relativa del aire (%)	15	30	45	60	75	90

Fuente: Fuentes, J. (1992)

## **E. VIGOR DE LAS SEMILLAS**

Isely, D. (1987), explica que el vigor es el resultado de la conjunción de todos aquellos atributos de la semilla que permiten la obtención de una población en condiciones desfavorables de campo.

Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988), mencionan que para el término vigor conviene diferenciar dos aspectos, el genético y el fisiológico. El vigor genético es aquel observado en la heterosis o en las diferencias de vigor entre dos linajes, mientras que el fisiológico es observado entre lotes de un mismo linaje genético.

Duffus, C. y Slauter, C. (1992), informan que los factores que afectan el vigor son los siguientes:

### ➤ **Genético**

El control genético puede observarse bien en los híbridos y en las plantas poliploides, en relación a las normales.

### ➤ **Durante la producción**

El vigor de las semillas se ve afectado por las condiciones ambientales aún antes de su formación ya que las condiciones del clima que afectan el desarrollo de la planta y la floración podrán tener reflejos sobre el vigor de las futuras semillas.

### ➤ **Daños mecánicos**

Uno de los problemas serios y reconocidos como el causante de la reducción del vigor de las semillas son los daños mecánicos a quien están sujetas las semillas durante la cosecha, procesamiento y manipulación que sufren hasta la próxima siembra.

### ➤ **Microorganismos e insectos**

Las semillas atacadas por insectos o infectadas por microorganismos normalmente presentan menor vigor. Esta incidencia y este efecto pueden iniciarse en el período de desarrollo y maduración de las semillas o durante el almacenamiento, siendo efectos que no pueden ser divisados en muchas ocasiones.

### ➤ **Condiciones ambientales durante el almacenamiento**

La temperatura y humedad del aire son los principales factores que afectan la calidad fisiológica de la semilla, en particular el vigor, durante el almacenamiento.

### ➤ **Densidad y tamaño de la semilla**

Las semillas de mayor tamaño o las que presentan mayor densidad son las que fueron mayor nutridas durante su desarrollo y son las que poseen generalmente embriones bien formados.

### ➤ **Edad de la semilla**

Las semillas presentan mayor viabilidad y vigor durante la madurez fisiológica, a partir de este instante ocurrirían inevitablemente cambios fisiológicos y bioquímicos graduales que ocasionen el deterioro y la pérdida de vigor. ( Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988).

## **F. PUREZA**

El análisis de pureza determina que proporción de la muestra es semilla pura del cultivo especificado, y qué proporción es semilla de maleza o semilla de otros

cultivos así como de materia inerte como lo describen Duffus, C. y Slauter, C. (1992).

Rost *et al.* (1997), indica que el análisis de pureza tiene como objetivo determinar la composición de las semillas y cuantificar las clases de semillas contenidas en un lote. Se consideran semillas puras, semillas de otras especies y materia inerte. Para medir el grado de limpieza de la semilla, la semilla pura se separa de la impura, y luego se pesan por separado.

La semilla se considera pura si aparece normal en cuanto a su tamaño, forma y aspecto general externo. Inversamente, se considera como impura la semilla que es demasiado pequeña, que ha sido parcialmente comida por los insectos o pone en evidencia manchas producidas por los hongos, una muestra para un ensayo de pureza puede consistir de 100 a 1.000 semillas.

## **G. PESO**

En su experiencia, Esaú, K. (1994), considera que muchas semillas difieren entre si, como también de las impurezas, por su peso, peso específico o densidad relativa. Entre las semillas; tales diferencias se observan en las atacadas por insectos o microorganismos, las deterioradas, las vacías, las inmaduras, las mal formadas que en relación a las normales, no presentan diferencias principalmente con respecto al tamaño y la forma.

## **H. COLOR**

Las semillas con características físicas idénticas que difieren solamente por la coloración se pueden separar por medio de seleccionadores eléctricos. El órgano básico de este aparato es una célula fotoeléctrica calibrada para separar semillas de colores diferentes, (Moreira, N. y Nakagawa, J. 1988).

## **I. FORMA**

Rost *et al.* (1997), afirma que la forma es una de las características que más varía entre las semillas de las diferentes especies de plantas. La separación hecha por las zarandas está relacionada con la forma.

Los cilindros alveolados y el separador de discos alveolados realizan una separación basada en esta característica.

## **J. TAMAÑO**

Aguirre, R. y Pesques, S. (1992), transmiten que la diferencia de tamaño es una de las características más comunes entre semillas e impurezas, el tamaño se define por las tres dimensiones (longitud, ancho y espesor) conforme a la especie la caracterización se realiza con mayor o menor fidelidad para cualquiera de las dimensiones.

### **Por el ancho y el espesor**

La separación de las semillas entre sí o de las impurezas basadas en el ancho o espesor se realiza por medio de zarandas planas o cilíndricas con perforaciones de formatos diferentes; circulares, triangulares, rectangulares o cuadradas.

## **K. BIOTECNOLOGÍA EN LA CONSERVACION DE LA BIODIVERSIDAD**

### **1. Los recursos genéticos**

Los recursos genéticos comprenden la amplia diversidad de organismos del planeta, y son la suma de todas las combinaciones de genes resultantes de la evolución de las especies; esto incluye variabilidad entre especies y dentro de una misma especie.

De particular importancia para la humanidad son los recursos vivos que forman parte de la agricultura, la ganadería, la pesca y la silvicultura. Las plantas cultivadas, los animales domésticos, y la rica diversidad entre ellos, constituyen el elemento más importante en cuanto a recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Estos recursos son importantes tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados, tanto para las empresas comerciales como para los pequeños agricultores.

Son la materia prima de la que dependen los cultivadores-criadores para desarrollar plantas y animales mejorados, y para desafiar a situaciones inesperadas como cambios en factores abióticos (como cambios climáticos) y necesidades humanas. Es por eso que se consideran a los recursos genéticos, como la base de la innovación de la agricultura moderna. (Torres, R. Burgos, H y Ascanio, J. 1982).

## **2. Qué es un agroecosistema y por qué es importante conservar su biodiversidad**

Para Torres, R. Burgos, H y Ascanio, J. (1982), los agroecosistemas son ecosistemas en los que el ser humano ha ejercido una intencionada selectividad sobre la composición de los organismos vivos. Es decir, contienen poblaciones humanas y están alterados intencionalmente, y a menudo manejados intensivamente con el fin de proporcionar alimentos y otros productos.

Arpaia, M. (1997), determina que la conservación de la biodiversidad involucra estrategias y actividades de uso y manejo adecuado de la diversidad presente en esos ecosistemas, que permiten asegurar su renovación, conservación y productividad, de tal forma que se garanticen los beneficios de las poblaciones actuales, sin comprometer o desproteger el posible uso, las necesidades y las aspiraciones de generaciones futuras.

Como se mencionó anteriormente, la conservación *ex situ* de la biodiversidad se puede realizar en diferentes sistemas, entre ellos los bancos de germoplasma y de genes, en donde se utilizan algunas técnicas biotecnológicas, (Torres, R. Burgos, H. y Ascanio, J. 1982).

### **3. Bancos de germoplasma**

Los Bancos de Germoplasma son infraestructuras que permiten conservar esa diversidad genética (en forma de semillas o en estado vegetativo) durante 3 y 10 años. Estos recursos genéticos son la base de la creación de nuevos cultivares y del desarrollo de la agroindustria. La diversidad genética permite la obtención de cultivares adaptados a nuevas áreas agroecológicas, condiciones de cultivo o de mejor rendimiento y calidad nutritiva, convirtiéndose en la base de la sustentabilidad y la reconversión de la agricultura. (Kuhn, L. y Jerchel, R. 1993).

Sánchez, J. (2007), señala que en principio, el funcionamiento de un banco de germoplasma es sencillo, puesto que "sólo tienes que coger las semillas, limpiarlas, desecarlas y guardarlas a una temperatura adecuada y con una humedad casi nula". Con este protocolo estaría garantizada su conservación, generalmente a 20 grados bajo cero, pero el banco es un instrumento dinámico. "Las semillas que guardamos tienen que estar vivas, porque si no, no serviría en un futuro, de manera que tenemos que hacer estudios previos, analizando la variabilidad de cada ejemplar, conociendo su diversidad genética mediante estudios de Biología Molecular. En ese sentido, los científicos tienen que llevar "una pequeña porción de las semillas a cultivo para comprobar que son viables".

En el caso de las plantas en peligro de extinción es más complicado, ya que los botánicos deben tener muchísimo cuidado para no manipular más de lo necesario, poniendo en peligro la supervivencia de las distintas poblaciones de plantas en su propio hábitat. "Aunque sea una semilla, estamos hablando de algo vivo y hay que cuidarlo muchísimo, porque quizá dentro de 100 años puede

resultar muy interesante una repoblación". En definitiva, un banco de germoplasma conserva plantas vivas disponibles para posibles reintroducciones, aunque este asunto resulta controvertido, ya que muchos expertos no están de acuerdo en volver a introducir una especie en una zona, salvo en el caso de su completa desaparición. (Sánchez, J. 2007).

Por su parte Ista, P. (1976), describe que para su conservación se efectúan expediciones para coleccionar las especies en forma de semillas en sus hábitats naturales. Después, en laboratorios se procede a limpiar el material, se deseca con gel de sílice y posteriormente se encapsula en recipientes de vidrio, plásticos y fundas de aluminio. La conservación se realiza en cámaras frigoríficas a  $-5^{\circ}\text{C}$  la colección de intercambio y a  $-20^{\circ}\text{C}$  la reserva integral.

Los Bancos de Germoplasma permiten la colección de todo el patrimonio genético de una especie, mantenido con la finalidad de preservar su variabilidad al existir instalación donde se conservan semillas, polen, bulbos, esporas, etc, en condiciones especiales y controladas, que aseguran su viabilidad o supervivencia durante periodos de tiempo más o menos prolongados. (Kuhn, L. y Jerchel, R. 1993).

Delouche, J. y Caldwell, W. (1988), en sus múltiples estudios exponen que los bancos de germoplasma son instalaciones especialmente adaptadas para la conservación de material genético. En ellos es posible la conservación de semillas de variedades tradicionales, productos de mejoramiento, variedades fuera de uso y especies silvestres.

Los recursos genéticos son la base de la creación de nuevos cultivares y del desarrollo de la agroindustria. La diversidad genética permite la obtención de cultivares adaptados a nuevas áreas agroecológicas, condiciones de cultivo o de mejor rendimiento y calidad nutritiva como lo escribe Sánchez, J. (2007).



#### **4. Adquisición del Germoplasma**

El germoplasma se puede adquirir por múltiples razones como protegerlo, estudiarlo, mejorarlo, distribuirlo y/o completar una colección existente.

#### **5. Alternativas para adquirir germoplasma**

El germoplasma de interés se puede obtener mediante la colecta, el intercambio o la donación. Por razones prácticas, conviene intentar conseguir el material deseado sin recurrir a los sitios de origen, valiéndose de la donación o el intercambio con instituciones que puedan tenerlo. Si no es posible y hay que optar por la colecta, el material se buscará en sitios donde existen poblaciones de la(s) especie(s) de interés. (Kuhn, L. y Jerchel, R. 1993).

Balocchi, L. López, Y. y Nauhulhual, L. (1993), indican que las muestras adquiridas deben ser sanas, representativas de la diversidad objetivo y estar bien documentadas para que ingresen sin problemas al sistema de conservación del país que las va a recibir y se puedan utilizar posteriormente. El país de origen y especialmente el que recibe el germoplasma deben asegurarse de que la muestra transferida esté sana. Por tanto, el germoplasma que ingresa a un país deberá ser sometido a inspección sanitaria y cuarentena.

### **L. FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIÓTICOS QUE AFECTAN AL ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA**

#### **1. Factores físicos**

Corrales, F. Gonzales, E. y Combellas, J. (1995), dan a conocer que los factores físicos más importantes a considerar durante el almacenamiento son: la humedad

de equilibrio de la semilla, la humedad relativa y la temperatura de almacenamiento que la rodean, ya que estos dos son los que inciden principalmente sobre su contenido de humedad.

