

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE TRES EPOCAS DE SIEMBRA  
Y PODA DE LA INFLORESCENCIA SOBRE LA PRODUCCION DE  
SEMILLA DE LUPINO BLANCO (*Lupinus albus L.*)**

**JULIA IRENE APAZA AGUILAR**

LA PAZ – BOLIVIA  
2007

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**EVALUACION DE LA INFLUENCIA DE TRES EPOCAS DE SIEMBRA  
Y PODA DE LA INFLORESCENCIA SOBRE LA PRODUCCION DE  
SEMILLA DE LUPINO BLANCO (*Lupinus albus L.*)**

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

**JULIA IRENE APAZA AGUILAR**

**TUTOR**

Ing. Rene Calatayud Valdez

\_\_\_\_\_

**ASESOR**

Ing. M. Sc. Félix Rojas Ponce

\_\_\_\_\_

**COMITÉ REVISOR**

Ing. Alejandro Bonifacio Flores

\_\_\_\_\_

Ing. Eduardo Oviedo Farfán

\_\_\_\_\_

Ing. Miguel Nogales Soldevilla

\_\_\_\_\_

APROBADA

Presidente:

\_\_\_\_\_

*Wakisirispawa jan cunas yatkaña  
Chikat chikat taqikuns yatiñ sipana  
Nietzsche*

*Mas vale saber nada  
Que saber muchas cosas a medias.  
Nietzsche*

## DEDICATORIA

*A Dios por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida.*

*A mis hijos Anibal y Brandon, fuente de inspiración y alegría.*

*A mi esposo Félix, por motivarme en la conclusión del proyecto.*

*A la memoria de mi papi Máximo Apaza por guiarme y protegerme por el sendero de la luz y a Justa mi madre.*

*A mis hermanos Juan, Carmen, Mary, sobrinos Andrea, Ezequiel y Valeria por la confianza que depositaron en mi.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Mayor de San Andrés, que a través de la Facultad de Agronomía me dio la oportunidad de realizar el presente trabajo y a mis docentes motivadores de mi formación profesional.

Expreso mis agradecimientos a mi tutor de tesis Ing. Rene Calatayud y asesor Ing. Félix Rojas Ponce por su valioso consejo y cooperación constante durante el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Jorge Pascuali Cabrera por su desprendimiento y valiosa ayuda en la revisión y análisis estadístico del presente trabajo.

Al tribunal revisor, Ing. Alejandro Bonifacio, Ing. Eduardo Oviedo e Ing. Miguel Nogales por las correcciones, sugerencias y brindarme su tiempo y experiencia para la presentación de esta investigación.

Un agradecimiento especial al Ing. Félix Corini Cama por sugerirme el tema de estudio y facilitarme el material genético.

Un agradecimiento especial a Susana Pamo, Amparo Fernández, Clotilde Cabrera, Juana Ramos por el apoyo moral permanente en la conclusión del presente trabajo de investigación.

A mis compañeros de trabajo, en especial a las profesoras Delma Flores, Ludy Flores, y Rosmery Roque por la colaboración y motivación constante en la ejecución del proyecto. Y a todas las personas que de una y otra contribuyeron en la realización de la presente tesis.

## INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	4
2.1. El cultivo de lupino blanco	4
2.1.1. Centro de origen del lupino blanco ( <i>Lupinus albus L.</i> )	4
2.1.2. Distribución geográfica del lupino blanco	4
2.1.3. Clasificación taxonómica	5
2.1.4. Botánica del lupino blanco	6
a) Hábito de crecimiento	6
b) Raíz	6
c) Tallo	6
d) Ramificación	7
e) Hojas	7
f) Flores e inflorescencias	7
g) Frutos	8
h) Semilla	8
2.15. Fases fonológicas de lupino blanco	9
. Germinación	9
. Emergencia	9
. Primer par de hojas	9
. Tercer par de hojas	9
. Formación de ramas primarias	9
. Floración	9
. Formación de vainas en las inflorescencias	9
. Llenado de granos	9
. Madurez fisiológica	10
2.2. Biología reproductiva del Lupino blanco	10

2.3. Exigencias del Lupino blanco	11
2.3.1. Requerimientos climáticos	11
a) Precipitación	11
b) Temperatura	11
c) Fotoperiodo	12
2.3.2. Requerimientos del suelo	12
a) Tipo de suelo	12
b) pH del suelo	13
c) nutrientes del suelo	13
2.4. Valor nutritivo y utilización	14
2.5. Época de siembra	15
2.6. Poda	16
2.7. Producción de semilla	16
2.8. Potencial genético	17
2.8.1. Semilla	17
2.8.2. Madurez fisiológica de la semilla	19
2.8.3. Vigor de la semilla	19
2.9. Análisis de Laboratorio de la semilla	20
a) Porcentaje de pureza física	20
b) Porcentaje de Germinación	21
c) Peso de 1000 semillas	22
d) Peso Hectolitrito	23
e) Contenido de Humedad	24
f) Sanidad de semilla	25
2.10. Labores culturales para la producción de semilla	26
a) Inspección del semillero	26
b) Elección del área	27
c) Aislamiento	27
d) Siembra	28
e) Depuración	28
f) Enfermedades y plagas	29
g) Cosecha	30
h) Almacenamiento	30

<b>III. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>32</b>
3.1. Localización	32
3.2. Clima	32
3.3. Materiales	33
3.3.1. Material genético	33
3.3.2. Material de Campo	33
3.3.3. Material de Laboratorio	33
3.3.4. Material de Gabinete	34
3.4. Metodología del ensayo	34
3.4.1. Elección del terreno	34
3.4.2. Preparación del suelo	35
3.4.3. Surcado del terreno	35
3.4.4. Siembra	35
3.4.5. Labores culturales	35
a) control de malezas	35
b) Aporque	36
c) Poda de tercera inflorescencia	36
d) Control de plagas y enfermedades	36
e) Depuración	36
3.4.6. Cosecha	36
3.4.7. Formación de parvas y secado	37
3.4.8. Trillado	37
3.4.9. Venteado de granos	37
3.5. Diseño experimental	37
3.5.1. Factores de estudio	38
3.5.2. Modelo estadístico	39
3.6. Variables de respuesta	39
3.6.1. Variables agronómicas	39
3.6.1.1. Porcentaje a la emergencia	39
3.6.1.2. Porcentaje a la floración primaria	40
3.6.1.3. Número de inflorescencias por planta	40
3.6.1.4. Altura de la planta	40

3.6.1.5. Longitud de vaina	40
3.6.1.6. Número de granos por vaina	40
3.6.1.7. Días a la madurez fisiológica	41
3.6.1.8. Índice de cosecha	41
3.6.1.9. Rendimiento de semilla	41
3.6.2. Variables de atributos físicos y fisiológicos	41
3.6.2.1. Pureza física de la semilla	41
3.6.2.2. Determinación del porcentaje de germinación	42
3.6.2.3. Peso de 1000 semillas	43
3.6.2.4. Peso hectolítrico (kg/hl)	43
3.6.2.5. Determinación del contenido de humedad	43
3.6.2.6. Determinación de la sanidad de semilla	43
3.6.3. Análisis estadístico	44
3.6.4. Análisis de Costos Parciales de Producción	44
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>46</b>
4.1. Datos climáticos	46
4.1.1. Régimen hídrico	46
4.1.2. Régimen de Temperatura	47
4.2. Análisis estadístico de las variables agronómicas de lupino blanco	48
4.2.1. Porcentaje de emergencia	48
4.2.2. Porcentaje de la floración primaria	49
4.2.3. Número de inflorescencias por planta	49
4.2.3.1. Número de inflorescencias/planta en épocas de siembra	50
4.2.3.2. Número de inflorescencias/planta en la poda	51
4.2.3.3. Efecto de época de siembra por poda de inflorescencias en número de inflorescencias	52
4.2.4. Altura de planta	53
4.2.4.1. Altura de planta en épocas de siembra	54
4.2.4.2. Altura de planta con poda de inflorescencia	54
4.2.5. Longitud de vaina	55
4.2.5.1. Longitud de vaina en épocas de siembra	56



4.2.5.2. Longitud de vaina con poda de inflorescencia	57
4.2.6. Número de granos por vaina	58
4.2.6.1. Número de granos por vaina en épocas de siembra	59
4.2.6.2. Número de granos por vaina con poda de inflorescencia	59
4.2.6.3. Efecto de épocas de épocas de siembra /poda, en número de granos por vaina	61
4.2.7. Días a la madurez fisiológica	62
4.2.7.1. Días a la madurez fisiológica en épocas de siembra	63
4.2.7.2. Días a la madurez fisiológica en poda de inflorescencias	64
4.2.7.3. Interacción de la época x poda, a la madurez fisiológica	65
4.2.8. Índice de cosecha	67
4.2.8.1. Índice de cosecha en épocas de siembra	67
4.2.8.2. Índice de cosecha con poda de inflorescencias	68
4.2.9. Rendimiento de semilla (Kg/ha)	68
4.2.9.1. Rendimiento en épocas de siembra	69
4.2.9.2. Rendimiento de semilla por efecto de poda	70
4.2.9.3. Interacción poda x épocas en rendimiento	71
4.2.9.4. Regresión del rendimiento de semilla	72
4.3. Evaluación de semilla de lupino blanco en laboratorio	73
4.3.1. Pureza física de la semilla	73
4.3.1.1. Pureza física de semilla en épocas de siembra	74
4.3.1.2. Pureza física de semilla en poda de inflorescencias	74
4.3.2. Determinación del porcentaje de germinación	75
4.3.2.1. Determinación del porcentaje de germinación en épocas de siembra	75
4.3.2.2. Determinación del porcentaje de germinación en poda de inflorescencias.	77
4.3.3. Peso de 1000 semillas	77
4.3.3.1. Peso de 1000 semillas en épocas de siembra	78

4.3.3.2. Peso de 1000 semillas en poda de inflorescencias	79
4.3.4. Peso hectolítrico	79
4.3.4.1. Peso hectolítrico en épocas de siembra	80
4.3.4.2. Peso Hectolítrico en poda de inflorescencias	81
4.3.5. Determinación del contenido de humedad	82
4.4.5.1. Determinación del contenido de humedad en épocas de siembra	82
4.4.5.2. Determinación de humedad en poda	83
4.3.6. Determinación de sanidad de la semilla	84
4.4. Análisis económico de los costos parciales de producción	84
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>90</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>91</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido proteínico de especies de lupinos y de soya	14
Cuadro 2. Categorías de semillas y sus características	18
Cuadro 3. Límites de exigencia en Laboratorio para la certificación de semilla de lupino blanco	26
Cuadro 4. Análisis físico químico del suelo de Cota Cota	34
Cuadro 5. Factores de Estudio	38
Cuadro 6. Porcentaje de emergencia de lupino blanco	48
Cuadro 7. Porcentaje a la primera floración de lupino blanco	49
Cuadro 8. Análisis de varianza de número de inflorescencias de lupino blanco	50
Cuadro 9. Promedios de número de inflorescencias por época de siembra	50
Cuadro 10. Promedios de número de inflorescencias por poda	51
Cuadro 11. Análisis de varianza de altura de planta de lupino blanco	53
Cuadro 12. Promedios de altura de planta por época de siembra	54
Cuadro 13. Promedio de altura de planta con poda	55
Cuadro 14. Análisis de varianza de longitud de vaina de lupino blanco	56
Cuadro 15. Promedios de longitud de vaina en época de siembra	56
Cuadro 16. Promedios de longitud de vaina por efecto de la poda	57
Cuadro 17. Análisis de varianza de número de granos por vaina de lupino blanco	58
Cuadro 18. Promedios de número de granos por vaina por época de siembra	59
Cuadro 19. Promedios de número de granos por vaina por efecto de poda	60
Cuadro 20. Análisis de varianza de días a la madurez fisiológica de lupino blanco	62
Cuadro 21. Promedios de días a la madurez fisiológica por época de siembra	63
Cuadro 22. Promedios de días a la madurez fisiológica por poda	65
Cuadro 23. Análisis de varianza del índice de cosecha de lupino blanco	67
Cuadro 24. Promedios de índice de cosecha por época de siembra	68
Cuadro 25. Promedios de índice de cosecha por efecto de la poda	68
Cuadro 26. Análisis de varianza de rendimiento de grano de lupino blanco	69
Cuadro 27. Promedios de rendimiento de grano por época de siembra	70
Cuadro 28. Promedios de rendimiento por efecto de la poda	71
Cuadro 29. Análisis de regresión de rendimiento y algunas variables	73
Cuadro 30. Análisis de varianza de pureza física de la semilla de lupino blanco	73