### ➤ **Humedad de equilibrio y humedad relativa del aire**

Conocer cuáles son los mecanismos de transferencia entre las semillas y el aire que las rodea es de vital importancia, pues ayuda a tomar decisiones sobre las operaciones de almacenamiento. Las semillas son higroscópicas y absorben o liberan humedad, dependiendo del ambiente donde se les coloque y su contenido de humedad final se estabiliza cuando éstas se exponen a un ambiente específico por un período de tiempo determinado, lo cual se conoce como "humedad de equilibrio".

Esta depende del tipo de semillas, de la temperatura y la humedad relativa (HR) del aire circundante, (Aguirre, R. y Pesques, S. 1992).

Sánchez, J. (2007), menciona que si el contenido de humedad de la semilla es alto, mayor que el de la humedad de equilibrio para un ambiente dado, la semilla liberará humedad al ambiente; si por el contrario es menor, entonces absorberá humedad del aire. Está demostrado que cuando la HR del aire supera 75%, el contenido de humedad de las semillas se incrementa rápidamente; en cambio en climas secos donde la HR no sobrepasa ese límite, sus cambios afectan poco el contenido de humedad de las semillas.

### **Temperatura**

Torres, R. Burgos, H. y Ascanio, J. (1982), manifiestan que el contenido de humedad de la semilla también se incrementa cuando aumenta la temperatura siempre y cuando la HR permanezca estable.

Pero cuando la temperatura del aire se calienta, las semillas disminuirán su humedad de equilibrio; por ejemplo, semillas de arroz en una HR de 70% y una temperatura de 15°C, tendrán una humedad de equilibrio de 13,8%, pero si se aumenta la temperatura a 25°C a la misma HR, la capacidad de retención de agua de ese ambiente también aumenta y la humedad de equilibrio de la semilla en ese ambiente disminuye a 13,3%.

No obstante, hay que señalar que la temperatura y la HR actúan en forma independiente, por lo tanto si una aumenta hay que disminuir la otra.

## **2. Factores químicos**

Entre los factores químicos, el oxígeno y bióxido de carbono influyen fuertemente sobre los granos y semillas almacenados, lo que está relacionado con el volumen y la porosidad de las semillas almacenadas y los procesos de respiración.

Como fue señalado, las semillas son organismos conformados por células vivas que respiran para producir la energía necesaria para los diversos procesos metabólicos, comentan, Castillo, R. Estrella, J. y Tapia, C. (1991).

## **3. Factores bióticos**

Torres, R. Burgos, H. y Ascanio, J. (1982), relatan que finalmente, los factores bióticos como insectos y microorganismos, pueden causar serios problemas cuando se encuentran asociados a la masa de semillas, llegando inclusive a ocasionar serios problemas al valor agrícola y comercial de estas. La presencia de hongos, bacterias e insectos y sus ciclos reproductivos están muy vinculados con la HR y la temperatura del almacén.

En países tropicales, donde las condiciones ambientales de temperatura y HR son siempre altas y continuas, se favorece la presencia de plagas y microorganismos,

por lo tanto, para un buen almacenamiento es imprescindible mantener bajo el contenido de humedad de los granos y semillas.

#### **4. Otros factores que inciden sobre el almacenamiento de semillas**

**Características genéticas de la especie a ser almacenada:** bajo iguales condiciones de almacenamiento, la longevidad de las semillas varía entre especies, entre cultivares de una misma especie, entre lotes y hasta entre individuos de un mismo lote. Entre los cereales, la avena y la cebada tienen alto potencial de almacenamiento; el maíz y el trigo tienen longevidad intermedia, mientras el centeno se considera de vida corta. (Corrales, F. González, E. y Cambellas, J. 1978).

**Historia precosecha del cultivo:** antes de la cosecha, el cultivo está expuesto a una serie de factores que pueden mermar su calidad, y ningún almacenamiento por muy bueno que sea, puede mejorarla. Por ello, para garantizar un buen almacenamiento es recomendable guardar siempre semillas maduras, con baja incidencia de daños mecánicos o por patógenos y que no hayan sido sometidas a excesivo estrés de temperatura y humedad durante su maduración y cosecha, de acuerdo a las publicaciones hechas por, Ista, P. (1976).

**Estructura y composición química de la semilla:** ciertas estructuras como las glumas en los cereales, ayudan a prolongar la longevidad de las semillas; las cáscaras, aristas o ambas, parecen tener un efecto inhibitorio sobre el desarrollo de hongos en los cereales almacenados; el tamaño y arreglo de las estructuras esenciales de las semillas y la composición química de estas, también son factores que afectan el almacenamiento. Por ejemplo, semillas ricas en aceites y proteínas son más susceptibles al deterioro que las semillas ricas en carbohidratos, afirma, Fuentes, J. (1988).

**Grado de madurez:** cuando las semillas están fisiológicamente maduras presentan la máxima calidad en todos sus atributos como tamaño, peso, germinación y vigor, por lo tanto semillas llenas, sanas y maduras se almacenan mejor que aquellas que no hayan alcanzado su total grado de madurez. (Barrón. A. 1991).

**Presencia de latencia:** muchas semillas pueden desarrollar cierto grado de latencia cercano al momento de la cosecha. Esta latencia puede ser debida a diversas causas, como barreras físicas causadas por tegumentos, brácteas, glumas, pericarpio, testa u otra estructura; o bien por aspectos fisiológicos relacionados con el embrión, por presencia de inhibidores o como sucede en muchos casos, una combinación de factores. En cualquiera de estas expresiones, la latencia ayuda a prolongar la vida de las semillas y de acuerdo a las temperaturas de almacenamiento, este fenómeno puede aumentar o desaparecer, (Barrón. A. 1991).

**Vigor:** el vigor de las semillas es un factor determinante en la longevidad de las semillas durante el almacenamiento. A mayor vigor, mayor potencialidad de permanecer almacenadas, señala, Barrón. A. (1991).

**Daños mecánicos:** los daños mecánicos en las semillas son producto del uso excesivo y/o inadecuado de maquinarias, que no solo producen magulladuras y abrasiones que se manifiestan por un rápido descenso y pérdidas de vigor, dando origen a plántulas débiles y anormales, sino que hacen a las semillas mas vulnerables a infecciones secundarias por hongos e insectos, provocando un rápido deterioro del material. (Fuentes, J. 1988).

## **M. TIPOS DE ALMACENAMIENTO**

Para una conservación adecuada de granos y semillas en cualquier parte del mundo, se deben considerar aspectos como ecología de la región, tipo y condición del material a guardar.

En los países tropicales, donde la temperatura y la humedad relativa son altas y exceden los valores recomendados, aún para periodos cortos de almacenamiento, la conservación de granos y semillas constituye una labor de alto riesgo, pues ésta condición no sólo acelera el deterioro fisiológico de las semillas, sino que también propicia el desarrollo de muchas plagas como hongos, bacterias, insectos, roedores y pájaros que afectan la calidad de la semilla, por lo tanto, para garantizar su conservación adecuada, a corto o largo plazo, se le debe proporcionar la mayor protección posible durante ese periodo,(España, Ministerio de Agricultura. 1997).

### **1. Almacenamiento artesanal**

Aguilar, J., Prieto, C. y Pavón, E. (1994), manifiestan que en pequeños predios, muchas veces el agricultor, cuando trabaja con variedades, selecciona en su campo el mejor lote del cultivo y lo almacena para usarlo como semilla en el próximo ciclo.

En algunos países de Latinoamérica y África usan un "troj" que consiste de una estructura elevada, parecida a una jaula, que puede hacerse de palos, bambú, de forma variable, protegiéndolo en las bases contra roedores. Estas estructuras sin embargo, no garantizan la efectividad de almacenamiento y su principal desventaja es la absorción de humedad por la semilla y la infestación con plagas, insectos y patógenos. En general, el tiempo de permanencia bajo estas

condiciones no debe exceder de unos días a unas pocas semanas, de acuerdo al contexto de la (España Secretaria de Estado de Agricultura y Ganadería. 1997).

## **2. Almacenamiento controlado corto**

Según Arpaia, M. (1997), anuncia que este almacenamiento es destinado generalmente a lotes de semillas comerciales y cuya permanencia es también relativamente corta, desde su cosecha hasta el próximo ciclo de siembra (uno a nueve meses).

Este tipo de almacenamiento está más relacionado con empresas productoras de semillas, oficiales o privadas, y varía en tamaño y construcción, desde pequeños silos de madera o metal, tanques o fosas de almacenamiento hasta galpones medianos de concreto. Muchas veces, bajo estas condiciones también es difícil controlar la humedad y la temperatura, y frecuentemente ocurren grandes pérdidas por factores bióticos como insectos, hongos o roedores. Cuando estas estructuras disponen de controles para temperatura y HR, y para garantizar un almacenamiento seguro, se recomienda usar las siguientes combinaciones de los factores físicos ambientales:

- 30° C y 50% de H.R. manteniendo el contenido de humedad el 12% para los cereales y 9% en semillas oleaginosas.
- 20°C y 60% de H.R. cuando el contenido de humedad en cereales esté cercano a 13% y 9.5% en las oleaginosas.

## **3. Almacenamiento controlado prolongado**

Aguilar, J. Prieto, C. y Pavón, E. (1994), manifiestan que generalmente el tiempo de almacenamiento excede el año, yendo de 18 a 30 meses, destinado a guardar

semillas de alto valor comercial, semillas de líneas parentales, semillas ornamentales o forestales.

Estos almacenes o bodegas especiales están equipados con aparatos de refrigeración y desecadores de aire, pero además sus paredes, techos y pisos deben estar recubiertos con materiales aislantes para controlar los intercambios de humedad y calor con el medio ambiente.

#### **4. Almacenamiento para bancos de germoplasma**

Para Arpaia, M. (1997), quién explica que la devastación de amplias áreas vegetales, la presión de selección en materiales genéticos y las modernas prácticas agrícolas ha propiciado la desaparición de muchas especies silvestres y cultivares primitivos de los cultivos agrícolas, con la consecuente disminución de valiosos recursos genéticos vegetales. Esto impulsó en la década de los 40, la necesidad de evaluar métodos para restringir esta tendencia creando organizaciones y estableciendo estructuras especializadas para ese fin.

Kuhn, L y Jerchel, R (1993), exteriorizan que en muchos países del mundo surgieron los laboratorios de almacenamiento de semillas para recursos fitogenéticos, con estructuras y equipamiento sofisticados y en donde la mayoría de las especies de semilla mantienen su viabilidad, aún almacenadas por largos años. En algunos de ellos usan envases sellados y en otros abiertos, pero siempre a bajas humedades relativas y a bajas temperaturas, algunas de ellas menores a  $-18^{\circ}\text{C}$  y un contenido de humedad de la semilla que fluctúa entre 4 y 7%. Las evaluaciones de viabilidad se realizan entre 2 a 5 años, dependiendo de la especie, y cuando esta disminuye a niveles peligrosos, los mismos laboratorios son los encargados de multiplicar la nueva generación.



Con las características de almacenamiento descritas, la mayoría de las especies mantendrán su viabilidad por largos períodos. Sin embargo, para garantizar un adecuado almacenamiento y reducir al máximo cualquier riesgo, se sugiere seguir las recomendaciones de Arpaia, M. (1997), quien, producto de sus numerosas experiencias e investigaciones, las resume a continuación:

- Guardar siempre semillas de alta calidad.
- El contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento, son los factores más importantes que influyen en el almacenamiento.
- El contenido de humedad está fuertemente afectado por la HR y en menor grado por la temperatura del ambiente.
- El contenido de humedad es más importante que la temperatura.
- Disminuyendo en 1% el contenido de humedad o en 5°C la temperatura, casi se duplica el potencial de almacenamiento.
- Para un buen almacenamiento se debe seleccionar un lugar seco y fresco, basando ésta selección en el tipo de semilla a guardar, tiempo de permanencia y su condición fisiológica.
- La longevidad de la semilla es una característica genética de las especies.
- La calidad de la semilla es un factor determinante de la potencialidad de su almacenamiento.
- Para un almacenamiento sellado, el contenido de humedad en la semilla deberá ser de 2 a 3% inferior que cuando es almacenado en condiciones abiertas.

## **N. INVESTIGACIONES DESARROLLADAS EN BANCOS DE GERMOPLASMA (FAO)**

### **1. El Banco de Germoplasma del ICTA**

FAO, (2000), publica que el banco de germoplasma del ICTA empezó a funcionar desde diciembre del 2000 como un banco institucional para conservación de semillas a mediano plazo.

Su objetivo principal es la conservación del germoplasma nacional más valioso en cultivos de importancia económica, alimenticia y medicinal en óptimas condiciones de almacenamiento.

El banco de Germoplasma del ICTA sigue una secuencia de operación según requerimientos internacionales y normas de la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO) y el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Las principales actividades del Banco son la conservación y la investigación. Actualmente tiene 450 accesiones de ocho especies (*Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus coccineus ssp. coccineus*, *Phaseolus coccineus ssp. polyanthus*, *Lycopersicon esculentum*, *Oryza sativa*, *Capsicum chinense*, *Triticum aestivum*, *Zea mays*), conservadas en una cámara fría a 5°C y 40% de humedad relativa.

La cámara fría del Banco tiene capacidad para 10,000 muestras de ½ Kg. Los proyectos de investigación desarrollados en el Banco en forma conjunta con los programas de mejoramiento y Programa de Recursos Naturales Renovables, han cubierto todos los pasos de conservación de recursos fitogenéticos (colecta, caracterización morfológica, evaluación en campo, caracterización bioquímica y molecular). El Banco tiene capacidad para desarrollar estudios de diversidad genética, caracterización, bioquímica (isoenzimas), caracterización moleculares

(ADN con microsatélites (SSR) y desarrollo de técnicas moleculares, así como estudios filogenéticos.

## **2. Bancos de Germoplasma del INIA**

### **Red de Bancos de Germoplasma para la conservación de semillas**

FAO, (1996), describe en sus publicaciones que los bancos de germoplasma son instalaciones especialmente adaptadas para la conservación de material genético, en ellos es posible la conservación de semillas de variedades tradicionales, productos de mejoramiento, variedades fuera de uso y especies silvestres. Para la conservación de los recursos genéticos el INIA cuenta con una red de cuatro bancos de germoplasma distribuidos en los Centros Regionales de Investigación del INIA a lo largo del país.

### **Banco Base de Semillas**

Según el Informe Mundial sobre Recursos Genéticos de la FAO (1996), publica que el Banco Base de semillas es el centro de conservación *ex situ* de recursos genéticos más importante del país en términos de infraestructura y número de especies conservadas. El Banco Base de Chile es uno de los tres más confiables, en términos de conservación, en América Latina y el Caribe. Está ubicado en el Centro Experimental de Vicuña, dependiente de INIA Intihuasi en la IV Región. El edificio, de 230 m<sup>2</sup> y con una capacidad de almacenaje para 50.000 muestras, fue diseñado de tal forma que permite la conservación de semillas por periodos superiores a los 50 años.

Consta de una cámara de almacenamiento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  y 35% de HR. Además cuenta con una antecámara, una cámara de secado, un laboratorio de semillas, entre otras dependencias. En el Banco Base se conservan a largo plazo, para un

uso futuro, importantes colecciones de recursos genéticos de cereales, leguminosas, hortalizas, frutales, forrajeras, oleaginosas y germoplasma de especies nativas.

**Bancos Activos:** Los Bancos Activos tienen como objetivo la conservación del germoplasma a corto y mediano plazo, además de la ejecución de actividades de recolección, caracterización, evaluación, regeneración, multiplicación, distribución y documentación del germoplasma conservado. Cada unidad posee una cámara de conservación a mediano plazo (10 años programada a 0 °C y a 40-50% de HR) con capacidad de almacenaje para 30.000 muestras. Además cuentan con 7 cámaras de trabajo (conservación a corto plazo), una cámara de secado y un laboratorio de procesamiento y análisis de semillas.

**Laboratorios de Apoyo:** INIA cuenta con laboratorios de apoyo en tres de los Centros de Investigación en donde operan los Bancos Activos de germoplasma. En ellos se realiza la conservación de materiales con requerimientos distintos a los de las semillas, ya sea a través del cultivo *in vitro* o criopreservación. Ambas técnicas están enfocadas especialmente a la conservación de especies de reproducción vegetativa o con semillas recalcitrantes.

### **3. Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz**

<http://mundopecuario.com>.(2008), anuncia que el Jardín Botánico de Córdoba y la Junta de Andalucía, a través de sus sucesivos Departamentos de Medio Ambiente, han cooperado en la creación, funcionamiento y desarrollo del Banco de Germoplasma Vegetal. Conscientes de la necesidad de ampliar y fortalecer el Banco de Germoplasma Vegetal, se emprendió un nuevo proyecto, con un renovado modelo de gestión y nuevas instalaciones, que consolidan lo que actualmente conforma el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz (BGVA). El BGVA cumple un papel esencial en la conservación de la flora y de los recursos fitogenéticos silvestres, consiguiendo mantener, por tiempo prácticamente indefinido, su patrimonio genético.

Está dedicado de forma especial a la conservación del Patrimonio Genético Andaluz, flora de gran riqueza, se estima en unos 4.000 taxones entre especies y subespecies, lo que representa más del 60% de la flora de la Península Ibérica e Islas Baleares.

El BGVA contiene en la actualidad unas 2.000 accesiones correspondientes a unas 900 especies andaluzas. **Técnicas de conservación del Banco de Germoplasma Vegetal** <http://mundopecuario.com>. (2008), divulga que las técnicas de conservación del Banco de Germoplasma Vegetal son las siguientes:

- Colecciones bajo cultivo
- Técnicas de cultivo in vitro como sistema de conservación del germoplasma
- Crioconservación
- Conservación a nivel molecular (Biotecnología): Identificación, catalogación y protección de diversidad
- Sistemas de propagación convencional
- Seguimiento in situ de poblaciones, de su dinámica
- Aplicación de técnicas integradas en el desarrollo de planes de recuperación (restitución, fortalecimiento, introducción, reintroducción, etc.)

### **Líneas de Actuación**

- Diseño de las zonas de prospección para la recolección de semillas
- Colecta de material vegetal, limpieza y encapsulado de semillas
- Coordinación entre los diversos grupos de colectores acreditados por la Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
- Conservación del material en el banco base (cámaras de  $-20^{\circ}\text{C}$ ) y/o en el banco activo (cámaras de  $-5^{\circ}\text{C}$ )
- Puesta a punto de las técnicas necesarias para la obtención de plántulas de especies interesantes así como asesoramiento para su implantación en la red de Jardines Botánicos de los espacios naturales de Andalucía.
- Asesoramiento al personal encargado de los Jardines Botánicos in situ, anexos a la red de espacios naturales

- Pruebas de viabilidad periódicas.
- Preparación y edición anual del INDEX SEMINUM.

## O. INVESTIGACIONES REALIZADAS

- Balocchi et al. (1993), quien realizó la “Evaluación de la composición química de algunas semillas”, reportando valores que oscilan entre 0,26g y 0,30g para el peso de 100 semillas en la especie *Agrostis semiverticillata*, mientras que para la especie *Bromus lanatus* reportó valores de 0,40g.
- Balocchi et al y Whyte et al, (1993), estudiaron el “Análisis de la semilla”, con el fundamento de conocer la calidad de la semilla que se utiliza para la siembra, encontrando así valores de 0,40g y 0,53g para el peso de 100 semillas en la especie *Arrhenatherum elatius* y *Bromus lanatus*, respectivamente.
- Kuhn, L y Jerchel, R. (1993), quienes publicaron sobre “Bancos de Germoplasma”, quienes manifiestan que los Bancos de germoplasma aseguran la preservación de las semillas por periodos mas o menos prolongados (min 3 años y máx. 10 años) siempre y cuando se mantenga las condiciones adecuadas que debe mantener un Banco como es una cámara frigorífica a -5 °C la colección de intercambio y a -20 °C la reserva integral.
- Lewis, I. (1991), el mismo que realizó estudios sobre; “Los análisis de calidad de semillas”, reportando valores que oscilan entre 83,50 y 84,00 para la especie *Eragrostis curvula* en cuánto al % de germinación se refiere.
- Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988), publicaron escritos sobre “Fisiología Vegetal”, manifestando que la semilla, luego de su recolección deberá mantener una humedad que oscile entre un 12 y 15% de humedad al momento de su almacenamiento.
- Fuentes, J. (1988), informa sobre, “Factores que inciden sobre el almacenamiento de las semillas”, quien publico que el vigor de la semilla es un factor determinante en la longevidad de las mismas.
- Fiallos, L. y Jiménez, C. (2000), estudiaron la “Caracterización Agrobotánica de Germoplasma de Especies Forrajeras Altoandinas”, resultados que se

hallan en los cuadros expuestos en la presente investigación para el análisis comparativo en las características físico, químico y biológica.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO**

La investigación se desarrolló en la Cámara de conservación del Banco de Germoplasma de semilla de especies de gramíneas Forrajeras Altoandinas ubicado en la Estación Experimental Tunshi, a 12 km de Riobamba en la vía a Licto.

Está ubicada a 2747 msnm de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH que en términos generales presento las siguientes condiciones meteorológicas:

Cuadro 3. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA HACIENDA EXPERIMENTAL TUNSHI.

PARAMETRO	PROMEDIO
Temperatura °C	13,10
Humedad Relativa %	66.25
Precipitación mm/año	558.60
fotoperiodo, horas luz	12

Fuente: Estación Meteorológica Facultad de Recursos Naturales.ESPOCH (2003).

El presente experimento tuvo una duración: 120 días, distribuidos en; 30 días en la reinventariación de semillas; 15 días para la actualización de la Base de Datos; 60 días para la prueba de características físico – químicas y biológicas de las doce especies en estudio y 15 días para la elaboración y presentación del informe final.



## **B. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Las unidades experimentales fueron constituidas por cada una de las especies almacenadas en el banco, estudiándose a 12 especies de gramíneas promisorias declaradas como tales en el proyecto: **“ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE ESPECIES FORRAJERAS ALTOANDINAS”**. Cuyos resultados fueron comparados con la investigación realizada por Fiallos, L. y Jiménez, C. (2000).

## **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

### **Materiales**

- ❖ Germoplasma
- ❖ Fundas de papel
- ❖ Fundas de aluminio
- ❖ Cápsulas Petri
- ❖ Sustrato esterilizado
- ❖ Bandejas
- ❖ Palos de Madera
- ❖ Tamiz

### **Equipos**

- ❖ Estufa
- ❖ Lupa
- ❖ Equipo de computación
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Balanza de precisión
- ❖ Banco Activo de Germoplasma

## D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluó la calidad Físico, Química y Biológica de 12 especies forrajeras existentes en el Banco Activo de la FCP "ESPOCH", según el modelo de distribución estadística "t-Student", para muestras relacionadas y con igual número de observaciones por grupo, como se muestra en el modelo matemático que se presenta a continuación:

$$t_{CAL} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}}; \text{ donde:}$$

$t_{CAL}$ : Valor calculado del criterio "t-Student"

$\bar{d}$ : Diferencia entre medias

$S_{\bar{d}}$ : Desviación típica de la diferencia entre medias

$$S_{\bar{d}} = \frac{S_d}{\sqrt{n}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (d - \bar{d})^2}{n-1}}$$

$$\sum (d - \bar{d})^2 = \sum d^2 - \left[ \frac{(\sum d)^2}{n} \right]; \text{ equivalente a Suma de Cuadrados de las diferencias}$$

## E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- 1.- Reinventariación del germoplasma forrajero existente en el Banco.
- 2.- Evaluación de las características físicas, químicas y biológicas de las 12 especies en estudio.