Cuadro 31. Promedios de pureza física de semilla por época de siembra	74
Cuadro 32. Promedios de pureza física de la semilla por efecto de la poda	75
Cuadro 33. Análisis de varianza de la determinación del porcentaje de germinación de la semilla de lupino blanco	75
Cuadro 34. Promedios de la determinación del porcentaje de germinación de semilla por época de siembra	76
Cuadro 35. Promedios de la determinación del porcentaje de germinación por efecto de la poda	77
Cuadro 36. Análisis de varianza del peso de mil semillas de lupino blanco	78
Cuadro 37. Promedios del peso de mil semillas por épocas de siembra	78
Cuadro 38. Promedios del peso de mil semillas por efecto de la poda	79
Cuadro 39. Análisis de varianza del peso hectolítrico de lupino blanco	80
Cuadro 40. Promedios del peso hectolítrico por época de siembra	80
Cuadro 41. Promedios del peso hectolítrico por efecto de la poda	81
Cuadro 42. Análisis de varianza del contenido de humedad de lupino blanco	82
Cuadro 43. Promedios de la determinación del contenido de humedad de la semilla por épocas de siembra	83
Cuadro 44. Promedios de la determinación del contenido de humedad por efecto de poda de lupino blanco	84
Cuadro 45. Análisis económico de la producción de semilla de lupino blanco para una hectárea en Cota Cota	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos de precipitación de la gestión 2004-2005 y varios años	47
Figura 2. Temperaturas promedios del ciclo del cultivo 2004-2005	48
Figura 3. Promedios de número de inflorescencias por época de siembra	51
Figura 4. Interacción épocas de siembra x poda de inflorescencias	53
Figura 5. Promedios de altura de planta en poda de inflorescencias	55
Figura 6. Promedios de longitud de vaina con poda	58
Figura 7. Promedios de número de granos por vaina por efecto de la poda	60
Figura 8. Interacción época de siembra por poda del número de granos por vaina	62
Figura 9. Promedios de días a la madurez fisiológica por época de siembra	64
Figura 10. Días a la madurez fisiológica con poda de inflorescencia terciaria	65
Figura 11. Interacción época de siembra por poda de días a la madurez fisiológica	66
Figura 12. Promedios de rendimiento(kg/ha) de grano por épocas de siembra	70
Figura 13. Efecto de poda por época de siembra, en el rendimiento de semilla	72
Figura 14. Promedios de la determinación del porcentaje de germinación de semilla por época de siembra	76
Figura 15. Promedios del peso de mil semillas por época de siembra	79
Figura 16. Promedios del peso hectolítrico por épocas de siembra	81
Figura 17 Promedios de la determinación del contenido de humedad por épocas de siembra	83

## **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo 1. Plano de ubicación del ensayo Facultad de Agronomía Estación Experimental de Cota Cota
- Anexo 2. Análisis físico-químico de suelos de la Estación Experimental de Facultad de Agronomía
- Anexo 3. Croquis del diseño experimental
- Anexo 4. Datos climáticos de las 3 épocas de siembra del lupino blanco de la zona de Cota Cota (Facultad de Agronomía- UMSA).
- Anexo 5. Datos de variables de respuesta por tratamiento del lupino blanco
- Anexo 6. Costos Parciales de Producción de semilla de lupino blanco en Bs./ha.

## **LISTA DE FOTOGRAFIAS**

- Fotografía 1. Plántula dicotiledónea de lupino blanco, presentando elongación de la radícula
- Fotografía 2. Partes de la plántula del lupino blanco en estado de emergencia
- Fotografía 3. Emergencia con cotiledones sobre el suelo a los 24 días
- Fotografía 4. Plántulas con hojas compuestas y 5 foliolos a 40 días después de la siembra.
- Fotografía 5. Inflorescencias de lupino blanco de 20 a 28 flores por racimo
- Fotografía 6. Componentes de la flor del lupino blanco (blancas con tinte azul o violeta).
- Fotografía 7. Madurez de cosecha de plantas de lupino blanco
- Fotografía 8. Morfología cuadrangular de las semillas de lupino blanco de color cremoso
- Fotografía 9. Fases fenológicos del lupino blanco
- Fotografía 10. Plántulas de lupino blanco en la cámara germinadora a los 7 días
- Fotografía 11. Plántulas normales y anormales
- Fotografía 12. Evaluación de pureza física en diafanoscopio
- Fotografía 13. El peso de 1000 semillas en balanza de precisión
- Fotografía 14. Peso hectolítrico en Liter Cup- 203
- Fotografía 15. Prueba de la sanidad de semillas en caja petri
- Fotografía 16. Observación de posibles patógenos en las semillas

## RESUMEN

El estudio de "Evaluación de la influencia de tres épocas de siembra y poda de la inflorescencia sobre la producción de semilla de lupino blanco (*Lupinus albus L.*)", se realizó en los predios de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés localizada en la zona de Cota Cota, a una altura de 3445 m.s.n.m. al Sudeste de la ciudad de La Paz, en el margen derecho del río Jillusaya y situada a 16° 32' 04" latitud Sur y 68° 03' 49" longitud Oeste.

El diseño que se utilizó en el experimento fue bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas con 6 tratamientos y 4 bloques. Donde las parcelas grandes pertenecen al factor épocas de siembra (A): la primera época de siembra ( $a_1$ ) se realizó el 15 de septiembre, la segunda época ( $a_2$ ) el 4 de octubre y finalmente la tercera época de siembra ( $a_3$ ) se efectuó el 24 de octubre; las parcelas pequeñas corresponden al factor podas de inflorescencias (B): donde  $b_1$  es el tratamiento sin poda y  $b_2$  plantas con poda de la tercera inflorescencia.

En la realización del presente trabajo, se considero como material genético la variedad amiga del lupino blanco. La siembra fue manual, con distanciamiento entre surcos de 50 cm., 20 cm. entre plantas y dos semillas por golpe.

La evaluación en la fase de campo de las variables agronómicas: porcentaje de emergencia, porcentaje a la floración primaria, número de inflorescencias/planta, altura de planta, longitud de vaina, número de granos/vaina, días a la madurez fisiológica, índice de cosecha y rendimiento de semilla. Estas características se analizaron estadísticamente donde para el factor épocas de siembra fueron significativos: número de inflorescencias/planta, días a la madurez fisiológica y rendimiento de semilla. Para podas expresaron significancia: número de inflorescencia/planta, altura de planta, longitud de vaina, número de granos/vaina y días a la madurez fisiológica.

En la fase de laboratorio para las variables de atributos físicos: pureza física de la semilla, determinación del porcentaje de germinación, peso de 1000 semillas, peso hectolítrico, determinación del contenido de humedad y determinación de sanidad de semilla. Estos datos se analizaron estadísticamente, mostrando significancia para el factor épocas de siembra solamente en el porcentaje de germinación y para el factor poda no existe significancia en ninguno de los atributos físicos.

El mejor rendimiento de semillas del factor épocas de siembra se presentó en la segunda con 1633 kg/ha en 6.6 meses de ciclo vegetativo; en el factor poda el mayor rendimiento fue en el tratamiento con poda de 1240,6 kg/ha en 5.7 meses y en la interacción la poda influyó en la segunda época de siembra produciéndose un incremento en el rendimiento de semilla en 1790.4 kg/ha con ciclo vegetativo de 5.6 meses.

En el análisis de costos parciales de producción en base a la relación B/C; el mayor beneficio/costo económico se presentó en la segunda época con poda de inflorescencia de 4.3 Bs. lo que significa que con la inversión de 1 Bs. se logra una de tasa de ganancia de 4.3 Bs. Seguida de la misma época de siembra pero sin poda con relación beneficio/costo de 3.8 Bs.

## Summary

The evaluation's study of three seedtime influence and pruning inflorescences about White Lupine (*Lupine albus*), was done in the Agronomy Experimental Faculty property of "Mayor de San Andrés University", located in Cota Cota zone, at 3.445 sea level of Southeast La Paz City, to the straight border of Jillusaya river and it is placed to a 16°32'04" South latitude and 68°03'49" West longitude.

The sample that is used in the experiment was blocks to hazard with factorial arrangement in divided parcels with six treatments, and four blocks, where the big parcels belong to seedtime factor (A): the first seedtime ( $a_1$ ) is done on September 15<sup>th</sup>, the second seedtime ( $a_2$ ) on October 4<sup>th</sup>, and finally the third seedtime ( $a_3$ ) is done on October 24<sup>th</sup>. The small parcels belong to pruning factor of inflorescences (B): where ( $b_1$ ) is the treatment without pruning of third inflorescence.

In the present work is considered as genetic material the closely variety of White Lupine. The sowing was manual with distance between furrows of 50cm., 20 cm. between plants and two seeds by bunch.

The following characteristics of evaluation stage yield of agronomic variables as: emergency's percentage, percentage of primary florescence, numbers of inflorescences per plant, plant's height, sheath's longitude, numbers of wheat's per sheath, days to the physiologic maturity, harvest's index and seed's performance.

These characteristics are analyzed in statistical way where for the factor seedtime were significant: numbers of inflorescences per plant, days to the physiologic maturity and seed's performance. For pruning showed meaningful: numbers of inflorescence per plant, plant's height, sheath's longitude, numbers of wheat's per pruning, days to the physiologic maturity.

The following data in the laboratory stage for the variables of physical's attributes were: seed's physical purity, resolution of germination's percentage, weight of 1000 seeds weight of hectolítrico, resolution of humidity content and, resolution of seed's healthiness. These data are analysed in statistical way showing meaningful to the seedtime factor only in the germination's percentage and for the pruning's factor these are not meaningful in any of these physical attributes.

The best performance of seedtime's factor is presented in the second time with 1633 kg/ha in 6.6 months of vegetative cycle. The main performance in the pruning's factor was in the treatment with pruning of 1240.6 kg/ha in 5.7 months and in the interaction the pruning influenced in the second seedtime, producing an increment in the performance seed in 1790.4 kg/ha with a vegetative cycle of 5.6 months.

In the analysis of partial prices of production in relation profit per cost, the main profit per economic cost is presented in the second time with inflorescence pruning of 4.3 Bs., that means, with 1Bs. Of inversion, is obtained a profit's rate of 4.3 Bs. The same seedtime but without pruning in relation profit per cost of 3.8Bs.



## JUK'ACHAWI

Aka "Kimsir muyta yapuchaw tuqit yatxataw uñakipawixa ukhamarak panqarawj apthapiwita, aka janq'u lupin jatha yapuchawita (*Lupinus albus L.*)", yatxatataxa, kawkhankitix "Estación Experimental, Agronomía Facultad, Jach'a Yatiñ Uta "Mayor de San Andrés", khaysa inti jalsutuqi Cota Cota sunana, ukax 3.445 m.s.n.m., uksatuqin uñast'asiwayi, ukax niya kupi thiya Jillusaya jawirat ukhamarak 16° 32' 04" latitud Sur ukatx 68° 03' 49" longitud Oeste ukawjana.

Aka yant'awinsti, kawwir utt'anakats mayax ajllt'atak'ina. Aka utt'anakax pusiruw jaljasiraki. Akham utt'anakanxa, jach'a yapuchatanakax (A) ukampirakiw uñt'asiraki, kunjamat'i aka yapuchawix ( $a_1$ ) siptimri phasit 15 uru saraqkipan ukjaw katt'ayatäxarakina.

Payir yapuchawixa ( $a_2$ ), uktuwr phaxsinkäranwa. Qhip qhip yapuchawixa ( $a_3$ ), uktuwr phaxsit 24 saraqkipana, ukjankarak'ina. Jisk'a yapuchawinakax "podas de inflorescencia" ukarurakiw sarxaruraki (B); kawkjant'i ( $b_1$ ) ukax janiw "poda" ukamp irnaqaskiti ukatx ( $b_2$ ) ukax kimsir "inflorescencia "poda" sata, ukampirakiw uñt'asiraki.

Aka yatxatäwinsti, yur'iw jathat parikasaxa, ajllit jathax janq'u lupinut saraqtatatawa. Yapuchawix amparampinwa, niya sukat sukat 50 cm.ukatx 20 cm, ukhamarjamaw jaljtayata,

Aka "agronomía" tuqit uñakipawinakapax akhamanakawa: uñjawtuqit pursintaji, nayrir panqaririt pursintaji, jakhthap panqarawjanakata, ali jiltatapata, achuqan jach'anchapata, yaranun jakhupata, puqutapata, jathan askitapata. Aka qhananchawinakax "estadística" ukarjamaw yatxataswayi. "Factor épocas", ukatakix sinti askinwa: jakhthap ali/panqarawjanakata, puqutapata ukhamarak askitapata. "Podas" ukataki: jakhthap panqarawjanakata, jiltatapata, achuqan jakhupata, puquntatapata.

Lawuraturyu tuqin uñakipawinakax akanakawa: suma kast jatha, alinuqat pursintaji, 1000 jatha pist'ata, "hectolítrito" tupu, jathan juri tupupa ukhamarak jathan askin jakatapata. Aka uñakipawinakaxa, "estadística" ukampiw uñakipaswayi. "Factor épocas" ukatakix alinuqat pursintaji, "factor poda" ukatakix janiw kuna askis utjawaykiti.

Suma jathax aka "Factor de épocas" yapuchawtuqitxa, payirinkänwa 1633 kg/ha ukax 6.6. phaxsi yapuchawina. "Factor poda" jilir jikiwix "poda"mp askinchayatanwa, ukax 1240,6 kg/ha 5.7 phaxsina. Ukham jaqthapitax, "poda" ukax payir muyta yapuchawiruw ch'amanchawayi, jathanak jilxattayawayi 1790.4/ha ukjaru, niya 5.6. phaxsi yapuchawimpi.

Chaninchaw tuqit amuykipkasaxa, chiqanchat B/C ukaru, jilir jiqxata/chaninchaxa, payir muytan uñjaswayi, panqarawj apthapiwit 4.3Bs. Ukax sañ muniwa, 1Bs. Churatampix 4.3 Bs. ukjarakiw jiqxataswayi.

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de lupino adquiere cada vez mayor importancia, gracias a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico mediante la simbiosis con bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*; al incorporar la biomasa producida por las leguminosas en el suelo, mejora sus características físicas y químicas con beneficios para el siguiente cultivo en la rotación.

El Lupino blanco<sup>1</sup> (*Lupinus albus* L), de característica dulce, es un cultivo poco conocido y estudiado en Bolivia; esta leguminosa contiene alto valor nutritivo, principalmente proteína (32 a 38%) y aceite (10 a 11%) en sus semillas Putnam (1993); la importancia de la característica dulce radica en la posibilidad de su utilización directa en la alimentación humana, sin necesidad del desamargado.

En la economía de subsistencia, no existe diferencia entre la producción de semilla y la producción de grano para consumo; el primero esta destinado para reproducir una nueva planta y el segundo para la mesa de hogares o la industria. Faltan incentivos para la producción de semillas en consecuencia tampoco se llevan a cabo la preparación y almacenamiento adecuado que la semilla requiere. Los atributos físicos y fisiológicos de la semilla no corresponden a las exigencias de la agricultura en la actualidad.

La semilla es un insumo muy importante en la actividad agrícola. Dicho factor debe abarcar tanto la obtención y evaluación de nuevos cultivares como la organización y

---

<sup>1</sup> Según los autores existen diferentes nombres comunes del *Lupinus albus* L. originario del viejo mundo: altramuz dulce (Guerrero, 1983), altramuz, lupino blanco (Duke 1981 y Putnam 1993), lupino blanco (Ravelo y planchuelo, 2003), lupino, altramuz (Tapia, 1997).

En el presente trabajo para evitar confusión denominaremos lupino blanco al *Lupinus albus* L.

control de los procesos de conservación, multiplicación y distribución. Por consiguiente, existe la necesidad de realizar investigaciones para encontrar la técnica adecuada sobre la producción de semilla de lupino blanco (*Lupinus albus L*), para luego incorporar esta tecnología al pequeño productor agropecuario<sup>2</sup> de los valles.

Para la producción de semilla uno de los factores que influyen e importante de considerar es la época de siembra por estar asociado a las precipitaciones que se presentan en cada gestión, influyendo en el incremento o decremento del rendimiento; por consiguiente el agricultor deberá adecuar sus siembras a la mejor época de siembra recomendada, en los que las probabilidades de obtener la semilla con atributos físicos estén dentro de los parámetros aceptables para la producción de semillas.

Asimismo, las prácticas de poda en lupino blanco se realiza mediante la eliminación de ramas, y/o yemas florales; con el propósito de aumentar la calidad y cantidad de flores y granos; logrando mayor y mejor fructificación de semillas, precocidad de la planta, mejor aprovechamiento de luz, mayor homogeneidad en la madurez y estabilidad de la planta.

A fin de promover la producción de semilla en los valles del departamento de La Paz y otorgar una nueva alternativa de cultivo al pequeño productor agropecuario, se evaluó la influencia de tres épocas de siembra y poda de la tercera inflorescencia sobre la producción de semilla de lupino blanco.

---

<sup>2</sup> Según Claros (2005), para la sociología y la economía, conceptualiza al campesino como pequeño productor agropecuario, dueño de una parcela de tierra que trabaja básicamente con su familia. No todos los pobladores del campo son campesinos; existen trabajadores agrícolas que viven de un salario, jornaleros, artesanos, comerciantes, etc. que viven en el sector rural pero no por ello son campesinos.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluar la producción de semilla de lupino blanco (*Lupinus albus L.*), en diferentes épocas de siembra y poda de la tercera inflorescencia, como alternativa para el pequeño productor agropecuario.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar las características agronómicas del lupino blanco, en tres épocas de siembra y poda de la tercera inflorescencia.
- Cuantificar el rendimiento de semilla bajo efecto de las épocas de siembra y poda de la tercera inflorescencia.
- Efectuar el análisis de los atributos físicos de la semilla bajo efectos de las épocas y poda de la tercera inflorescencia.
- Analizar los costos parciales de producción de semilla en los tratamientos propuestos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL CULTIVO DE LUPINO BLANCO

#### 2.1.1. Centro de origen del lupino blanco (*Lupinus albus L.*)

Primolini y Vitta (s.f.), menciona que el centro de origen de lupino blanco esta en la región mediterránea. De la misma forma que el lupino azul y amarillo están expandidos por todo el mundo.

Mateo (1969), Burkart (1952) y Tapia (1990), indican que el *Lupinus albus L.*, *Lupinus angustifolius* y *Lupinus luteus* son originarios de la región mediterránea, o región sur de Europa.

#### 2.1.2. Distribución Geográfica del Lupino blanco

De acuerdo con Putnam (1993), las especies cultivadas mundialmente son (*Lupinus albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*, *L. consentenii* y *L. mutabilis*), en climas que abarcan desde el norte de Europa y Rusia, a las áridas planicies australianas y los altiplanos andinos.

Tapia (1997), indica que el *Lupinus albus L.* es pariente de los altramuces originarios del viejo mundo, que aún hoy son cultivados en Europa mediterránea, especialmente en España e Italia. Tiene número de cromosomas  $2n=50$  a diferencia del *Lupinus mutabilis Sweet*, con  $2n=48$ .

FAO (1992), señala que en Chile se cultivan las especies de *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* y *Lupinus angustifolius*, variedades de bajo contenido de alcaloides o libres de ellos, utilizados para la elaboración de harinas en la panificación, en la industria aceitera y como alimento complementario para escolares en hospitales.

Las áreas productoras se concentran en Concepción, Valdivia y Gorbea. Las variedades precoces y dulces podrían cultivarse en las zonas altas del país.

Al respecto Von Baer (1991), menciona que la introducción de los nuevos lupinos "dulce" a diferencia de tipos amargos es incentivado. Por ejemplo investigadores chilenos han introducido variedades de Lupino blanco (*Lupinus albus*) dulce al sur de Chile, y también han desarrollado variedades de tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) con bajo contenido de alcaloides que pueden tener aplicaciones en las zonas altimontanas donde se cultivan tipos de tarwi amargo tradicional.

Derpsch (1980), Correa (1926), citado por Monegat (1991), menciona que en Brasil tres especies tienen importancia agrícola: *Lupinus albus* L. (Tremoço blanco), *Lupinus angustifolius* L. (Tremoço azul) y *Lupinus luteus* L. (Tremoço amarillo). El mismo autor señala, entre las especies cultivadas existen diversas variedades, siendo algunos dulces y otros amargos, conteniendo alcaloides tóxicos (lupanina, lupinina, esparteina y oxilupanina), siendo limitantes para la utilización directa en la alimentación.

### 2.1.3. Clasificación taxonómica:

En [wikipedia.org/wiki/altramus blanco-16k](http://wikipedia.org/wiki/altramus_blanco-16k). (2006) y Rojas (2001), la clasificación sistemática es la siguiente:

División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Rosidae
Orden	:	Rosales (Fabales)
Familia	:	Fabaceae (Leguminosae)
Tribu	:	<i>Genisteae</i>
Subtribu	:	<i>Genistinae (Crotalariinae)</i>
Genero	:	<i>Lupinus</i>
Subgenero	:	<i>Eulupini</i>
Especie	:	<i>Lupinus albus</i> L.
N. Común	:	Altramuz, Altramuz blanco, Lupino blanco, Tremoço Branço.

#### **2.1.4. Botánica del Lupino blanco.**

##### **a) Habito de crecimiento.**

Guerrero (1983) y Duke (1981), indican que el lupino blanco es considerado como planta anual, llegando a 1.20m de altura. Al respecto Mateo (1969), señala que el lupino blanco es una planta anual de porte erguido llegando hasta una altura de 1.50m.

Por su parte Burkart (1952), menciona que el lupino blanco es una planta finamente pubescente, llegando a una altura de 1,80 m. A su vez Derpsch y Calegari (1985), citado por Monegat (1991), indican que es una leguminosa herbácea, anual y erecta.

##### **b) Raíz**

Baer (1982), citado por Serrudo (1997), el lupino tiene raíz pivotante, raicillas y pelos radicales que se originan en el cuello de la raíz. Por su parte Guerrero (1983), indica que son de raíces profundas y las principales de mayor consistencia.

Después de la emergencia de plántulas, la radícula va profundizando y creciendo rápidamente hasta transformarse en una fuerte raíz pivotante. Presentándose múltiples ramificaciones y gran cantidad de raicillas y pelos radicales, originándose en definitiva un sistema radical de gran crecimiento en profundidad ([www.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/lupino blanco/.htm](http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/lupino%20blanco/.htm), s.f.).

##### **c) Tallo**

De acuerdo con Baer (1982), citado por Serrudo (1997), el lupino es una planta considerada de tallo herbáceo y erguido; donde el tallo o eje principal termina en una inflorescencia.

Los tallos del lupino blanco son gruesos, huecos y herbáceos, se considera prominente si los talluelos emergen sobre las ramas laterales y no prominentes si se

encuentran al mismo nivel de las ramas laterales ([www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/blanco/htm](http://www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/blanco/htm), s.f.).

#### **d) Ramificación**

Los niveles de ramificación se originan a partir de yemas axilares de hojas y llegan hasta cinco estratos incluyendo el tallo principal determinando secuencias de floración. Las ramas primarias también pueden llegar a desarrollarse a partir de nudos inferiores del tallo principal, generándose en este caso ramas primarias basales ([www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm](http://www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm), s.f.).

#### **e) Hojas**

Guerrero (1983), indica que el lupino blanco presenta hojas digitadas con varios folíolos. Al respecto Duke (1981), afirma que las hojas superiores son más largas que las inferiores, con vellos en el haz y glabros en el envés.

Sus hojas del lupino blanco son medianas, palmeadas y compuestas, presentando de 5 a 11 folíolos y de forma oblonga. Todas las ramas primarias presentan la misma cantidad de hojas, existiendo relación entre el número de hojas del tallo principal y el número de hojas de todas las ramas primarias ([www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm](http://www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm), s.f.).

#### **f) Flores e Inflorescencias**

Para Baer (1982), citado por Serrudo (1997), las flores están agrupadas en inflorescencias racimosas. Cada flor tiene cinco pétalos: Uno posterior y exterior llamado estandarte, dos laterales llamados alas y dos inferiores, totalmente internos que acoplados o soldados constituyen la quilla.

La floración del lupino es bastante desconcentrada, producto del hábito de crecimiento y del tipo de arquitectura. Las flores van floreciendo gradualmente a



medida que se desarrollen los distintos niveles de ramificación, hasta alcanzar 3 a 5 pisos de floración ([www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm](http://www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm), s.f.).

Burkart (1952) indica que las inflorescencias son agrupaciones de flores tipo racimoso o indefinido, de floración casi centripeta y partes de la inflorescencia son el pedúnculo, raquis, pedicelos, brácteas, bractéolas, involucro y la flor.

Al respecto Derpsch y Calegari (1985), citado por Monegat (1991), mencionan que el lupino blanco presenta inflorescencia en racimo, flores hermafroditas de color blanco, las puntas pintadas de color azul.

### **g) Frutos**

Los frutos del lupino blanco son en forma de vaina o legumbres, planas y agudizadas los extremos en forma curva, miden entre 7 a 15cm de largo y de 1,3 a 2 cm. de ancho, además son pubescentes y no presentan una dehiscencia marcada. Las vainas contienen 3 a 6 semillas y el promedio de vainas por planta fluctúan de 10 a 80 ([www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm](http://www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/htm), s.f.).

Guerrero (1983), menciona que los frutos son vainas comprimidas, de forma oval o cuadrangular conteniendo pocas semillas.

### **h) Semilla**

Duke (1981), indica que las semillas del lupino blanco son cuadrangulares y aplanadas, conteniendo de 3 a 6 en cada vaina. Al respecto Mateo (1969), menciona que las vainas tienen de 2 a 6 semillas grandes, aplastadas y de color blanco cremoso.

## **2.1.5. Fases fenológicas del lupino blanco**

Las fases fenológicas del *Lupinus albus* L. presenta las siguientes características ([www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/lupino.htm](http://www.uc.cl/sw-educ/cultivos/legumino/lupino/lupino.htm), s.f.)

- **Germinación:** Se inicia con la imbibición de la semilla y continúa con la aparición de la radícula elongándose hasta que aparezca el hipocotilo; el lupino es de germinación epigea.
- **Emergencia:** Los cotiledones son conducidos por el hipocotilo hacia el nivel del suelo.
- **Primer par de hojas:** A partir de los cotiledones se genera el crecimiento del epicotilo, lo cual da paso al primer par de hojas verdaderas.
- **Tercer par de hojas:** Aparición de hojas verdaderas y formación del tallo o eje principal terminando en inflorescencia (primera floración).
- **Formación de ramas primarias:** A partir de yemas axilares de las hojas se generan para originar la segunda floración, y así sucesivamente los posteriores niveles de ramificaciones.
- **Floración:** Las flores van floreciendo gradualmente en la medida que se desarrollen los distintos niveles de ramificación, siendo mayor en la primera floración, disminuyendo paulatinamente hasta la última floración.
- **Formación de vainas en las inflorescencias:** Es irregular, en un momento dado se puede observar vainas ya formadas, a veces inflorescencias en plena floración.
- **Llenado de granos:** Durante la fase de elongación de las vainas el peso de los granos permanece muy bajo, posteriormente una vez que las vainas alcanzan su máxima longitud, el peso de los granos se va incrementando.
- **Madurez fisiológica:** Las vainas de las floraciones toman un color amarillo a marrón y al sacudir emiten un ruido como sonajas, acompañadas de una defoliación paulatina. No es uniforme la madurez fisiológica; en una misma

planta es posible encontrar granos sobre pasando la madurez fisiológica en un nivel basal y granos verdes en un nivel alto de ramificación.

Corini (2004), menciona que las condiciones fisiológicas de crecimiento indeterminado y desarrollo del lupino blanco depende del clima, suelo y las características genéticas de la variedad.

## **2.2. Biología reproductiva del Lupino blanco.**

De acuerdo con Raymond (1988), el grado de actividad de los insectos polinizadores sobre las especies cultivadas para la producción de semilla tiene efecto directo sobre los rendimientos. En muchos casos la cantidad de semilla producida dependerá enteramente de la polinización natural.