### **Características Físicas**

- Análisis de Pureza
- Peso de 100 semillas
- Color
- Forma
- Tamaño

### **Característica Química**

- % de Humedad

### **Características Biológicas**

- % de Germinación
- Vigor

3.- Actualización de la base de datos

4.- Plan de reactivación del Banco Activo

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Utilizando la hoja electrónica MSO-Excel, los datos fueron analizados a través de:

- ✓ ADEVA para las diferencias entre dos grupos de comparación
- ✓ Separación de medias por deducción de la significancia de “t-Student”
- ✓ Análisis de correlación y regresión lineal simple y/o múltiple
- ✓ Nivel de significancia  $P \leq .05$  y  $P \leq .01$

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Descripción**

De cada una de las 12 especies evaluadas que se mantienen almacenadas se tomo una muestra representativa y se sometieron a cada una de las mediciones experimentales descritas anteriormente. Según corresponda.

## **H. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN**

### **1. Reinventariación del Germoplasma**

Se realizó la reinventariación de todas las especies existentes en el Banco de Germoplasma, en base al inventario proporcionado por la investigación de Fiallos y Jiménez en el año 2000, renovando la codificación del material genético almacenado.

### **2. Evaluación de las características físico, químico y biológicas de las 12 especies en estudio.**

#### **a. Análisis de Pureza**

Para esta determinación se considero semilla pura, es decir las que cumplan con las características propias de una semilla en buen estado. Eliminándose aquellas que posean un tamaño inferior a lo normal, arrugadas, enfermas o germinadas. Por ende todo material extraño a la muestra que se incluye dentro del enunciado anterior se considerara como impurezas.

La pureza se expresó en porcentaje utilizando la siguiente ecuación:

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

Donde:

P1 = peso de la semilla

P2 = peso de las impurezas

### **b. Peso**

Se determinó el peso de 100 semillas en una balanza de precisión, dato que será importante para la determinación del número de semillas por kilogramo y el cálculo de la dosis de siembra.

### **c. Color, Forma y Tamaño**

La evaluación de estos aspectos fueron de carácter visual, para la identificación del germoplasma almacenado en comparación con los resultados obtenidos por: Fiallos, L. y Jiménez, C. (2000).

### **d. Germinación**

En un ensayo de laboratorio como el presente se define a la germinación como la emergencia y desarrollo a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales para la clase de semilla que se esta ensayando indicó la capacidad futura para desarrollarse en planta normal.

Esta medición se efectuó en dos formas:

1. En cápsulas petri en sustrato de humedad en ambiente natural.
2. En bandejas con sustrato de suelo esterilizado en ambiente natural.

La germinación se expresó en porcentaje, utilizándose la siguiente ecuación:

$$\%G = \frac{n}{N} * 100$$

Donde:

n = número total de semillas

N = número de semillas germinadas

#### **e. % de Humedad**

La determinación del contenido de humedad es de suprema importancia para garantizar su conservación en el Banco. En el presente caso se utilizó el método de la estufa a alta temperatura constante, para determinar la humedad de la semilla de especies forrajeras, valor que se expresan en porcentaje, bajo la siguiente ecuación:

$$Pi (100 - Hi) = Pf (100 - Hf)$$

Donde:

Pi = peso inicial del lote

Pf = peso final del lote

Hi = humedad inicial del lote

Hf = humedad final del lote

#### **f. Vigor**

Para la determinación del vigor se evaluó la morfología de las estructuras que emergieron en la germinación, conocimiento que a su vez permite evaluar la capacidad para su desarrollo hacia una planta normal, descontándose que creció en un suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de agua, temperatura y luz.

Esta prueba fue de carácter visual y jugaron un papel decisivo el conocimiento previo de características botánicas para definir a las plántulas como normales.

### **3.- Actualización de la base de datos**

Se realizo en base a las especies existentes que encontré dentro del banco durante la reinventariación del germoplasma.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### A. INVENTARIACIÓN DE LAS ESPECIES FORAJERAS EXISTENTES EN EL BANCO DE GERMOPLASMA

De la revisión del material genético existente en el Banco de Germoplasma se identificó la existencia de una gran diversidad de semillas los cuales se clasificaron por género y especie ordenándolas alfabéticamente, como indica el Cuadro 4.

Cuadro 4. IDENTIFICACIÓN EL GERMOPLASMA CONSERVADO EN EL BANCO ACTIVO, CLASIFICADO POR GÉNERO Y ESPECIE.

GÉNERO Y ESPECIE	COLOR	FORMA	TAMAÑO
<i>Agropyrum</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Agropyrum attenuatum</i>	amarilla	elipsoide	grande
<i>Agropyrum desertorum</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Agrostis toluensis</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Agrostis exigua</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Agrostis humilis</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Agrostis semiverticillata</i>	violácea	ovoidea	mediana
<i>Agrostis tenuis</i>	violácea	ovoidea	mediana
<i>Anthonxanthum odoratum</i>	verde amarillenta	ovoidea	mediana
<i>Arrhenatherum elatius</i>	verde amarillenta	ovoidea	grande
<i>Bromus wildenowii</i>	verde amarillenta	elipsoide	grande
<i>Bromus altchense</i>	violácea	ovoidea	medianos
<i>Bromus sp</i>	violácea	ovoidea	medianos
<i>Bromus lanatus</i>	gris	elipsoide	grande
<i>Bromus inermis</i>	gris	elipsoide	grande

... continua



... viene

GÉNERO Y ESPECIE	COLOR	FORMA	TAMAÑO
<i>Bromus catharticus</i>	gris	elipsoide	mediana
<i>Bromus sitchensis</i>	gris	elipsoide	mediana
<i>Bromus unioloides</i>	gris	elipsoide	mediana
<i>Bromus inermis</i>	gris	elipsoide	mediana
<i>Bouteloua</i>	gris	elipsoide	pequeña
<i>Bouteloua gris</i>	gris	elipsoide	pequeña
<i>Bouteloua curtipendua</i>	gris	elipsoide	pequeña
<i>Calmagrostis macrophylo</i>	café amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Calmagrostis renta</i>	café amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Calmagrostis heterophyllo</i>	café amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Calmagrostis sp</i>	café amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Calmagrostis balanderi</i>	café amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Calmagrostis tarmensis</i>	café amarillenta	elipsoide	grande
<i>Eragrostis curvula</i>	amarilla	ovoidea	pequeña
<i>Eragrostis albus</i>	amarilla	ovoidea	mediana
<i>Euchlaena mexicana</i>	café	trapezoide	grande
<i>Eragrostis glomerata</i>	amarilla	ovoidea	pequeña
<i>Festuca humillar</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>Festuca arundinacea</i>	verde amarillenta	ovoidea	grande
<i>Festuca dolychophylla</i>	violacea	ovoidea	grande
<i>Festuca sp</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>Festuca weberbawen</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>Festuca humiliar</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>Festuca rigencis</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>festuca ovina</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>Festuca elatiar</i>	amarillenta	ovoidea	grande
<i>Holcus repens</i>	verde	ovoidea	mediana
<i>Holcus lanatus</i>	verde	ovoidea	mediana

... continua

... viene

Género y especie	color	forma	tamaño
<i>Lolium multiflorum</i>	amarilla	elipsoide	grande
<i>Melilotus albus</i>	amarillas	ovoidea	mediana
<i>Medicago sativa</i>	amarillenta	ovoidea	pequeña
<i>Mulumbergia angustata</i>	verde amarillenta	elipsoide	grande
<i>Paspalum libidum</i>	amarillenta	ovoidea	pequeña
<i>Paspalum sp</i>	gris	ovoidea	pequeña
<i>Paspalum vaginatum</i>	gris	ovoidea	pequeña
<i>Paspalum bomplandianum</i>	gris	ovoidea	pequeña
<i>Paspalum plicatulum</i>	gris	ovoidea	pequeña
<i>Phalaris bulbosa</i>	verde amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Phalaris tuberosa</i>	verde amarillenta	elipsoide	mediana
<i>Polipogon interruptus</i>	amarillo verdoso	ovoidea	pequeña
<i>Polipogon sp</i>	amarillo verdoso	ovoidea	pequeña
<i>Polipogon labidoes</i>	amarillo verdoso	ovoidea	mediana
<i>Poa horridula</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Poa palustris</i>	amarilla	elipsoide	mediana
<i>Sorghum vulgare</i>	café claro	ovoidea	mediana
<i>Stipa plumeris</i>	blanca	elipsoide	mediana
<i>Stipa pilosa</i>	blanca	elipsoide	mediana

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000).

## B. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 1. Análisis de Pureza

Los resultados reportados en el Cuadro 5, deducen diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), en el porcentaje de Pureza de todas las especies evaluadas, con tendencia a un deterioro de esta condición en la mayoría de ellas con pérdidas que bajan de 87.67% hasta 16.67% condición que compromete a la calidad del material y deja divisar la imposibilidad de aprovechamiento dentro del banco de germoplasma. Es importante hacer prevalecer el comportamiento de la *Euchlaena mexicana* la cual tuvo una ligera disminución de 1.33% ( $P < 0.05$ ), lo que permite determinar que el tamaño de la semilla favorece a una mejor selección y separación de impurezas al momento de su recolección, sin embargo serán las demás características de conducta las que definan su calidad, como indica el gráfico 1, siendo de 87.67 - 16,67% respectivamente; aun cuando las perjuicios de pureza comprometen a casi todas las especies el *Eragrostis curvula* y *Holcus lanatus* denotaron una pureza de 38.33 y 35.00% respectivamente

Es necesario mencionar que las semillas de las especies *Agrostis semiverticillata* y *Bouteloua curtipendula* como las especies que mas deterioro presentaron en esta característica con valores que redujeron desde 86,00% hasta 17.33% valores que podrían ser considerados para sustento como material genético del Banco Activo. (Gráfico 2).

El análisis de varianza para el porcentaje de pureza en la mayoría de las especies evaluadas registraron valores estadísticos altamente significativos ( $P < 0.01$ ), señalando que las semillas correspondiente a la especie *Agrostis semiverticillata* reportaron uno de los valores más bajos en cuanto a este parámetro se refiere con coeficiente de variación de 3,706 % y una media general de 51,667 %. (Anexo 1).

Cuadro 5. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE PUREZA EN DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS

ESPECIES	PERÍODOS		CV %	Media	Sx <sup>-</sup>	Sig.
	2000	2007				
<i>Agrostis semiverticillata</i>	86,00 a	17,33 b	3,706	51,667	1,111	**
<i>Arrhenatherum elatius</i>	79,33 a	19,00 b	4,152	49,167	1,176	**
<i>Bromus lanatus</i>	78,33 a	18,67 b	3,150	48,500	1,025	**
<i>Bouteloua curtipendua</i>	87,67 a	16,67 b	1,750	52,167	0,764	**
<i>Eragrostis curvula</i>	79,67 a	38,33 b	0,979	59,000	0,571	**
<i>Euchlaena mexicana</i>	98,67 a	97,33 b	0,589	98,000	0,443	*
<i>Holcus lanatus</i>	74,00 a	35,00 b	3,670	54,500	1,106	**
<i>Poa horridula</i>	86,00 a	22,67 b	4,183	54,333	1,181	**
<i>Paspalum bomplandianum</i>	82,33 a	21,33 b	3,247	51,833	1,040	**
<i>Paspalum plicatulum</i>	83,67 a	20,00 b	3,694	51,833	1,110	**
<i>Stipa pilosa</i>	77,00 a	19,33 b	6,455	48,167	1,467	**
<i>Stipa plumeris</i>	76,33 a	19,67 b	11,662	48,000	1,972	**

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000). y Bonifaz, V. (2007).