Asimismo, Guerrero (1983), menciona que es una planta predominantemente autógena y de polinización cruzada (alogamia) del 10%, en determinados casos del 15%. Al respecto Gross (1982), señala que es una planta eminentemente autógena, con un porcentaje de polinización cruzada de 5 - 10%; sin embargo, puede alcanzar mucho más del 10% según el ecotipo y las condiciones ecológicas.

También Gross y Von Baer (1981) citado por Gross (1982), indican que para tener una elevada proporción de auto polinización es indispensable contar con una elevada humedad atmosférica. Y para la óptima formación de los granos es ideal que las lluvias disminuyan hacia finales del periodo vegetativo y que cesen del todo para la maduración, así como que se reduzca la humedad atmosférica.

La autofecundación experimental con aislamiento facilita en *L. luteus* 45,5% de frutos, en *L. albus* solamente 12 a 12,5% de frutos, pero sin que se manifieste degeneración en las líneas autofecundadas. En Buenos Aires observaron muchas abejas en *L. albus*, la alogamia de esta planta es un inconveniente para la difusión de razas libres de alcaloides (Burkart, 1952).

## **2.3. Exigencias del Lupino blanco**

### **2.3.1. Requerimientos climáticos**

#### **a) Precipitación**

Según FAO (1992), el lupino blanco requiere de 350-800 mm., es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y fructificación.

Al respecto Peaceful Valley (1988), indica que los lupinos prosperan en áreas con más de 381mm de precipitación. El requerimiento de precipitación óptima de lupino blanco es de 400-800 mm, es intolerante al anegamiento, Duke (1981).

#### **b) Temperatura**

Primolini y Vitta (s.f.), mencionan que la temperatura mínima para la germinación y emergencia es de 3 °C y una óptima cercana a los 20°C, la floración requiere de 15 a 18 °C y para el periodo de llenado de grano hasta la madurez requiere temperatura por encima de 18°C.

Por su parte Putnam (1993), indica que los lupinos de cultivo son leguminosas de grano y cultivos forrajeros de estación fría. Al respecto Peaceful valley (1988), señala que la tolerancia al frío varía entre especies de lupino.

De acuerdo con Hollowell *et.al* (1966), citado por Monegat (1991), el lupino blanco requiere un clima relativamente frío llegando a soportar - 4°C. Por su parte Lescano (1994), señala que el *Lupinus albus* soporta fácilmente temperatura bajo 0°C.

Del mismo modo Duke (1981), sostiene que el lupino blanco tolera temperatura media anual de 5.7 - 26.2°C y media de 12.7 °C. El mismo autor indica que requiere una temperatura media mensual de 15 - 25°C durante 5 meses, siendo lo óptimo de 18 - 24°C.

Según FAO (1961), prefiere clima frío, el clima caliente y seco durante la floración reduce la formación de semillas. Para Leal (1970), citado por Monegat (1991), temperaturas medias de 10 a 14°C son muy favorables a su crecimiento.

### **c) Fotoperíodo**

Según FAO (1992), el lupino blanco es indiferente al fotoperíodo aunque se cultiva más en condiciones de días cortos. El *L. albus* y *L. mutabilis* se clasifican entre las plantas indiferentes (Burkart, 1952).

Por su parte Salisbury (1991), indica que la floración está controlada por el factor duración del día que está en función de la latitud, las que florecen cuando la duración del día es menor, se denominan plantas de día corto. Algunas plantas no muestran respuesta a la longitud del día; estas se denominan plantas indiferentes.

## **2.3.2. Requerimientos del suelo**

### **a) Tipo de suelo**

Guerrero (1983) afirma, que el lupino blanco tiene una raíz principal pivotante por lo que requiere suelos profundos y labores culturales indispensables.

Según FAO (1992), el lupino prefiere suelo franco y franco arenoso, con balance adecuado de nutrientes y buen drenaje, pH que oscila entre 5 a 7.

En Peaceful Valley (1988), los lupinos pueden tolerar cualquier suelo a excepción de suelos arcillosos con agua estacionaria en invierno. Al respecto Duke (1981), reporta que el lupino blanco es adaptado a gredas bien drenadas, fértiles neutrales, y moderadamente ácidas hasta gredas arenosas calcáreas o arenas gredosas, es intolerante al anegado y tolerante a la salinidad.

Por su parte en MACA (1997), informa que en condiciones de suelos áridos, arenosos y fríos casi marginales por otras especies, los lupinos proporcionan buenos rendimientos proteínicos.

Al respecto White y Robson (1989), enuncian que los lupinos sufren deficiencia de hierro cuando crecen en suelos calcáreos, mucho más que la arveja. La deficiencia de Fe llevó a una rápida distorsión y decoloración café de las raíces de lupino, seguida de un crecimiento aparentemente normal, pero más lento.

#### **b) pH del suelo**

Hartman y Aldag (1989), reportaron que el haba mostró una nodulación retardada allá donde el pH del suelo era bajo pero que el lupino blanco no mostró decremento en la fijación del nitrógeno. Por otra parte el lupino blanco fue comparado con haba y soya en cinco sitios. El lupino blanco no mostró decremento en la fijación de N<sub>2</sub> a pH menor a 5,5.

Para Duke (1981), lupino blanco tolera a pH de 4.8-8.2 e indica que el mismo es nativo de suelos ácidos y es tolerante a suelos ligeramente ácidos a ligeramente calcáreos. El requerimiento de pH del suelo está en el rango de 5 -7 (FAO, 1992)

#### **c) Nutrientes del suelo**

Duke (1981), indica que el lupino blanco requiere suelos muy fertilizados por ser susceptible a la escasez de fósforo a diferencia del lupino azul y lupino amarillo.

Por su parte Derpsch y Calegari (1985), Tomasini *et al.* (1982), citado por Monegat (1991), indican que el lupino blanco es más exigente a la fertilidad del suelo.

Según White y Robson (1989), enuncian que todos los lupinos sufren deficiencia de hierro cuando se cultivan en suelos calcáreos.

### **2.4. Valor nutritivo y utilización**

Según Putnam (1993), el lupino blanco posee 32 a 38% de proteína y 10 a 11 % de aceite. El lupino suministrado al ganado debe tener un contenido de alcaloide inferior a 0.02%. Asimismo indica que para cerdos no debe incluirse niveles que superen el 8 al 10% de la materia seca diaria.

En FAO (1992), indica que industrialmente se obtiene harina utilizado hasta un 15% en la panificación, tiene la ventaja de mejorar considerablemente el valor proteico y calórico del producto; asimismo permite una larga conservación del pan debido a la retrogradación del almidón, obteniéndose un mayor volumen por las propiedades emulgentes que tiene la lecitina del tarwi libre de alcaloides (*Lupinus mutabilis Sweet*).

Labor (1988), citado por Serrudo (1997), menciona que la alimentación con tarwi (*Lupinus mutabilis S.*) tiene muchas limitaciones, sin embargo el alto contenido de proteínas, aceites y su alta digestibilidad ha permitido que se realicen practicas de alimentación en diversas especies animales. Recomienda la incorporación del lupino en la alimentación animal, siempre que se utilicen granos dulces o desamargados, debiendo equilibrar la relación aminoacidica con otros cereales.

Cuadro 1. Contenido proteínico de especies de *Lupinus* y de soya

ESPECIE	Proteína %	FUENTE
<i>Lupinus mutabilis</i>	42 - 50	Cubero y Moreno,1983
<i>Lupinus albus</i>	34 - 45	Universidad de Buenos Aires 2006
<b>Lupinus termis</b>	40.5	Gabriel S. Marcos 1976
<i>Lupinus luteus</i>	44.6	Ballester et al 1980
<i>Lupinus angustifolius</i>	31.2	Hudson et al 1976
Soya ( <i>Glicine max</i> )	35.5	Hudson et al 1976

Fuente: Repo (1988)

Con excepción del *Lupinus angustifolius*, todas las demás plantas de la especie lupinos contienen un alto contenido de proteínas en especial las especies *L. mutabilis*, *L. albus* y *L. Luteus*.

## 2. 5. Época de siembra

Al respecto Corini (2004), menciona que el rendimiento de grano de lupino blanco (*Lupinus albus L.*) está influenciado por las épocas de siembra, logrando obtener rendimientos de 375 y 707 kg/ha con siembras en fechas 18 octubre y 22 de noviembre con ciclo vegetativo de 7 y 8.5 meses.

Según Putnam (1993), la ventana para la fecha de siembra óptima de lupino blanco es relativamente estrecha. Asimismo señala que el rendimiento del lupino blanco en algunos sitios fue relativamente alto de 3 a 4 ton/ha, pero se observó una gran variación del rendimiento de sitio y de año en año. La época de siembra tiene una gran influencia en el rendimiento del lupino. El cual declinó linealmente cerca de 53 Kg/ha por día en plantíos sembrados después de la fecha de siembra óptima, promedio de 11 años.

Por su parte Condori (1984), indica que el rendimiento total en grano y biomasa aérea de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet.*), está influenciado por las épocas de siembra. Señalando que uno de los factores que inciden directamente son las precipitaciones pluviales, razón por el cual el agricultor debe adecuarse a las épocas de siembra para obtener rendimientos altos.

Rodríguez (1994), indica que las épocas difieren notablemente la disponibilidad de agua y el momento de la siembra de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) esta relacionado estrechamente con las condiciones climáticas que proveen suficiente humedad para la germinación de la semilla, que determina el manejo del tiempo y el espacio, fechas y lugar adecuados al cultivo.

Por su parte Tapia (1997), recomienda iniciar la siembra cuando se hayan acumulado por lo menos 100 mm. de precipitación en la campaña agrícola en condiciones de secano.

## **2.6. Poda**

Haro y Nieto (1994), indican que la práctica de poda del ápice central de *Lupinus mutabilis Sweet.* a los 45 días influye a las variables días a la floración, días a la madurez fisiológica, días a la cosecha, altura de planta, rendimiento de grano y porcentaje de grano.

Para Albiñana (1987), la eliminación de los brotes axilares se realiza para que la planta no pierda vigor, puede mejorarse la planta por las técnicas de poda. La



limitación del número de tallos logra mayor número de frutos y mayor tamaño de frutos.

Según Van Haef (1987), la poda consiste en eliminar manualmente las partes vegetales de la planta, con el uso de herramientas adecuadas y los objetivos son:

- Lograr el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y generativo.
- Evita un crecimiento desorganizado, lo cual facilita el control sanitario, labores culturales y cosecha.
- Logra un mejor aprovechamiento de luz, mayor ventilación dentro el follaje y una mejor asimilación para conseguir mayor rendimiento.

Serrano (1979), menciona que las podas encausan el desarrollo de la vegetación, obteniéndose mayor precocidad en la cosecha e incremento en la producción por unidad de superficie.

## **2.7. Producción de Semilla**

Gross (1982), señala que la obtención de semilla de alta calidad comienza con la producción de semilla en el campo. Las condiciones favorables de crecimiento permiten lograr semilla sana con un óptimo peso de mil granos y una gran fuerza germinativa o vigor. Además, indica que la producción de semilla debería concentrarse en lo posible en zonas sanas para protegerla de los hongos que coexisten en las zonas tradicionales de cultivo.

El mismo autor indica, que el problema comienza al no existir la diferencia entre la producción de semilla de tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) y materia prima para el consumo, ya que en la economía de subsistencia faltan incentivos para la producción de semilla. En consecuencia, no se llevan a cabo la preparación ni el almacenamiento adecuado que la semilla requiere. Los resultados de estas circunstancias son la deficiente viabilidad, impurezas, semillas de malezas y partículas extrañas, así como infecciones causadas por enfermedades e insectos; Logrando la obtención de bajos rendimientos y cosechas de inferior calidad.

Kernick (1961), menciona que para obtener altos rendimientos de semilla de buena calidad, es necesario que el tiempo sea seco y con sol durante la floración, recolección y que haya una cantidad abundante de insectos polinizadores que puedan ejercer su actividad durante la floración. El clima inestable constituye un factor limitativo.

## **2.8. Potencial genético.**

El crecimiento y producción de los cultivos dependen del potencial genético dentro del cual la semilla es considerada como un factor esencial (Villarroel, 1997).

### **2.8.1. Semilla**

Artolachipi (1991), señala que la semilla, es el resultado de la fertilización y maduración de un óvulo. Esta constituido por un embrión, que se desarrolla en la semilla durante la germinación, de un tejido nutritivo en la mayoría de los casos, y de una cubierta protectora, la testa, que recubre a ambos.

Por su parte Kemerer (1984), indica que la semilla resulta de la transformación y maduración del óvulo, después de la fecundación de la oosfera, que encierra en sí todos los elementos y potencialidades de una nueva planta de la misma especie. En consecuencia, las partes de la semilla son: tegumentos, embrión y albumen.

Para Espinoza (1995), la "semilla de calidad" debe contener los siguientes atributos: Genético (características de la variedad), Fisiológico (clima y las condiciones de manejo durante la producción, responsable del vigor de las plantas), Fitosanitario (dependiente de los factores como la variedad, clima y manejo del cultivo) y Físico (presencia o ausencia de materiales extraños indeseados).

Según "Normas Generales y específicas de certificación de semillas" (1999), se considera lupino dulce aquél cuyas semillas tienen un contenido máximo de 0,05% de alcañal, determinado en forma cuantitativa.

Cuadro 2. Categorías de Semillas y sus características

CATEGORIA	CARACTERISTICAS
Genética	Producción bajo la responsabilidad y control directo de un Centro de Investigación o persona que haya obtenido y seleccionado la variedad, manteniendo sus características varietales.
Pre - básica	Semilla producida por instituciones semilleras registradas específicamente para dicho fin cumpliendo los requisitos mínimos.
Básica	Semilla identificada con una etiqueta oficial de color blanco, producida a partir de semilla genética o pre-básica, regida a normas de calidad para la misma, producida únicamente por Centros de Investigación.
Registrada	La etiqueta de esta categoría es de color rosado, para la obtención de esta categoría de semilla, se utilizará semilla básica.
Certificada	Esta categoría se distinguirá con una etiqueta celeste, para su producción se utilizará semilla registrada.
Fiscalizada	Esta categoría es obtenida con la siembra de semilla certificada, la misma se distinguirá con una etiqueta amarilla.

Fuente: Espinoza (1995).

### 2.8.2. Madurez fisiológica de la semilla

Para Gross (1982), la madurez fisiológica o vegetativa está fijada por condiciones ambientales y genéticamente.

Por su parte Feistritz (1985), citado por Corini (2004), señala que los estados de maduración de las leguminosas y cereales están relacionados con el porcentaje de humedad del grano y características de las plantas clasificando estas en madurez lechosa, madurez fisiológica, madurez amarilla, madurez completa y madurez pasada cuyos contenidos de humedad en los granos son de 50, 40-30, 25, 18 y 10 a 14 respectivamente.

De acuerdo con Peterson (1965), en el estado de madurez, la planta está en proceso de desecación y el grano tiene aspecto vidrioso y fuerte, el grano normalmente no puede ser quebrado con las uñas de los dedos, y solamente se logra una leve marca en la superficie del grano. Si cede a mayor presión queda fragmentada. En este estado las inclemencias del tiempo deterioran gravemente la calidad del grano.

### **2.8.3. Vigor de la semilla.**

Según la Universidad Federal de Pelotas (1992), el vigor es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla durante la germinación y emergencia de la plántula. Del mismo modo menciona, que las semillas de buen comportamiento se denominan de alto vigor y aquellos de pobre comportamiento se consideran de bajo vigor.

Para Lees (1980), citado por Corini (2004), menciona que el vigor es una propiedad de la semilla que permite establecer poblaciones aceptables bajo condiciones de campo tanto óptimo como adversas. El mismo autor indica, que el alto vigor de las semillas constituye una póliza de seguro de calidad; otros términos sinónimos usados son: “valor de siembra” “vitalidad de la semilla” “energía de germinación” el término más aceptable y ampliamente usado es vigor.

Al respecto Urueña (1980), indica que la semilla no vigorosa muere durante el estado de plántula; igualmente los daños mecánicos pueden afectar la vitalidad y vigor de la semilla y son más susceptibles al ataque de microorganismos.

## **2.9. Análisis de Laboratorio de Semilla**

### **a) Porcentaje de Pureza física.**

De acuerdo con las normas ISTA (1996), el objeto del análisis de pureza es determinar la composición porcentual en masa de la muestra a ser probada y la identificación de especies de semillas y partículas inertes que componen la muestra.

También indica que se considera semilla pura a los que tienen todas las estructuras (además de las semillas inmaduras, de tamaño inferior al normal, arrugadas, enfermas o germinadas, siempre que puedan ser identificadas, como pertenecientes a dicha especie) con excepción de aquellas que hayan sido transformadas por los hongos en esclerocios y agallas de nemátodos. Las semillas y pseudo semillas de

cualquier especie distinta a la de la semilla pura, son catalogadas como otras semillas.

Del mismo modo, considera dentro de la materia inerte, los granos quebrados, tierra, arena, piedrecillas, restos de la planta, agallas de nemátodos, esclerocios de hongos y todas las demás materias que no sean semillas.

Por su parte Besnier (1989), indica que el porcentaje de pureza de las semillas es la separación porcentual en peso, de sus componentes (semilla pura, materia inerte, semillas extrañas), se denomina semilla pura a aquella perteneciente a la especie botánica declarada, incluyendo semillas intactas y trozos mayores que la mitad independientemente de que contengan o no el embrión, semillas pequeñas, enfermas, germinadas, etc.

Según las “Nuevas Normas para Certificación de Semillas” (2001), semilla pura es la semilla de la especie/variedad predominante en una muestra de trabajo para análisis de calidad, después de deducir los materiales extraños y materia inerte (toda materia extraña que no sea semilla), así como las semillas de malezas prohibidas.

Universidad Federal de Pelotas (1992), menciona que a través de este atributo se tiene la información del grado de contaminación del lote con semillas de plantas dañinas, de otras variedades y la cantidad de materia inerte. Asimismo señala, que un lote de semillas con alta pureza física es un indicativo de que el campo de producción fue bien conducido, la cosecha y el beneficio fueron eficientes.

## **b) Porcentaje de Germinación**

Según FAO (1978), los ensayos de germinación se efectúan invariablemente con semillas elegidas al azar de la fracción de semillas puras, sembrando las semillas en el campo siguiendo la práctica habitual, pero es imposible porque casi siempre se exigen los resultados del análisis de germinación antes de la época de siembra, además para lograr resultados fidedignos, es necesario repetir los ensayos de

germinación, por lo tanto se efectúa en condiciones controladas que no pueden obtenerse en campo.

De acuerdo con las “Nuevas Normas para Certificación de Semillas” (2001), porcentaje de germinación es la cantidad de plántulas normales obtenidas de cada 100 semillas del componente de semilla pura durante la prueba de germinación, bajo las condiciones y periodos especificados para cada especie/variedad.

Artolachipi (1991), citado por Corini (2004), las semillas viables generalmente comienzan a germinar cuando se las sitúa en condiciones adecuadas de humedad, temperatura, oxígeno y luz. En primer lugar las semillas absorben agua, los tejidos se hinchan y la cubierta seminal se vuelve blanda y elástica. La raíz primaria atraviesa la cubierta seminal y se alarga con rapidez; los pelos radicales son abundantes. El desarrollo del sistema apical se produce a continuación. Los cotiledones, son llevados por encima del suelo (germinación epigea) o bien permanecen en el suelo en el interior de la cubierta seminal (germinación hipogea).

La semilla puesta en condiciones favorables, germina por la acción conjunta de la humedad, el calor y el oxígeno. El embrión y las sustancias de reserva absorben agua, se hinchan los tejidos, se rompen los tegumentos, y el embrión comienza a desarrollarse. Es la acción por la cual la semilla pasa de la vida latente a la vida activa, para originar una nueva planta de la misma especie, Kemmerer (1984).

Según Universidad Nacional de Pelotas (1992), la germinación es la emergencia y el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, manifestando su capacidad para dar origen a una plántula normal, en condiciones ambientales favorables. La germinación se expresa en porcentaje y su determinación está padronizada en el mundo entero para cada especie. De acuerdo con el porcentaje de germinación, el agricultor puede determinar la densidad de siembra.

### **c) Peso de 1000 semillas.**

Según ISTA (1996), citado por Corini (2004), a partir de la muestra de trabajo se cuenta ocho repeticiones de 100 semillas cada una al azar o con un contador de

germinación, se pesa cada repetición en gramos con el mismo número de cifras decimales que en el análisis de pureza. El peso de 100 semillas por factor de conversión se calcula el peso de 1000 semillas.

De acuerdo con Universidad Nacional de Pelotas (1992), el peso de 1000 semillas es una característica utilizada para informar el tamaño y el peso de la semilla, conociendo el peso de 1000 semillas, será fácil determinar el peso de semillas a ser utilizado por área de siembra.

Por su parte Gross (1982), indica que el peso de 1000 semillas constituye una característica indicadora de la sanidad de la semilla, los granos grandes de una variedad son más fuertes y eficientes que los pequeños. En la producción de semilla tiene importancia separar los granos pequeños y únicamente utilizar los granos grandes como semilla.

Para Duke (1981), 3308 semillas de lupino blanco pesan un kilogramo, lo que significa que el peso de 1000 semillas es igual a 302.3 gr. Asimismo Mateo (1969) asevera, que en un kilogramo entran 2500 a 3500 semillas, es decir el peso de 1000 semillas es 250 a 350 gr.

Gross (1982) y Tapia (1997), indican que un kilogramo de grano de lupino blanco tiene 3500 a 5000 semillas, la variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento como del ecotipo o variedad, lo que significa que el peso de 1000 semillas es 200 a 285.7gr.

#### **d) Peso Hectolitro**

Según la Universidad Nacional de Pelotas (1992), peso volumétrico es el peso de un determinado volumen de semillas (100lts): es una característica que refleja el grado de desarrollo de una semilla, nos sirve para evaluar la calidad de la semilla y realizar cálculo de silos y depósito en general.

Asimismo señala, el peso hectolítrico está influenciado por el tamaño, forma, densidad y contenido de humedad; cuanto mayor es la semilla mayor será su peso volumétrico. Un lote formado de semillas maduras y bien seleccionadas presenta un peso volumétrico mayor que otro lote con presencia de semillas inmaduras, mal formadas y vacías.

Por su parte Tadeos (1979), citado por Cachuta (1998), define como el peso de un determinado volumen de semilla y el equipo está compuesto: por un cilindro de 100 lts. de capacidad, determinando el peso en la balanza de Hhooper que tiene un volumen de  $\frac{1}{4}$  litro, que registra su respectivo peso en gramos y por regla de tres se convierte en *kg/l*.

Al respecto Mateo (1969), señala que el peso hectolítrico del altramuz blanco pesa aproximadamente 70 kg.

#### **e) Contenido de Humedad.**

Según FAO (1978), el contenido de humedad es importante en la absorción y traslocación de materia prima hacia el interior de la raíz y para su distribución dentro de la planta, también la elongación celular depende principalmente del agua para dilatar la pared celular y las membranas celulares y en el suelo para estimular la fijación del nutrimento.

De acuerdo con ISTA (1996), el contenido de humedad de una muestra es la pérdida en masa cuando es secada, expresada como porcentaje de la masa de la muestra. Por su parte Gross (1982), señala que los requisitos mínimos de humedad para la semilla de tarwi es 8%.

Al respecto Ramírez (1987), indica que en el proceso de la determinación de la humedad de granos y semillas un factor muy importante que debe tomarse en cuenta es la “muestra” que se analiza. Asimismo señala que es indispensable que las muestras tomadas de un lote dado, sea la más representativa, para poder determinar la humedad con mayor confianza, e independientemente del método que se siga en



esta operación. Las muestras de semilla de 100 gramos generalmente, deben ser colocadas en latas herméticas o en bolsas de plástico, que se cierren perfectamente, y no debe abrirse sino hasta cuando se determine la humedad.

Según la Universidad Federal de Pelotas (1992), el contenido de humedad de las semillas es la cantidad de agua contenida en ellas expresada en porcentaje, en función a su peso húmedo. Por consiguiente, la humedad ejerce influencia sobre la semilla en varias situaciones: el punto de la cosecha para la mayoría de las especies es determinado en función del contenido de humedad de la semilla y también afecta a la actividad metabólica de las semillas en los procesos de germinación y deterioro.

Asimismo indica que se debe elegir procedimientos adecuados para la cosecha, almacenamiento y preservación de la calidad física y fisiológica de la semilla; las semillas húmedas o muy secas sufren daños mecánicos en estas operaciones. Las exigencias del contenido de humedad es 13% para la comercialización.

#### **f) Sanidad de Semilla**

Según ISTA (1973), citado por Corini (2004), las semillas de excelente germinación y pureza que van contaminados de agentes patógenos, resultan ser desastrosas, puesto que afectan el suelo y otros cultivos, por lo que sugiere aplicar tratamientos preventivos antes de la siembra.

Asimismo, el ensayo sanitario de la semilla se refiere esencialmente a la presencia o ausencia en las semillas de organismos, que provocan enfermedades como ser: hongos, bacterias y virus, presencia de parásitos, nemátodos e insectos.

De acuerdo con la Universidad Nacional de Pelotas (1992), las semillas utilizadas para la propagación deben ser sanas y libres de patógenos, semillas infectadas con enfermedades presentan baja viabilidad y bajo vigor. Las semillas en general son excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos.

Cuadro 3. Límites de exigencia en laboratorio para la certificación de semilla de lupino blanco (*Lupinus albus L*)

	Pre-Básica y Básica	Certificada 1ª Gen.	Certificada 2ª Gen.
Germinación (a) (min)	--	85 %	85 %
Semilla pura (min)	98 %	98 %	98 %
Materia inerte (máx)	2.0 %	2,0 %	2,0 %
Malezas (máx)	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Otras semillas (máx)	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Otras variedades (máx)	1/kg	2/kg	3/kg
Semilla con más de 0.05% de alcaloides	1 %	3 %	5 %
Dulce (b) (máx)			
Semillas con manchas	1 %	2 %	4 %
Necróticas (máx)	15 %	15 %	15 %
Humedad (máx)			

Fuente: SAG - Servicio Agrícola y Ganadero (1999)

- a. Podrá incluir hasta un máximo de 20 % de semillas duras y latentes.
- b. En la determinación de alcaloides por método de tinción con yoduro de potasio, se considerarán semillas con más de 0,05% de alcaloides aquellas que originan un precipitado.

## 2.10. Labores culturales para la producción de semilla

De acuerdo con PNS (1999), en la producción de semilla no es lo mismo hablar de semilla certificada, que de semilla de "Categoría" certificada. Semilla certificada es aquella que ha seguido todo el proceso de certificación: inscripción de parcela, inspección de campo, acondicionamiento y pruebas de laboratorio, a la cual se le ha asignado una categoría establecida.