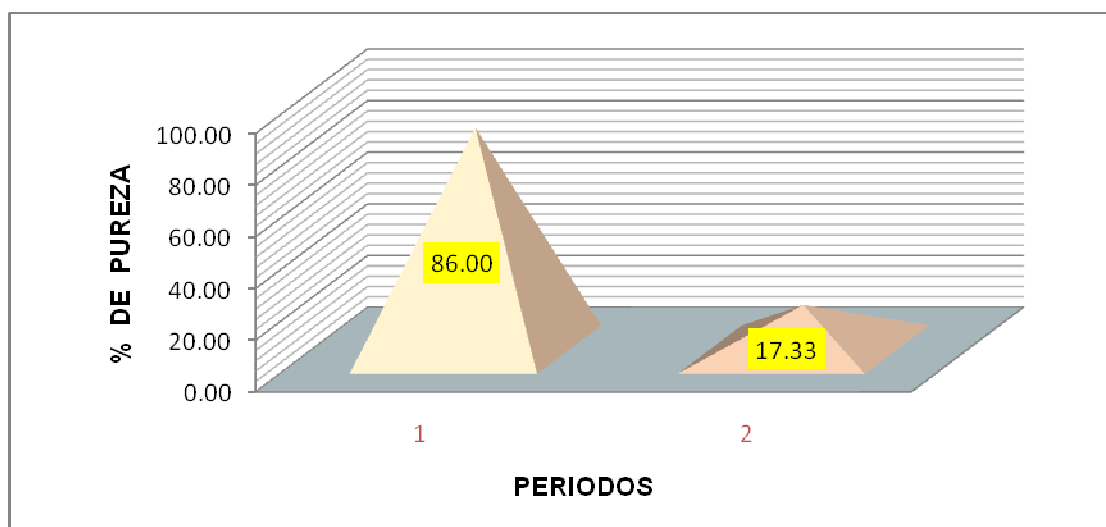


Gráfico 2. Variación del % de pureza para la especie *Agrostis semiverticillata*.

En la separación de medias, (Gráfico 3), se observó diferencias entre un período a otro difiriendo estadísticamente entre ellos y ratificándose la tendencia expresada que a mayor tiempo de almacenamiento el % de pureza se ve afectado demostrando así el deterioro de la semilla.

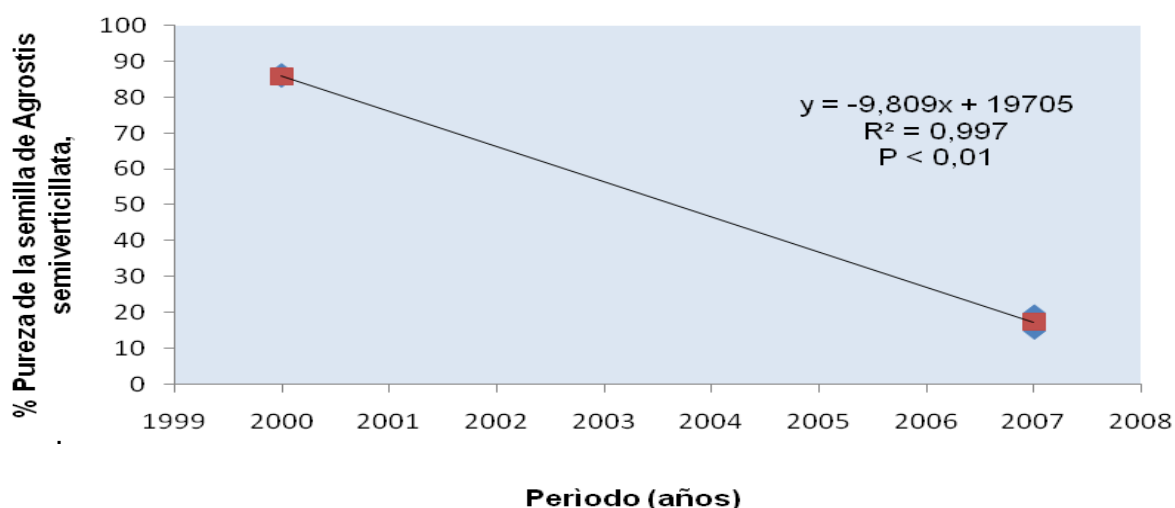


Gráfico 3. % de Pureza del *Agrostis semiverticillata* en función del tiempo

Con una tendencia similar el pasto *Euchlaena mexicana* también reporto diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), con un coeficiente de variación de 0,589% y una media general de 98,00% (Anexo 6), observando a su vez rangos

estadísticamente diferentes en la separación de medias según t-Student (Gráfico 4). El análisis de regresión y correlación determinó la existencia de un coeficiente de correlación simple de  $r = 0,764$  lo cual nos permite apreciar que la correlación existente entre el paso del tiempo y el % de pureza es inversamente proporcional pues a medida que el tiempo se incrementa el porcentaje de pureza disminuye; con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 0,583$  y una ecuación de regresión  $y = -0,166x + 431,8$ . (Gráfico 5).

Aunque no existen investigaciones que respalde esta información se puede determinar que existe una asociación positiva es decir que a medida que se incrementó el paso del tiempo en el almacenamiento de las semillas de todas las especies evaluadas estas sufrirán un deterioro en su calidad, debiéndose a muchos factores uno de ellos sería el mal manejo que se dio al banco de germoplasma.

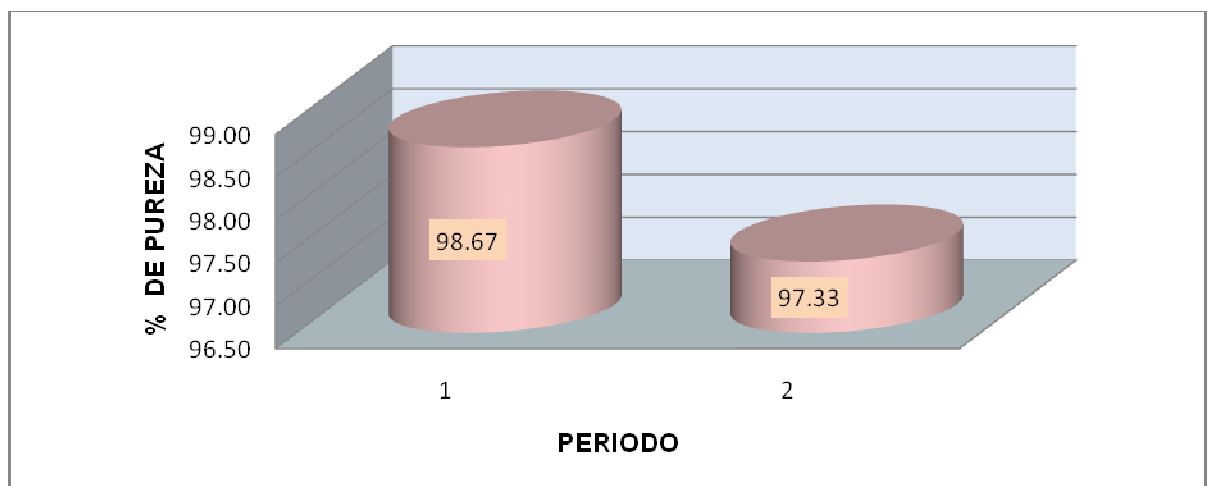


Gráfico 4. Variación del % de Pureza para la especie *Euchlaena mexicana*.

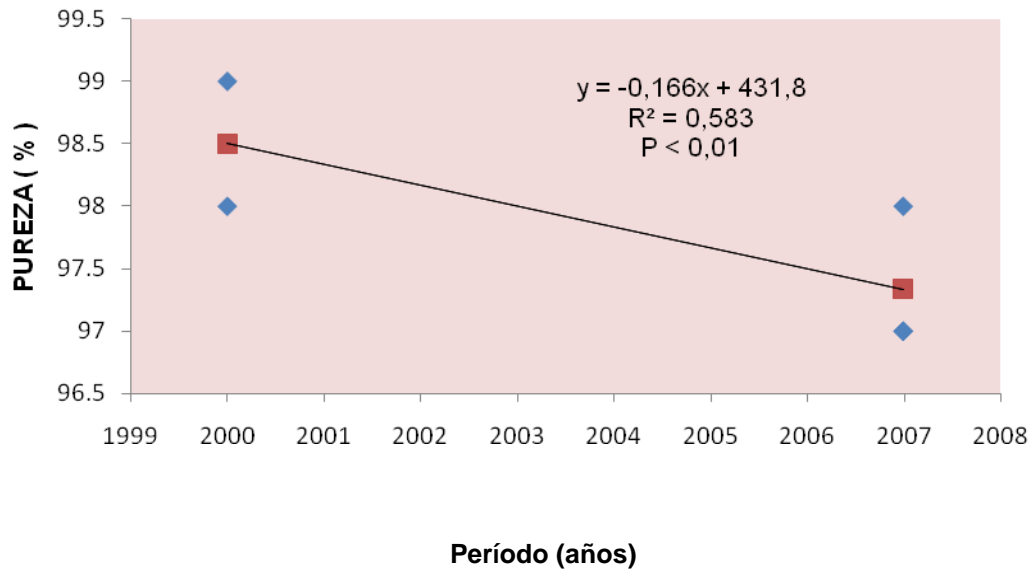


Gráfico 5. % de Pureza de la *Euchlaena mexicana* en función del tiempo.

## 2. Peso de 100 semillas

En el Cuadro 6, se observa el peso de las 12 especies evaluadas encontrándose diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), pues sus valores son irregulares y van demostrando que el material almacenado ha ido disipando peso con el pasar del tiempo, (Gráfico 6), la especie *Agrostis semiverticillata* registro pesos equivalentes a 0,22g a diferencia de los resultados obtenidos en la investigación de Fiallos, L. y Jiménez, C. que fue de 0.27g, resultados similares fueron encontrados por Balocchi et al., (1993), con valores que oscilan entre 0,26 y 0,30g.

Mientras que las especies *Arrhenatherum elatius* y *Bromus lanatus* reportaron valores intermedios que van de 0.44 - 0.38 y de 0.46 - 0.42 g equitativamente datos similares a los obtenidos por Balocchi et al. (1993) y Whyte et al. (1993), quienes señalan valores de 0.40g y 0.53 g en su orden.

Es necesario señalar que el peso del *Holcus lanatus* fue de 0,30g en el año 2000, la misma que redujo a 0,27g en la presente investigación, variación que

Cuadro 6. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PESO DE 100 SEMILLAS DE DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS.

ESPECIES	PERÍODOS				CV %	Media	Sx <sup>-</sup>	Sig.
	2000		2007					
<i>Agrostis semiverticillata</i>	0,27	a	0,22	b	3,726	0,25	1,11	**
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0,44	a	0,38	b	1,397	0,41	0,68	**
<i>Bromus lanatus</i>	0,46	a	0,42	b	2,624	0,44	0,94	**
<i>Bouteloua curtipendua</i>	0,30	a	0,27	b	1,424	0,29	0,69	**
<i>Eragrostis curvula</i>	0,27	a	0,24	b	2,264	0,26	0,87	**
<i>Euchlaena mexicana</i>	7,98	a	7,88	b	0,199	7,93	0,26	**
<i>Holcus lanatus</i>	0,30	a	0,27	b	3,203	0,29	1,03	*
<i>Poa horridula</i>	0,29	a	0,23	b	3,161	0,26	1,03	**
<i>Paspalum bomplandianum</i>	0,30	a	0,28	b	1,416	0,29	0,69	**
<i>Paspalum plicatulum</i>	0,28	a	0,24	b	1,560	0,26	0,72	**
<i>Stipa pilosa</i>	0,34	a	0,30	b	1,269	0,322	0,650	**
<i>Stipa plumeris</i>	0,33	a	0,29	b	1,862	0,310	0,788	**

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000). y Bonifaz, V. (2007).



difiere estadísticamente ( $P < 0.05$ ) debido a que disminuyó su peso de un período a otro en 0.03 g.

La determinación de esta característica ayuda a determinar el número de semillas por kilogramo y con esto la dosis de siembra por hectárea, para cada una de las especies en estudio.

El análisis de varianza para el peso de 100 semillas en la generalidad de las especies juzgadas registraron valores estadísticos altamente significativos ( $P < 0.01$ ), señalando que las semillas correspondiente a la especie *Agrostis semiverticillata* reportaron uno de los valores mas bajos en cuanto a este medida se refiere con coeficiente de variación de 3,726 % y una media general de 0,245 g. (Anexo 13).

Mientras que en la separación de medias también se observó diferencias entre un periodo a otro confirmando la tendencia expresada que a mayor tiempo el parámetro peso de semillas se ve afectado debido al deterioro que la semilla a sufrido. (Gráfico 7).

El análisis de regresión y correlación del tiempo de almacenamiento y el peso de 100 semillas determina la existencia de un coeficiente de correlación simple igual a  $r = 0,932$  un y la ecuación de regresión  $y = - 0,006 x + 1217$ . El coeficiente de determinación  $R^2 = 0,868$ . (Gráfico 8), lo cual demuestra que el transcurso del tiempo influye significativamente sobre el peso de las 100 semillas ya que estas han sufrido un deterioro durante el tiempo de almacenamiento.

Con una directriz similar el pasto *Holcus lanatus* alcanzo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), con un coeficiente de variación de 3,203% y una media general de 0,285 g (Anexo 19), con divergencias estadísticas en la separación de medias según t-student. (Gráfico 9). El análisis de regresión y correlación determinó la existencia de un coeficiente de correlación simple de 0,800 un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,640$  y una ecuación de regresión  $y = - 0,003x + 6,485$ , es

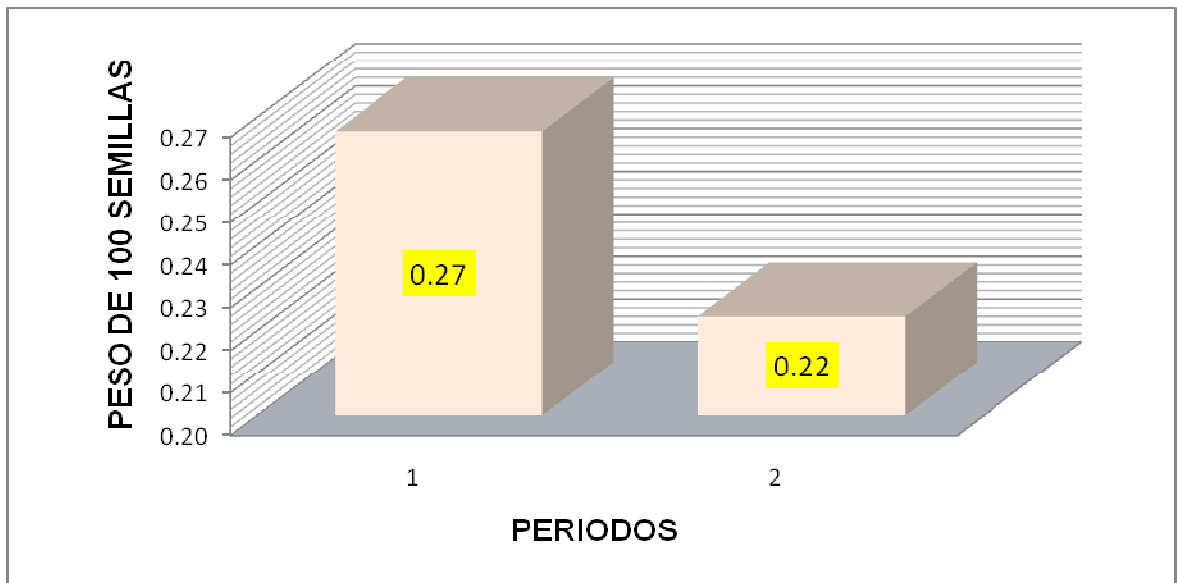


Gráfico 7. Variación para el peso de 100 semillas en la especie *Agrostis semiverticillata*.

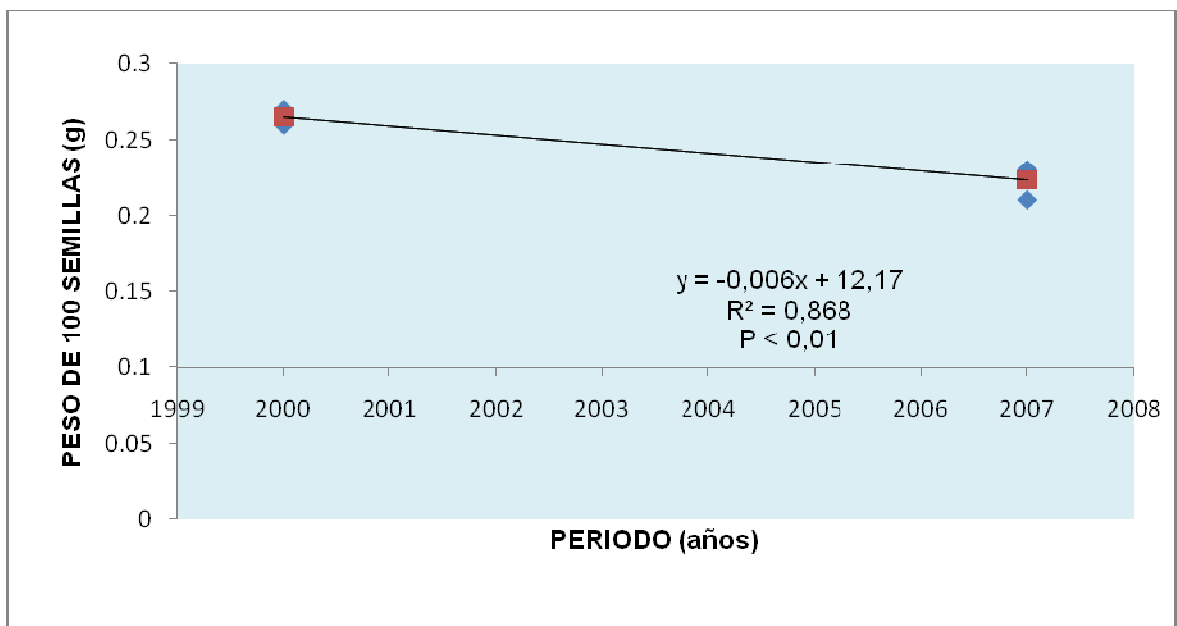


Gráfico 8. Peso de 100 semillas para la especie *Agrostis semiverticillata*, en función del tiempo.

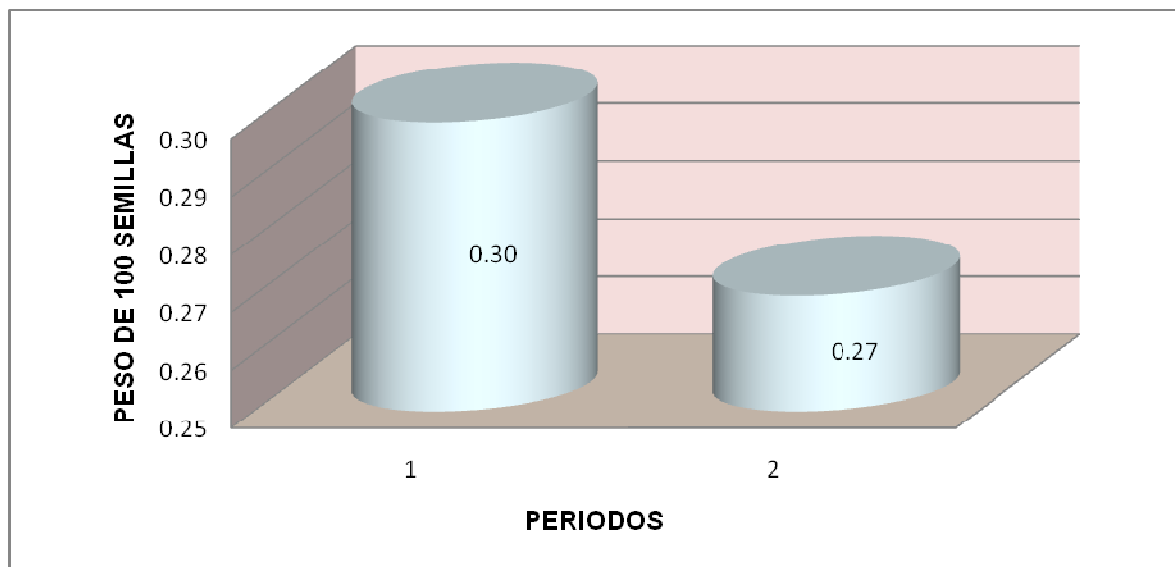
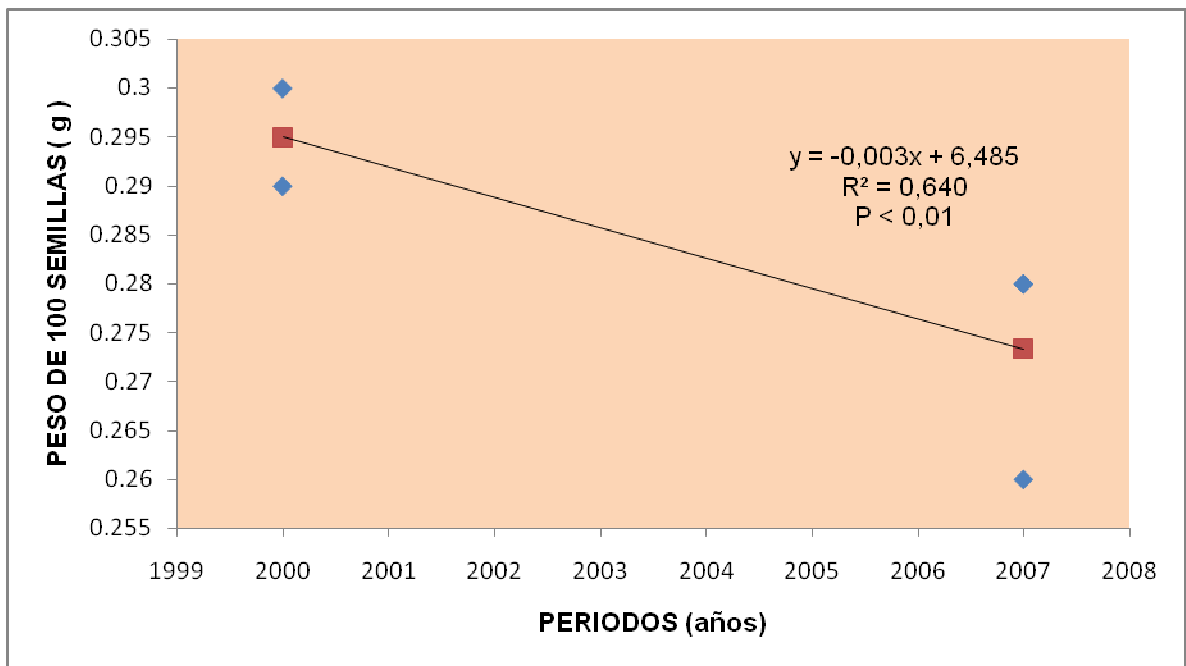


Gráfico 9. Variación para el peso de 100 semillas para la especie *Holcus lanatus*.