### a) Inspección del semillero

Según "Normas generales y específicas de certificación de semillas" (1999), se debe realizar inspección por lo menos una vez durante la floración por técnicos especializados en semillas.

Al respecto el "Programa Nacional de Semillas" (1997), recomienda en la producción de semillas inspección en el campo y control riguroso de la calidad genética de las plantas, observándose el desarrollo, floración, polinización y fructificación a cualquier hora del día. Asimismo indica que las especies autógamias son progenies puros, lo

que significa ser, dentro de cada cultivar, genéticamente semejantes, por lo tanto relativamente fácil el mantenimiento de tales progenies, pues una mezcla varietal es generalmente identificable en condiciones de campo y podrá ser eliminado por medio de la depuración.

Sin embargo ocurre lo contrario con las especies alógamas, poseen poblaciones genéticamente más variables. En estos casos la depuración no es eficiente, pues son variedades mucho más difíciles de mantener, presentando plantas atípicas no identificadas que pueden polinizar plantas de la variedad y formar entonces una nueva composición genética que resultará en una nueva variedad. Por lo tanto, es necesario mayor rigor y medidas drásticas de prevención, en la producción de semillas de especies de polinización cruzada.

#### **b) Elección del área**

Douglas (1982), señala que las áreas adecuadas para la producción de semillas deben ser limpias, fértiles, y si es posible con acceso a riego y aislamiento espacial para evitar contaminación mecánica y genética, de esta forma se obtendrán cosechas más económicas con menores riesgos naturales tanto climáticos, edáficos e incidencia de plagas.

#### **c) Aislamiento**

Según las “Normas Generales y Específicas de Certificación de Semillas” (1999), no serán exigentes en cuanto a distancias, bastando una separación de 2 m., cuando el cultivo vecino sea de la misma variedad, sembrada con semilla de igual o superior categoría en el lupino.

Feistretzer (1977) y Raymond (1983), señalan que el aislamiento es necesario para la conservación de la pureza varietal, para evitar la polinización cruzada entre cultivos compatibles, igualmente se debe impedir mezclas durante el procesamiento y reducir la transmisión de plagas y enfermedades de otros cultivos en campos semilleros.

De acuerdo con las “Normas Generales y Específicas de Certificación de Semilla” (1994), todo campo semillero deberá constituir una unidad claramente definida y separada ya sea por cercas, caminos o similares, que demarquen claramente el campo para evitar mezclas varietales en la siembra y cosecha. La separación mínima deberá ser de dos metros.

Al respecto en FAO (1961), el aislamiento es indispensable para la producción de semilla pura en las especies de polinización cruzada. El mismo autor indica, el porcentaje de cruzamiento natural depende de la actividad de los insectos polinizadores como las abejas.

#### **d) Siembra.**

Según las “Normas Generales y Específicas de Certificación de Semillas” (1999), la siembra de lupino debe efectuarse en hileras separadas por una distancia mínima de 0.34 m en semilleros de categoría pre-básica y se dejarán pasillos de 1m de ancho, con surcos de 0.50 m en semillas de categoría básica, para facilitar el manejo y las inspecciones.

De acuerdo con Parson (1989), en la siembra se puede usar semilla certificada o semilla de la cosecha propia anterior, se recomienda no usar mas de dos veces seguida la semilla de la cosecha propia para mantener la pureza. La siembra debe tener un porcentaje mínimo de germinación de 85%, estas deben estar libres de impurezas para facilitar la siembra. Asimismo manifiesta en general la temperatura y la precipitación pluvial son indicadores decisivos de la época de siembra.

#### **e) Depuración**

De acuerdo con “Normas Generales y específicas de certificación de semillas”, (1999), el productor de semillas deberá eliminar antes del término de la primera floración, las plantas fuera de tipo y débiles.

Feistritzer (1985), señala que la depuración es el proceso de extraer plantas extrañas en diferentes etapas de su desarrollo siendo una práctica importante en la

producción de semilla, para mantener la pureza varietal. Se realiza de acuerdo a las características morfológicas de cada variedad siendo ellos: color, inflorescencia, tamaño de grano y otras características varietales.

Para el mismo autor la depuración se efectúa en la fase de producción de semilla mejorada y semilla básica, para ello se toman las precauciones necesarias destinadas a impedir la polinización cruzada con otras variedades, como también para prevenir las mezclas durante las operaciones de recolección y manipulación; aunque teóricamente no debe existir la necesidad de depurar los campos semilleros para la certificación.

Según PNS (1997), las especies autógamias son genéticamente semejantes dentro el cultivar, la mezcla varietal es generalmente identificable en condiciones de campo y es eliminada por medio de la depuración; las especies alógamas, poseen poblaciones genéticamente más variables, la depuración no es suficiente, pues son variedades mucho más difíciles de mantener, presentando plantas atípicas no identificadas que pueden polinizar plantas de características deseadas y formar una nueva variedad. Por lo tanto, es necesario mayor rigor y medidas drásticas de prevención en la producción de semillas de especies de polinización cruzada.

#### **f) Enfermedades y Plagas**

De acuerdo con “Normas Generales y Especificas de Certificación de Semillas” (1999), las enfermedades: Antracnosis y Mancha del café, ocasionados por los patógenos *Colletotrichum spp.* y *Pleiocheta setosa* respectivamente, deben controlarse con métodos adecuados ya que el ataque intenso de estos patógenos será causal de rechazo en el cultivo de lupino.

#### **g) Cosecha**

Según las “Normas generales y especificas de certificación de semillas” (1999), para evitar mezclas se debe efectuar una limpieza completa de la maquina cosechadora y de los envases a utilizar. Asimismo, indican que deberá mantenerse en todo

momento la identificación y manejo ordenado de la semilla en el predio. El productor deberá informar al Servicio la cantidad total cosechada y la planta seleccionadora a la cual será enviada la semilla.

Asimismo el “Programa Nacional de Semillas” (1997), indica que en esta fase la semilla está fisiológicamente madura y suficientemente seca, permitiendo una cosecha fácil y segura, o está fisiológicamente madura y húmeda, pudiendo ser cosechada y secada artificialmente para el almacenamiento.

#### **h) Almacenamiento**

Según las “Normas Generales y Especificas de Certificación de Semillas” (1994), el almacenamiento de la semilla se debe efectuar en instalaciones adecuadas. Los lotes de semilla deberán estar debidamente identificados y apilados de tal manera que permitan el muestreo de todos los envases y etiquetados.

Para Marsans, citado por Vicente y Tuzzi (1986), los insectos en condiciones adecuadas de humedad y temperatura, se multiplican activamente en el grano almacenado, produciendo quebrantos económicos por: merma de peso (grano consumido) y deterioro de la calidad: a) presencia de insectos vivos, b) presencia de granos picados y c) presencia de granos dañados ocasionados por el calentamiento; de los cuales solo a y b son solucionados a “posteriori” con costosos tratamientos y con la merma que produce la clasificación.

El mismo autor señala, la multiplicación y actividad metabólica de los insectos produce un gran aumento de la temperatura del grano acumulado, llegando a valores de 40 - 45° C que en pocos días causa daños en el grano por efecto de la temperatura. Por su parte Duke (1981), afirma que la semilla de *Lupinus albus* puede almacenarse por dos años sin ninguna pérdida de viabilidad.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización**

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo de 2004-2005 en el Centro Experimental de Cota Cota, dependiente de Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

El centro experimental esta geográficamente a 16° 32' 04" latitud Sur y 68° 03' 44" longitud oeste, y se encuentra ubicada en el Campus Universitario de la zona de Cota Cota a los 3445 m.s.n.m., al Sudeste de la ciudad de La Paz, en el margen derecho del río Jillusaya, ladera este con exposición oeste, a 16km aproximadamente del centro de la ciudad (Anexo 1).

#### **3.2. Clima**

Según Troll (1959), citado por Zeballos (2000), el clima de La Paz es caracterizado como "Clima tropical de alta montaña" o "Tropical de ritmo diario" (Lorini, 1991), es decir con variaciones marcadas de temperatura durante el día y poca variación a lo largo del año.

Existen registros de los años 1989 y 1990 obtenidos por PROMENAT (proyecto de medicina nativa) de la estación experimental ubicada en el campus universitario de Cota Cota (3400 msnm), con datos de temperatura promedio de 13.3°C, siendo los meses más calidos de enero a abril y de septiembre a diciembre. Una baja notable de la temperatura media se registra durante los meses de junio y julio, en los que se presenta heladas y escarchas. Se registró un promedio anual de precipitación de 467 mm. (Zeballos, 2000).

En los meses de junio a septiembre, se presentan las temperaturas más bajas, con temperaturas mínimas que están por debajo de los 0° C. Los meses de diciembre a

marzo corresponden al periodo de mayor precipitación; los meses de abril a junio de escasa precipitación y el mes de agosto corresponde a un mes árido (Vargas, 1992).

La zona de Calacoto, puede ser más húmeda que la zona de Cota Cota debido a la cercanía con la Cordillera Oriental, lo que determina mayores precipitaciones por efecto de los vientos que bajan de la Cordillera (Lorini, 1991).

### **3.3. Materiales**

#### **3.3.1. Material genético**

La semilla utilizada para el estudio es el lupino blanco (*Lupinus albus L.*), variedad prima.

#### **3.3.2. Materiales de campo**

Los materiales utilizados fueron los siguientes: picotas, chontillas, rastrillos, estacas de 60cm, etiquetas, tableros de identificación, flexometro, callapos, tijera podadora, sobres manila, alambre de púas.

#### **3.3.3. Material de laboratorio**

<ul style="list-style-type: none"><li>- Balanza analítica de precisión (Mettler Toledo)</li><li>- Cámara germinadora</li><li>- Mufla (Multigrain Types)</li><li>- Microscopio (Stereoscopio)</li><li>- Envase 1 lt (Liter cup 203)</li><li>- Diafanoscopio</li><li>- Lupa</li><li>- Pipeta</li><li>- alcohol al 70%</li><li>- Sales de tetrasolio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- bandejas germinadoras</li><li>- porta y cubre objetos</li><li>- Lavandina (neolisolin)</li><li>- Cajas petri</li><li>- mechero</li><li>- agua destilada</li><li>- arena fina</li><li>- mimbres</li><li>- pinza</li></ul>
---	--



### 3.3.4. Material de gabinete

Se utilizó libreta de campo, literatura consultada, computadora, impresora, cámara fotográfica, 2 rollos de película normal y sobres de papel.

## 3.4. METODOLOGIA DEL ENSAYO

### 3.4.1. Elección del terreno

Se ubicó el área experimental con las características adecuadas para el cultivo, terreno donde no se cultivó especies similares en los dos años anteriores.

Posteriormente se realizó el análisis físico y químico del suelo, tomando muestras a una profundidad de 0 - 35 cm. Las muestras de suelos se llevaron al laboratorio de Suelos del Instituto de Ecología UMSA (Anexo 2).

Cuadro 4. Análisis físico químico del suelo de Cota Cota

Características	Datos
pH	6,8
Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	857
Carbono Orgánico (%)	3,2
Materia orgánica (%)	5,4
Nitrógeno total (%)	0,27
Fósforo disponible (mg/kg)	69
Potasio intercambiable (meq/100 g)	0,53
Textura	
Arena (%)	10
Limo (%)	59
Arcilla (%)	31
Clase Textural	F A L

Fuente: Elaboración Propia, sobre la base del informe de Laboratorio del Instituto de Ecología (2005)

Estos valores de análisis físico químico del suelo se verificó con el manual de interpretaciones de Villarroel (1988), la parcela experimental se caracterizó por un suelo de textura franco arcillo limoso, con pH de 6.8 que corresponde a un suelo neutro, materia orgánica alto, nitrógeno total alto, fósforo medio y potasio moderado.

### **3.4.2. Preparación del suelo**

La preparación del terreno se realizó con un mes de anticipación, con roturado manual del terreno a profundidad de 30 a 35 cm., simultáneamente se procedió al desterronamiento y mullido del suelo. Una vez preparado el terreno se realizó el trazado y estacado para demarcar los bloques y tratamientos experimentales.

Se efectuó el trazado de 4 bloques, con 24 unidades experimentales de 15m<sup>2</sup> y el área total del ensayo fue de 460m<sup>2</sup>.

### **3.4.3. Surcado del terreno**

El surcado se realizó para cada época de siembra en forma manual, utilizando chonta, cavando a profundidad de 10 a 15 cm., con una distancia de 50 cm. entre surcos en cada unidad experimental.

### **3.4.4. Siembra**

Se realizó como sigue: la primera época de siembra el 15 de septiembre, la segunda época el 4 de octubre y la tercera época de siembra el 24 de octubre de 2004; en las tres épocas de siembra se utilizó el sistema de siembra por golpe, depositándose dos semillas por golpe en línea, tomando en cuenta distancia entre surcos 50 cm., entre plantas 20 cm. de distanciamiento, consecuentemente una densidad de siembra de 80 *kg/ha*.

### **3.4.5. Labores culturales**

#### **a) Control de malezas**

Esta labor se efectuó en forma manual con chontilla, tres veces durante todo el ciclo vegetativo del cultivo en las tres épocas, principalmente en sus primeros estadios, con la finalidad de romper la capilaridad del suelo y evitar el crecimiento de la malezas y la competencia con el cultivo principal que es el lupino blanco.

## **b) Aporque**

Paralelamente al raleo se efectuó el aporque en dos oportunidades, para dar condiciones de buen drenaje y estabilidad a las plantas.

## **c) Poda de Tercera inflorescencia**

La técnica de poda de la tercera inflorescencia del área experimental se realizó cuando se observó más del 50% de los brotes axilares terciarias por unidad experimental y por época de siembra. Es decir la primera época a los 109 días, la segunda a los 103 días y la tercera época a los 134 días aproximadamente. Esta práctica se realizó en forma de bisel, con una tijera podadora afilada, previamente desinfectado para prevenir focos de infección en las plantas.