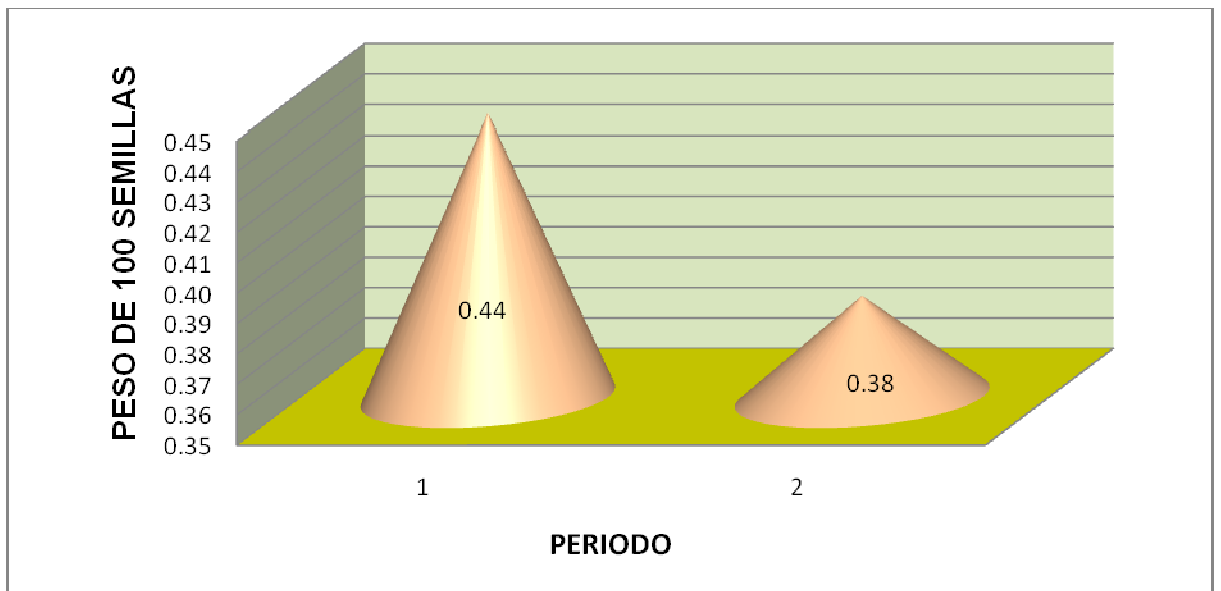
decir por cada año que transcurra en la variable tiempo existirá un descenso de 0,003% en el peso de la semilla. (Gráfico 10).

Por cuanto  $F_{cal} = 162,00 > F_{tal} = 7,71$  y  $21,20$  en la especie *Arrhenatherum elatius* se deduce diferencias entre medias para los pesos de 100 semillas son altamente significativas (Anexo 14), (Gráfico 11).

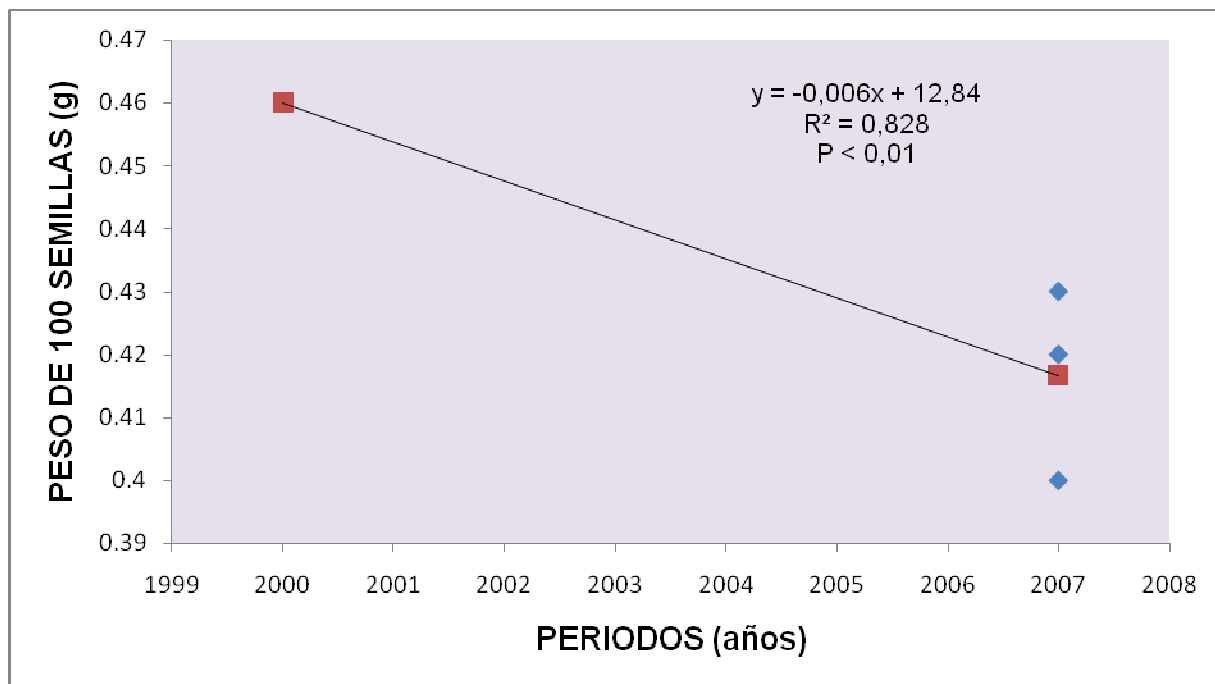
Un coeficiente de variación 2,624 y un nivel de confianza mayor al 99% y menor al 1% de error, con una ecuación de regresión  $y = - 0,006X + 12,840$  un coeficiente de determinación  $R^2 = 0,828$  y un coeficiente de correlación  $r = 0,991$  dándonos a conocer que el grado de asociación que existe entre el tiempo de almacenamiento y el peso de las semillas es negativo es decir que a medida que transcurra el tiempo el peso de la semilla disminuye. (Gráfico 12).



**Gráfico 10.** Peso de 100 semillas para la especie *Holcus lanatus*, en función al tiempo.



**Gráfico 11.** Variación para el peso de 100 semillas en la especie *Arrhenaterum elatius*.



**Gráfico12.** Peso de 100 semillas para la especie *Arrhenaterum elatius*, en función al tiempo.

### 3. Color, Forma y Tamaño

En el Cuadro 7, se resumen las características físicas de las 12 especies promisorias evaluadas.

Cuadro 7. COLOR, FORMA Y TAMAÑO DE LAS DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS.

ESPECIES	COLOR	FORMA	TAMAÑO
<i>Agrostis semiverticillata</i>	Violácea	ovoidea	mediana
<i>Arrhenatherum elatius</i>	verde amarillenta	ovoidea	grande
<i>Bromus lanatus</i>	Gris	elipsoide	grande
<i>Bouteloua curtipendua</i>	Gris	elipsoide	pequeña
<i>Eragrostis curvula</i>	Amarilla	ovoidea	pequeña
<i>Euchlaena mexicana</i>	Café	trapezoidal	Grande
<i>Holcus lanatus</i>	Verde	ovoidea	mediana
<i>Poa horridula</i>	Amarilla	elipsoide	mediana
<i>Paspalum bomplandianum</i>	Gris	ovoidea	pequeña
<i>Paspalum plicatulum</i>	Gris	ovoidea	pequeña
<i>Stipa pilosa</i>	Blanca	elipsoide	mediana
<i>Stipa plumeris</i>	Blanca	elipsoide	mediana

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000).

➤ **Escala para clasificar tamaño**

- ✓ ≥ de 4mm Grande
- ✓ 2-4 mm Mediana
- ✓ ≤ a 2mm Pequeña

Fiallos, L., Jiménez, C, (2000), manifiestan que la información obtenida sobre color forma y tamaño representa la identidad propiamente dicha del germoplasma.

## C. CARACTERÍSTICA QUÍMICA

### 1. Porcentaje de Humedad

El Cuadro 8, muestra las variaciones del contenido de humedad (CH), de las 12 especies promisorias evaluadas al igual que el (Gráfico 13), en donde se muestra

Cuadro 8. ANÁLISIS DE COMPARACIÓN EN EL PORCENTAJE DE HUMEDAD DE DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS.

ESPECIES	PERÍODOS		t Cal	t (0.05)	t (0.01)	Sig
	2000	2007				
<i>Agrostis semiverticillata</i>	12,33 a	8,20 b	54,58	4,30	9,92	**
<i>Arrhenatherum elatius</i>	11,67 a	7,55 b	163,84	4,30	9,92	**
<i>Bromus lanatus</i>	12,67 a	8,26 b	68,44	4,30	9,92	**
<i>Bouteloua curtipendua</i>	11,67 a	10,58 b	142,28	4,30	9,92	**
<i>Eragrostis curvula</i>	13,33 a	8,61 b	115,99	4,30	9,92	**
<i>Euchlaena mexicana</i>	11,33 a	9,04 a	7,71	4,30	9,92	ns
<i>Holcus lanatus</i>	12,67 a	8,23 b	353,12	4,30	9,92	**
<i>Poa horridula</i>	12 a	8,15 b	76,18	4,30	9,92	**
<i>Paspalum bomplandianum</i>	12 a	10,61 a	7,91	4,30	9,92	ns
<i>Paspalum plicatulum</i>	12,33 a	8,69 b	350,04	4,30	9,92	**
<i>Stipa pilosa</i>	12,67 a	11,05 b	80,00	4,30	9,92	**
<i>Stipa plumeris</i>	12 a	1,00 b	73,33	4,30	9,92	**

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000). y Bonifaz, V. (2007).

valores altamente significativos ( $P < 0.01$ ), en la mayoría de las especies. El análisis reportó porcentajes que oscilan entre el 1.00 y 10.58 % para las especies *Stipa plumeris* y *Bouteloua curtipendua* respectivamente, sin embargo es preciso resaltar a las especies *Euchlaena mexicana* con el 9.04% y *Paspalum bomplandianum* con el 10.61%; valores no significativos en comparación con los reportados por la investigación desarrollada por Fiallos, L. y Jiménez, C. (2000).

Moreira, N. y Nakagawa, J. (1988), manifiesta que la semilla, luego de su recolección deberá mantener una humedad que oscile entre un 12 y 15% de humedad al momento de su almacenamiento, pues toda semilla presenta cierto contenido de humedad que afecta a los procesos biológicos que va a sufrir.

Así, si la humedad fuera superior a 40-60% se da la emergencia de la plántula por el fenómeno de la germinación; entre 18-20% de humedad de la semilla puede ocasionar la proliferación de microorganismos (hongos y bacterias) y de insectos, causando el calentamiento de las masas de semillas y provocando la muerte de la semilla, que es probablemente lo que ocurrió con el material investigado en la presente investigación.

Sin embargo un contenido excesivamente bajo de humedad puede perjudicar el embrión. La deshidratación completa es indudable que destruya la vida del embrión, lo que estaría pasando con la especie *Stipa plumeris* que alcanzó valores del 1,00% de humedad.

## **D. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS**

### **1. Porcentaje de Germinación**

Los valores para el porcentaje de germinación de las semillas de las 12 especies evaluadas se muestran en el Cuadro 9, fijando diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), para las especies *Agrostis semiverticillata*, *Arrehratherum elatius*, *Bromus lanatus*, *Bouteloua curtipendula*, *Poa horridula*, *Paspalum bomplandianum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum plicatulum*, *Stipa*



Cuadro 9. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN CAPSULAS PETRI CON SUSTRATO DE HUMEDAD EN AMBIENTE NATURAL DE DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS.

ESPECIES	PERÍODOS		t Cal	t (0.05)	t (0.01)	Sig.
	2000	2007				
<i>Agrostis semiverticillata</i>	65.933 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Arrhenatherum elatius</i>	76.133 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Bromus lanatus</i>	81 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Bouteloua curtipendua</i>	51.067 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Eragrostis curvula</i>	87.433 a	83,67 b	114367,12	4,30	9,92	**
<i>Euchlaena mexicana</i>	87.000 a	1,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Holcus lanatus</i>	77.600 a	10,67 b	134388,67	4,30	9,92	**
<i>Poa horridula</i>	69.933 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Paspalum bomplandianum</i>	31.000 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Paspalum plicatulum</i>	27.000 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Stipa pilosa</i>	84.067 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Stipa plumeris</i>	87.800 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000). y Bonifaz, V. (2007).