## **d) Control de plagas y enfermedades**

Durante el ciclo vegetativo del cultivo no se presentaron plagas ni enfermedades que causen daños de importancia económica, por el cual no hubo necesidad de aplicar insecticidas y/o funguicidas durante el ciclo del cultivo.

## **e) Depuración**

Se extrajeron plantas débiles, atípicas y malformadas antes de la primera floración, tomando en cuenta las características externas de la planta.

### **3.4.6. Cosecha**

La cosecha se realizó manualmente por estratos o niveles de floración cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica, es decir cuando la planta tomó un color amarillo a marrón, y al sacudir emiten un ruido como sonajas, acompañadas de una defoliación.

La misma se realizó cuando el tiempo fue moderadamente fresco, para reducir la posibilidad de dehiscencia de la vaina. La primera época de siembra sin poda se cosecho entre el 18 a 25 de abril y con poda de 01 al 5 de marzo, la segunda época sin poda se cosechó del 15 al 20 de mayo y con poda del 22 al 25 de marzo y finalmente la tercera época de siembra se cosecho sin poda del 27 al 30 de junio y con poda del 18 al 22 de abril de 2005; con diferencia de un mes aproximadamente en la primera época de siembra, dos meses en la segunda y tercera época de siembra.

#### **3.4.7 Formación de parvas y secado.**

Se forman pequeñas parvas, durante 1 a 2 semanas después de la cosecha para completar la madurez fisiológica de algunas vainas inmaduras, teniendo en cuenta que la maduración de las vainas no es homogénea en la misma planta.

#### **3.4.8. Trillado**

La trilla se realizó manualmente por unidad experimental, empleando el método tradicional de pisoteo previamente amontonado.

#### **3.4.9. Venteado de granos**

Se realizó el venteado de granos posteriormente a la trilla, aprovechando el viento de la naturaleza, con el objeto de separar la semilla, del resto de vegetales y de materia inerte.

### **3.5. Diseño experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, con 6 tratamientos y 4 bloques (Anexo 3) teniendo un total de 24 unidades experimentales, Calzada (1970).

### 3.5.1. Factores de estudio.

#### Factor A: Épocas de Siembra

- a<sub>1</sub> Primera época (15/09/04)
- a<sub>2</sub> Segunda época (04/10/04)
- a<sub>3</sub> Tercera época (24/10/04)

#### Factor B: Poda de inflorescencias

- b<sub>1</sub> Sin poda
- b<sub>2</sub> Con poda

Factor A Épocas de siembra	Factor B Poda inflorescencia	Combinaciones Factor A x Factor B
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>		a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
a <sub>3</sub>	b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
		a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
		a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>
		a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>

Lo que represente; 3 x 2 x 4 = 24 U.E. (Unidades Experimentales)

#### Características del experimento

Diseño	:	Bloques al azar
Numero de bloques	:	4
Número tratamientos	:	6
Número unidad Experimental	:	24
Distancia entre surcos	:	0,5m
Distancia entre plantas	:	20 cm
Número de semillas por golpe	:	2
Separación entre parcela - época	:	1,0m
Separación entre bloques	:	1,0m
Área unidad experimental	:	15m <sup>2</sup>
Área total por ensayo	:	460m <sup>2</sup>

### 3.5.2. Modelo estadístico

El modelo lineal aditivo que se utilizó para probar los diferentes efectos del diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas fue el siguiente Calzada (1970).

$$\gamma_{ijk} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon\beta\alpha_{ij} + \tau_k + \alpha\tau_{jk} + \varepsilon\varepsilon\beta\alpha\tau_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$	=	Dato cualquiera del cultivo
$\mu$	=	Media de la población
$\beta_i$	=	Efecto del i-esimo bloque
$\alpha_j$	=	Efecto de la j-esima época de siembra del factor A
$\varepsilon\beta\alpha_i$	=	Cuadrado medio del Error "A"
$\tau_k$	=	Efecto de la k-esima poda de inflorescencia; del factor B
$\alpha\tau_{jk}$	=	Interacción entre la j-esima época de siembra del factor A con la k-esima poda de inflorescencia del nivel del factor B
$\varepsilon\varepsilon\beta\alpha\tau_{ijk}$	=	Cuadrado medio del Error "B".

### 3.6. Variables de respuesta

Cada unidad experimental esta constituida por 6 surcos, de los cuales por efecto de borde se descartaron los surcos laterales y 50 cm. de cabecera. Se tomaron como parcela útil 4 surcos centrales para la evaluación de las variables agronómicas y atributos físicos de la semilla.

#### 3.6.1. Variables agronómicas

##### 3.6.1.1. Porcentaje a la emergencia

El porcentaje a la emergencia se consideró desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de plantas emergieron a la superficie, obteniendo el total de plantas emergidas por unidad experimental, dividido entre la cantidad total de semillas depositadas en los surcos, multiplicado por 100.

##### 3.6.1.2. Porcentaje a la floración primaria

Se determino contabilizando las plantas con floración en cada tratamiento, dividido por el total de plantas existentes en cada unidad experimental multiplicado por 100. Considerando desde la siembra hasta el momento en que más del 50% de plantas presentaron brotes florales.

### **3.6.1.3. Número de inflorescencias por planta**

La evaluación se realizó después de la poda de la tercera inflorescencia, cuando la totalidad de las plantas por tratamiento estaban ya con inflorescencias, el conteo se efectuó 2 veces por semana, contando la cantidad total de inflorescencias por planta de cada unidad experimental.

### **3.6.1.4. Altura de planta**

La altura de las plantas, se midieron en el estado de madurez fisiológica del lupino blanco, desde la base del cuello hasta la parte apical de las 12 plantas marcadas en los tratamientos.

### **3.6.1.5. Longitud de vaina**

Se midió a la madurez fisiológica indistintamente en las tres épocas de siembra, desde la base hasta el ápice de la vaina, mediante una muestra representativa de las 12 plantas rotuladas en el tratamiento.

### **3.6.1.6. Número de granos por vaina**

Esta evaluación se efectuó a la madurez fisiológica, contabilizando el número de granos por vaina en las 12 plantas rotuladas.

### **3.6.1.7. Días a la madurez Fisiológica**

Es el número de días transcurridos a partir de la siembra hasta el momento de cosecha, donde las vainas toman un color amarillo a marrón y al sacudir emiten un ruido como sonajas, acompañadas de una defoliación paulatina.

### **3.6.1.8. Índice de cosecha**

Según Robles (1986), citado por Mamani (1994), el índice de cosecha se determinó en una balanza analítica, en base a la relación del peso seco del grano y el peso total de la planta seca (grano + broza).

$$IC = \frac{PGS}{PGS + PBS} \times 100$$

*IC = Índice de cosecha*

*PGS = Peso de grano seco*

*PBS = Peso de broza seco*

### **3.6.1.9. Rendimiento de semilla**

El rendimiento de semilla fue evaluado por unidad experimental en las tres épocas de siembra y podas de inflorescencia, descartando por efecto de bordura los surcos laterales y 50 cm. de cabecera. El rendimiento se obtuvo en gramos/m<sup>2</sup> y luego a través de factores de conversión se transforma en *kg/ha* por unidad experimental.

### **3.6.2. Variables de atributos físicos**

La determinación de los atributos físicos de la semilla se realizó siguiendo las reglas ISTA (Reglas Internacionales para los Ensayos de Semilla) en el laboratorio de la “Oficina regional de semillas” La Paz.

#### **3.6.2.1. Pureza física de la semilla**

Se determinó de acuerdo a la composición en peso de la muestra del lote de la semilla analizada. La muestra de análisis se clasifica en tres componentes: semilla pura, otras semillas (materia vegetal) y materia inerte, esta última fue inexistente en los lotes de grano. Determinándose el porcentaje en peso de la semilla pura.

Para determinar la pureza física primeramente se pesó 100 gramos con cuatro repeticiones por unidad experimental, según Normas ISTA (1996), la muestra se colocó en el diafanoscopio y con una pinza se procedió a la selección de semilla pura, materia vegetal y materia inerte.

#### **3.6.2.2. Determinación del porcentaje de germinación**

Para la prueba de germinación se realizó muestreo de la semilla de todas las unidades experimentales. Primeramente se esterilizó la arena fina, se dejó enfriar y se colocó en recipientes plásticos, posteriormente se procedió a la siembra de 100



semillas por tratamiento con 3 repeticiones y se regó para dar condiciones aptas para la germinación y se cubrió el envase y finalmente se colocó en la cámara germinadora a temperatura de 20°C. Previamente se desinfecto la cámara y recipientes plásticos con neolisolin (lavandina).

La observación se realizó cuando las plántulas emergían, mostrando cotiledones y extensión de las hojas primarias, a los 7 días de permanecer en la germinadora en las tres épocas. Luego se contaron las plantas germinadas, anormales y semillas duras y por ultimo se hizo el cálculo del porcentaje de germinación.

*Plántulas normales*, son aquellas que presentaron todas las estructuras esenciales normales, es decir con sistema radicular (raíz primaria), hipocotilo, cotiledones, epicotilo y hojas primarias.

*Plántulas anormales*, con una o varias de las estructuras, con defectos, como sistema radicular raquítica o atrofiada, hipocotilo ausente, cotiledones decolorados, etc. y la *Semilla dura*, son semillas no germinadas en las que el embrión no ha desarrollado por latencia o por daño físico causado en la semilla.

### **3.6.2.3. Peso de 1000 semillas**

El peso de 1000 semillas se efectuó a partir de la muestra de trabajo, tomando en cuenta 8 replicas de conteo de 100 semillas tomadas al azar, se peso cada replica en gramos en la balanza analítica de precisión, para posteriormente promediar los resultados obtenidos, según ISTA (1996).

### **3.6.2.4. Peso hectolítrico ( *kg/hl* )**

Para determinar el peso hectolitrito del grano, se empleo un aparato llamado Liter Cup-203 expresado en *g/l*, luego se procedió al pesado en una balanza analítica de precisión, por unidad experimental. Este resultado por factores de conversión se transforma en *kg/hl*, tomando en cuenta la relación de 100 *l/hl*.

### 3.6.2.5. Determinación del contenido de humedad

El contenido de humedad se realizó por diferencia de humedad de la semilla. Se registró el peso de la muestra de grano húmedo de 100 gramos con 3 repeticiones por unidad experimental y posteriormente la misma se sometió a temperatura de 105 °C durante 24 horas, por el método de estufa a temperatura constante, según ISTA (1996).

$$\%H = \frac{ph - ps}{ph} \times 100$$

$\%H$  = Porcentaje de humedad

$ph$  = Peso húmedo de la muestra

$ps$  = Peso seco de la muestra

### 3.6.2.6. Determinación sanidad de semilla

Se escogieron semillas a simple vista con presencia de probables esporas, las cuales se desinfectaron con alcohol a 70%, para luego lavar con agua destilada y se procedió a cultivar las semillas sobre porta objetos en cajas petri preparadas con base de papel toalla humedecida con agua destilada y por último se colocaron en la cámara germinadora a temperatura de 20 °C por el lapso de una semana, observándose cada dos días el desarrollo de posibles patógenos. Dicha observación se realizó con la ayuda de un microscopio.

### 3.6.3. Análisis estadístico

Las variables de respuesta: porcentaje de germinación, porcentaje a la floración primaria, número de inflorescencia, altura de planta, longitud de vaina, número de granos por vaina, días a la madurez fisiológica, índice de cosecha, rendimiento de semilla, pureza física, porcentaje de germinación, peso de 1000 semillas, peso hectolítrico, contenido de humedad de las tres épocas de siembra y podas, se analizaron estadísticamente siguiendo los procedimientos establecidos para un

diseño de bloques al azar con arreglo factorial en parcelas divididas, por Calzada (1970).

Para las características anteriores se efectuó la prueba de Tukey con la distribución de "F" con probabilidad de significancia al 5%. Por otra parte fueron calculadas las regresiones lineales y correlaciones de altura de planta, longitud de vaina y número de granos en función del rendimiento, de acuerdo a su grado de observancia de cada variable. Para el análisis estadístico se ejecuto aplicando el SAS/STAT Sthepheni *et al.*, (1985).

#### **3.6. 4. Análisis de costos parciales de producción**

El análisis económico se realizó de acuerdo al manual metodológico de evaluación económica propuesta por Perrín *et al.* (1979). Se elaboro los costos de producción para las épocas de siembra y podas. Tomando en cuenta lo siguiente:

- Rendimientos promedios expresados en *kg/ha*.
- Rendimientos ajustados; para obtener este valor se considero que la producción comercial en el ámbito de los agricultores es de 10% menos que la producción experimental.
- Ingreso bruto; resulta de la multiplicación entre el rendimiento ajustado por el precio del producto.
- Ingreso neto; resulta de restar los costos de producción del ingreso bruto.
- El cálculo de la relación *beneficio/costo* se determino en base a la siguiente relación.

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Ingreso bruto de la producción}}{\text{Costos de producción}}$$

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **4.1. Datos climáticos**

Los registros de precipitación y temperatura media para la zona de Cota Cota, durante el periodo de evaluación de julio 2004 a junio 2005, registrados por el Instituto de Hidráulica e Hidrología de la Universidad Mayor de San Andrés se detallan en el Anexo 4.