*pilosa*, *Stipa plumeris*, que denotaron germinación nula al comparar con el estudio realizado por Fiallos, L. y Jiménez, C. (2000), los cuales reportaron valores de: 65.933, 76.133, 81, 51.067, 87.000, 69.933, 31.000, 27.000, 84.067, 87.800 % respectivamente demostrando que el poder germinativo se ha visto

afectado en su totalidad, debido al mal manejo del Banco y a que la mayoría de estas especies superan su tiempo de almacenamiento como cita Kuhn y Jerchel (1993), quienes manifiestan que los Bancos de germoplasma aseguran la preservación de las semillas por periodos mas o menos prolongados (min 3 años y máx. 10 años), siempre y cuando se mantenga las condiciones adecuadas que debe mantener un Banco como es una cámara frigorífica a -5 °C la colección de intercambio y a -20 °C la reserva integral . Sin embargo es significativo sobresalir a las especies *Eragrostis curvula*, *Euchlaena mexicana*, *Holcus lanatus* la mismas que alcanzaron porcentajes de 83,67; 1,00 y 10,67 en su orden.

El porcentaje de germinación evidencia valores similares a los reportados por Lewis (1991), con valores que oscilan entre 83,50 y 84,00 en cuanto al *Eragrostis curvula* se refiere. (Gráfico 14).

Por lo tanto el deterioro de la mayoría de las especies se ha visto reflejado dentro de esta característica a diferencia de la especie anteriormente mencionada pudiendo considerarla como material genético del banco activo.

Mientras que los resultados para el porcentaje de germinación en arena difieren significativamente entre ambos periodos (Cuadro 10), (Gráfico 15), debido a que se obtuvieron germinaciones únicamente de las especies: *Eragrostis curvula* y *Holcus lanatus* cuyos valores fueron de 12 y 5 % mutuamente ratificando con este resultado la conservación de estas especies dentro del banco activo pero con un bajo poder germinativo.

Cuadro 10. ANÁLISIS COMPARATIVO PARA EL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN EN ARENA ESTERILIZADA EN AMBIENTE NATURAL EN DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS.

ESPECIES	PERÍODOS						Sig.
	2000	2007	t Cal	t (0.05)	t (0.01)		
<i>Agrostis semiverticillata</i>	65.467 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	76.133 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Bromus lanatus</i>	80.933 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Bouteloua curtipendua</i>	51.200 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Eragrostis curvula</i>	76.467 b	12,00 a	38227,50	4,30	9,92	**	
<i>Euchlaena mexicana</i>	87.333 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Holcus lanatus</i>	78.067 a	5,00 b	78062,00	4,30	9,92	**	
<i>Poa horridula</i>	70.467 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Paspalum bomplandianum</i>	30.467 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Paspalum plicatulum</i>	27.467 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Stipa pilosa</i>	83.933 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	
<i>Stipa plumeris</i>	89.200 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**	

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000). y Bonifaz, V. (2007).

### 3. Vigor

En el Cuadro 11 y Gráfico 16, se establecen los porcentajes de vigor de las 12 especies en estudio estipulando discrepancias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), para las especies *Agrostis semiverticillata*, *Arrehratherum elatius*, *Bromus lanatus*, *Bouteloua curtipendua*, *Euchlaena mexicana*, *Poa horridula*, *Paspalum bomplandianum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum plicatulum*, *Stipa pilosa*, *Stipa plumeris*, que reportaron valores de 0.00 % es decir inexistentes al comparar con la investigación realizado por Fiallos, L. y Jimenez, C. (2000), los cuales reportaron valores de: 95, 96.33, 94.33, 91.67, 95.33, 93, 86.67, 90, 95, 96.67% respectivamente.

Es necesario recalcar que las especies *Eragrostis curvula* y *Holcus lanatus* alcanzaron porcentajes de vigor de 82.67 y 80.67 % respectivamente, al evaluar la morfología de las estructuras que emergieron en la germinación, conocimiento que a su vez permite evaluar la capacidad para continuar su desarrollo hacia una planta normal.

Fuentes, J. (1988), publica que el vigor de las semillas es un factor determinante en la longevidad de las semillas durante el almacenamiento. A mayor vigor, mayor potencialidad de permanecer almacenadas, de acuerdo a esto se puede determinar que las especies *Eragrostis curvula* y *Holcus lanatus* aun alcanzan mantenerse como material genético dentro del banco.

Sin lugar a duda los daños en las semillas son producto del uso excesivo y/o inadecuado del banco lo que a producido un rápido descenso y pérdidas de vigor, dando origen a plántulas débiles y anormales, vulnerables a infecciones secundarias por hongos e insectos, provocando un rápido deterioro del material criterio emitido por Fuentes, J. (1988).

Cuadro 11. ANÁLISIS COMPARATIVO EN EL PORCENTAJE DE VIGOR EN DOCE ESPECIES PROMISORIAS EVALUADAS.

ESPECIES	PERÍODOS					Sig
	2000	2007	t Cal	t (0.05)	t (0.01)	
<i>Agrostis semiverticillata</i>	95 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Arrhenatherum elatius</i>	96,33 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Bromus lanatus</i>	94,33 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Bouteloua curtipendua</i>	91,67 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Eragrostis curvula</i>	96,67 a	82,67 b	12,13	4,30	9,92	**
<i>Euchlaena mexicana</i>	95,33 a	1,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Holcus lanatus</i>	96,33 a	80,67 b	13,56	4,30	9,92	**
<i>Poa horridula</i>	93 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Paspalum bomplandianum</i>	86,67 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Paspalum plicatulum</i>	90 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Stipa pilosa</i>	95 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**
<i>Stipa plumeris</i>	96,67 a	0,00 b	100,00	4,30	9,92	**

Fuente: Fiallos, L., Jiménez, C, (2000). y Bonifaz, V. (2007).

## V. CONCLUSIONES

Transcurrido los 7 años de almacenamiento en el Banco activo de germoplasma de especies forrajeras alto andinas se evidencia:

1. Un bajo el índice de caliadad en todas las especies evaluadas
2. El mayor porcentaje de pureza hallado en esta investigación fue de 97.33 % que corresponde a la especie *Euchlaena mexicana* a diferencia del porcentaje de pureza que se obtuvo en la semilla *Bouteloua curtipendua* que arrojó valores del 16,67 %.
3. El porcentaje de germinación en cápsulas petri con sustrato de humedad y en bandejas con sustrato de suelo esterilizado ambos en ambiente natural registraron germinación nula en la mayoría de las especies, a excepción del *Eragrostis curvula* (83,67 en cajas petri y 12,00 en arena), y para el *Holcus lanatus* 10,67 % de germinación en cajas petri y 5,00% en arena, verificando la baja calidad de la semilla.
4. Las variaciones de humedad de las semillas siguiendo el método de secado en estufa determinó que no existieron diferencias significativas entre las dos investigaciones desarrolladas a diferentes periodos en las especies *Euchlaena mexicana* y *Paspalum bomplandianum*, que reportaron valores de 9,04% y 10,61%, correspondientemente.
5. La estimulación de vigor para las 12 especies evaluadas se desarrolló bajo el sometimiento de sus semillas a germinación; con porcentajes de cero en su mayoría a excepción de las especies *Eragrostis curvula* y *Holcus lanatus*, que reportaron valores de 82,67% y 80,67% respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Asegurar el manejo adecuado del Banco de Germoplasma, ya que está influenciando en la calidad de la semilla almacenada. A través de la compra de una planta eléctrica para evitar las variaciones de temperatura y humedad relativa, de esta manera se garantizará el mantenimiento del material genético durante periodos de tiempos prolongados.
2. Realizar una nueva recolección del material genético de especies forrajeras promisorias altoandinas para conservar la biodiversidad botánica de nuestros páramos.
3. Evitar el uso inadecuado del banco de germoplasma forrajero, ya que son instalaciones especialmente adaptadas para la conservación de material genético

### **4.- Plan de reactivación del banco.**

- Eliminar el material genético deteriorado.
- Recolección de un nuevo material genético de calidad, efectuando expediciones para coleccionar las especies en forma de semilla en su hábitat natural, después en el laboratorio se procederá a limpiar el material y disminuir el porcentaje de humedad (desecarlo), posteriormente se encapsulará en recipientes de vidrio, plásticos o fundas de aluminio con su respectiva codificación.
- Uso y manejo adecuado del Banco Activo, que permita asegurar la conservación de las semillas almacenadas, de tal forma que se garanticen los beneficios actuales, y se cumpla el principal objetivo (Conservación del material genético más valioso para la alimentación animal).
- Refrescamiento del material genético cada 2 o 3 años.
- Asesoramiento al personal encargado del Banco.

- Pruebas de viabilidad periódicas



## VII. LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, R. Y PESQUES, S. 1992. Manual para el beneficio de semillas. Edit. CIAT. Cali, Colombia.
2. AZCÓN, J. Y TALÓN, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Edit. Interamericana.
3. AGUILAR, J. PRIETO, C. Y PAVÓN, E. 1994. Exploración, colecta, almacenamiento y caracterización de los recursos genéticos. México.
4. ARPAIA, M. 1997. Avocado Germplasm Preservation. California Avocado Society, Avocado Research Project plan and grant requirement. University of California Riverside, CA. USA.
5. BALOCCHI, L., LOPEZ, Y. y NAUHULHUAL, L. 1993. Caracterización de tres especies gramíneas naturalizadas del Dominio Húmedo de Chile. Agro Sur.
6. BARCELÒ, J. et al. 1984. Fisiología Vegetal.
7. BARRON, A. 1991. Limitantes para el establecimiento de Pasturas.
8. CARAMBULA, M. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 518 p.
9. CASTILLO, R. et al 1991. II Reunión Nacional sobre Recursos Filogenéticos Quito, Ecuador. Edit. Porvenir.

10. CASTILLO, R. ESTRELLA, J. Y TAPIA, C. 1991. Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales, Quito, Ecuador. Edit. Porvenir.
11. CORRALES, F., E. GONZÁLEZ y J. COMBELLAS. Contribución al conocimiento del valor nutritivo de los forrajes naturales y naturalizados de los llanos occidentales (Barinas). Edit. Sosa, Walcker y Salom. v 1(pp535-538).
12. DUFFUS, C. y SLAUTER, C. 1992 . Botánica Aplicada. Edit. Mundi. México.
13. DELOUCHE, J Y CALDWELL, W 1988. Seed vigor and vigor test. Proc. Assoc. Off-Seed Anal. USA.
14. E.E.U.U. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS. 1963. Producción de semillas.
15. ESAU, K. 1994. Anatomy of sedes plants. 2a ed. E.E.U.U. Edit. Florida.
16. ESPAÑA, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1977. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. Dirección General de Producción Agraria. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de viveros.
17. ESPAÑA, SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, 1997. Reglas internacionales para ensayo de semillas.
18. FAO, 1996 - 2000.

19. FIALLOS, L. Y JIMÉNEZ, C. 2000. Caracterización Agrobotánica del germoplasma de Especies Forrajeras Altoandinas. Riobamba, Ecuador. Tesis de Grado.
20. FUENTES, J. 1988. Botánica Agrícola. México, México. Edit. Pascal.
21. <http://mundopecuario.com>.2008.
22. INIAP 1995. Producción y utilización de pastizales en la región interandina del Ecuador. Quito, Ecuador. Edit. Offset.
23. ISTA. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. Edit. Ciper.
24. ISELY, D. 1987. Vigor test. Proc. Assoc. Offic.Seed Anal.
25. KUHN, L Y JERCHEL, R 1993. Bancos de Germoplasma. Edit. Madrid, España.
26. LEWIS, I. 1991. Análisis de calidad de semillas. Centro Nacional de Investigación Agropecuarias (CENIAP).
27. MOORE, R. et al. 1998. Botany. 2ª ed. Edit. WCB.
28. MOREIRA, N. Y NAKAGAWA, J. 1988. Fisiología Vegetal. Edit. Limusa. Madrid España.

- 29.** MARTÍNEZ, J. Y PÉREZ, F. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Edit. Mundi-Prensa
- 30.** ROST et al. 1997. Plant Biology Wadsworth Publishing Company.
- 31.** SANCHEZ, J. 2007. Bancos de Germoplasma.
- 32.** TORRES, R., H. BURGOS y J. ASCANIO. 1982. Integración de la información generada sobre manejo y utilización del agroecosistema. Estación Experimental de Calabozo.
- 33.** WHYTE et al, 1959. Fisiología vegetal. Madrid, España.

# **ANEXOS**