#### **4.1.1. Régimen Hídrico**

La Figura 1, muestra el comportamiento de los datos registrados de precipitación, durante el desarrollo del ensayo y datos promedio de años anteriores, siendo el mes de enero el más lluvioso con 125.7 mm., seguidos con meses de escasa precipitación de mayo y junio con 13.5, 11.6 mm., respectivamente. La que más precipitación recibió fue la tercera época con 384.5 mm., seguida de la primera con 364.2 mm. y finalmente la segunda época de siembra con 359.4 mm.

Bajo estas condiciones las precipitaciones pluviales que se registraron durante el ciclo del cultivo, se encuentran dentro el rango mínimo requerido para las tres épocas de siembra. Al respecto en FAO (1992), los requerimientos de precipitación de lupino se encuentran entre 350 - 800mm. Contrariamente en Peacefull Valley (1988) citado por Corini (2004), afirma que los lupinos prosperan en zonas con más de 381mm de precipitación.

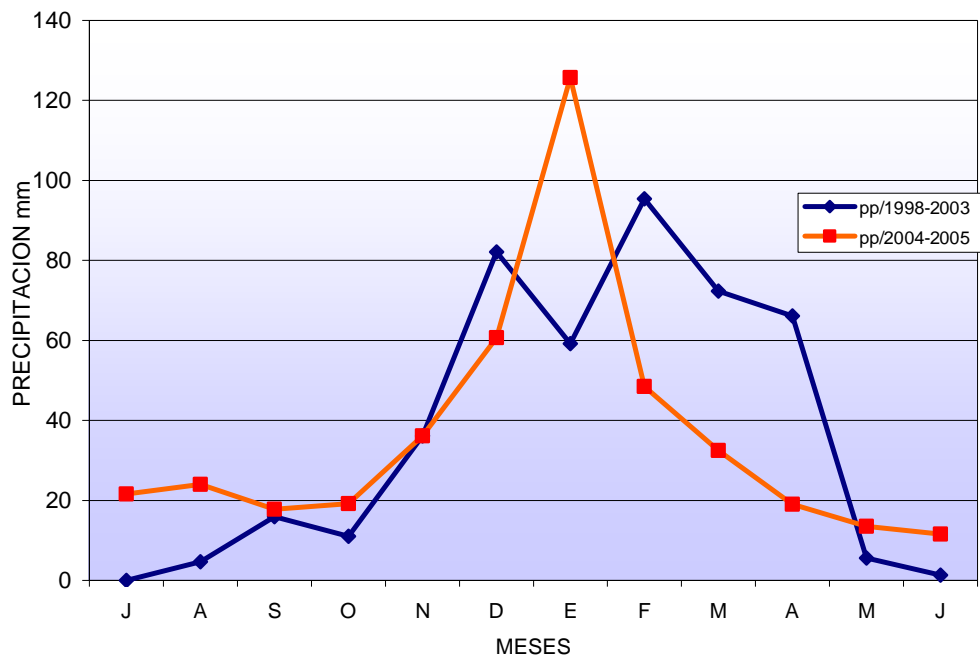


Figura 1. Datos de precipitación de la gestión 2004 – 2005 y varios años

#### 4.1.2. Régimen de Temperatura

El comportamiento de los datos registrados durante el ciclo del cultivo se presenta en la Figura 2. La temperatura promedio del ciclo del cultivo fue de 11.8°C, la mínima media, y temperatura máxima promedio fueron 5.8 y 19.7 °C respectivamente.

No se tuvo problemas con la temperatura durante el desarrollo del cultivo, al respecto Primolini y Vitta (s. f.), señalan que durante la germinación y emergencia el lupino blanco requiere 3 °C, en el periodo de floración de 16 -18 °C y mayores a 18°C en el periodo del llenado de grano hasta la madurez.

Por su parte Leal (1970), citado por Monegat (1991), las temperaturas medias de 10 a 14 °C son muy favorables al crecimiento del cultivo.

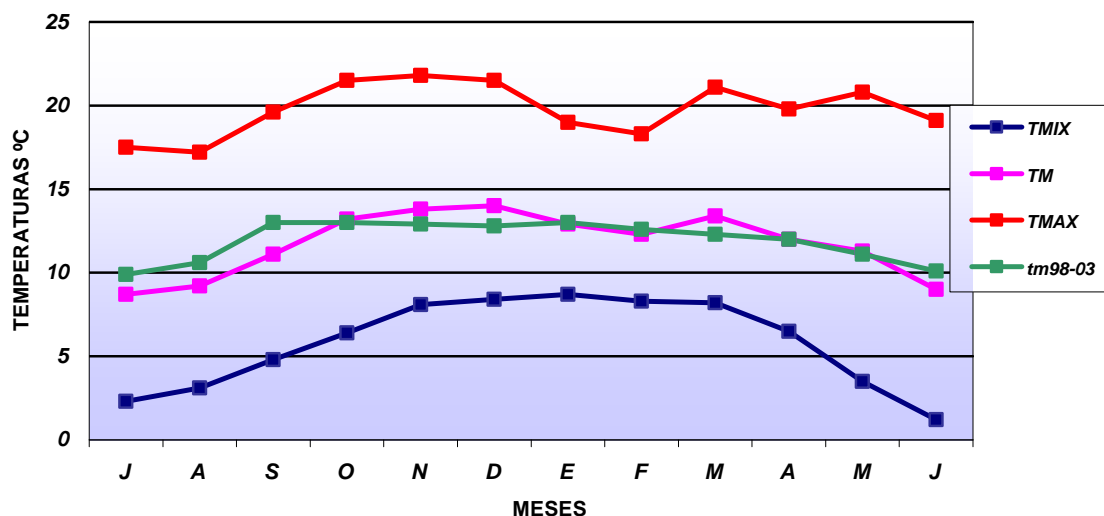


Figura 2. Temperaturas promedio del ciclo del cultivo 2004 - 2005.

#### 4.2. Análisis estadístico de las variables agronómicas de lupino blanco.

Los resultados de campo evaluados en el presente trabajo se presentan en el Anexo 5, en valores promedios para todas las características agronómicas.

##### 4.2.1. Porcentaje de emergencia.

El porcentaje de emergencia de las plántulas se observan en el Cuadro 6, en el que la segunda época de siembra es relativamente mayor con 87.7 %, seguida de la tercera con 86.0 % y la primera época de siembra con 84.6 %. Asimismo la segunda época de siembra emerge a los 16 días, la tercera y primera época de siembra emergen a los 18 días. Esta mínima diferencia numérica probablemente se debe a que solamente se trabajó con una sola variedad.

Cuadro 6. Porcentaje de emergencia de lupino blanco

Época de siembra	% de emergencia	Días de emergencia
Segunda época	87.7	16
Tercera época	86.0	18
Primera época	84.6	18

#### 4.2.2. Porcentaje de la floración primaria

El porcentaje a la primera floración del lupino blanco debido a las épocas de siembra fueron no significativos estadísticamente; la segunda época florece en un 85% a los 71 días, seguida de la primera época con 84% en 74 días y la tercera época con 82 % a los 78 días aproximadamente, los datos se observan en el Cuadro 7.

Esta mínima variación numérica se debe probablemente a que solo se trabajó con una sola variedad en el experimento y el efecto de las horas luz que determina la floración fue similar para el periodo de floración del cultivo. Al respecto en FAO (1992) y Burkart (1952) indican que el *lupinus albus* y *Lupinus mutabilis* son indiferentes al fotoperiodo aunque se cultivan más en condiciones de día corto.

Por su parte Corini (2004), señala que la floración primaria de lupino blanco se produce a los 70 días, se origina a cierta edad de las plantas y es variable de una especie a otra.

Cuadro 7. Porcentaje a la primera floración de lupino blanco

Época de siembra	Floración 1 <sup>ra</sup>	Días a la floración 1 <sup>ra</sup>
Segunda época	85%	71
Primera época	84%	74
Tercera época	82%	78

#### 4.2.3. Número de inflorescencia por planta

En el Cuadro 8 de análisis de varianza para el número de inflorescencia, se observa diferencias estadísticas significativas para el factor épocas y diferencias altamente significativas para podas, interacción época por podas, en las cuales se realizaron la comparación de medias.

La variabilidad que presenta esta expresada por el coeficiente de variación de 12.2%, encontrándose en los límites aceptables expresado por Calzada (1970).

Cuadro 8. Análisis de varianza de número de inflorescencia de lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	1.8433	0.6144	0.06	-
Época	2	192.737	96.368	8.67	0.0170 *
Error Experimental "A"	6	66.727	11.121		
Podas	1	769.533	769.533	274.58	0.0001 **
Época x Poda	2	62.099	31.049	11.08	0.0037 **
Error Experimental	9	25.222	2.8025		
Total	23	1118.16			

C.V. = 12.2 %

#### 4.2.3.1. Número de inflorescencias/planta en épocas de siembra

Según la comparación de medias para el número de inflorescencia, mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Cuadro 9), se observa diferencias estadísticas significativas. Este resultado, nos demuestra que la segunda y tercera época de siembra son estadísticamente similares con 16.14 y 15.24 inflorescencias respectivamente, a la vez ambas son superiores estadísticamente a la primera época que tiene 9.73 inflorescencias (Figura 3).

Esta diferencia estadística puede atribuirse a que la segunda y tercera época de siembra presentan condiciones climáticas favorables para la formación de mayor cantidad de inflorescencias en la planta, frente a la primera época de siembra.

Cuadro 9. Promedios de número de inflorescencia por época de siembra.

Época de siembra	Promedios	Prueba Tukey 5%
Segunda época	16.14	A
Tercera época	15.24	A
Primera época	9.73	B



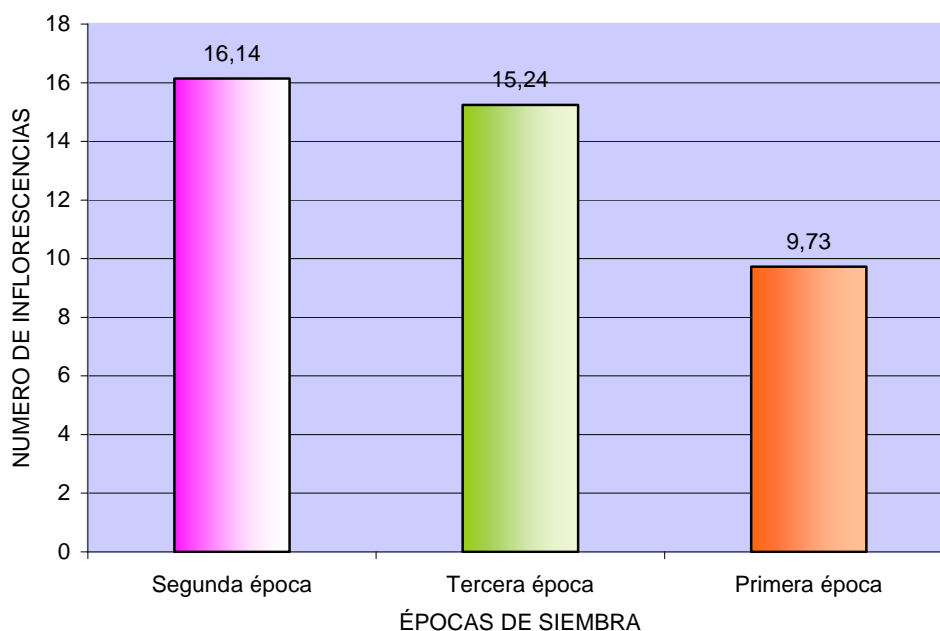


Figura 3. Promedios de número de inflorescencias por época de siembra

#### 4.2.3.2. Número de inflorescencias por planta en la poda

En el Cuadro 10, se observan los promedios de número de inflorescencias en el factor podas, mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se observan diferencias estadísticas altamente significativas, donde el tratamiento sin poda es superior con 19.36 inflorescencias en relación al tratamiento con podas que reporta 8.03 inflorescencias. Esta diferencia estadística se debe principalmente a las prácticas de poda o actividad mecánica, que se realiza en el experimento, las cuales influyeron en la reducción del número de inflorescencias por planta en el tratamiento con podas.

Cuadro 10. Promedios de número de inflorescencias por poda.

Efecto de la Poda	Promedios	Prueba Tukey 5%
Sin Poda	19.36	A
Con Poda	8.03	B

#### **4.2.3.3. Efecto de épocas de siembra por poda de inflorescencias en número de inflorescencias**

La figura 4, muestra las épocas de siembra x poda, en el número de inflorescencias, donde se presentan diferencias estadísticas altamente significativas. Al representar gráficamente se observa que el número de inflorescencias del factor sin poda de la segunda época de siembra con 22.73 inflorescencias es ligeramente superior a la tercera época con 22.2 y ambas a la vez son significativamente más superiores a la primera época con 13.12 inflorescencias.

La técnica de poda de la tercera inflorescencia en las tres épocas de siembra disminuyen el número de inflorescencias de la siguiente manera; la segunda época de siembra se reduce a 9.53, seguida de la tercera época con 8.24 y finalmente la primera época de siembra a 6.32 inflorescencias por planta.

En la interacción de épocas de siembra por poda, existe diferencias estadísticas significativas; la primera época de siembra con poda presenta 6.32 inflorescencias siendo esta la más baja, respecto a la segunda época de siembra sin poda con 22.73 inflorescencias.

Esta diferencia significativa en el número de inflorescencias, es por la poda mecánica que se realiza a la tercera inflorescencia reduciendo de manera radical el número de inflorescencias. Contrariamente el tratamiento sin poda también influenciada por las condiciones climáticas de la época de siembra posee mayor número de inflorescencias, llegando a florecer hasta la cuarta inflorescencia. De manera general podemos indicar que las prácticas de poda disminuyen el número de inflorescencias y viceversa.

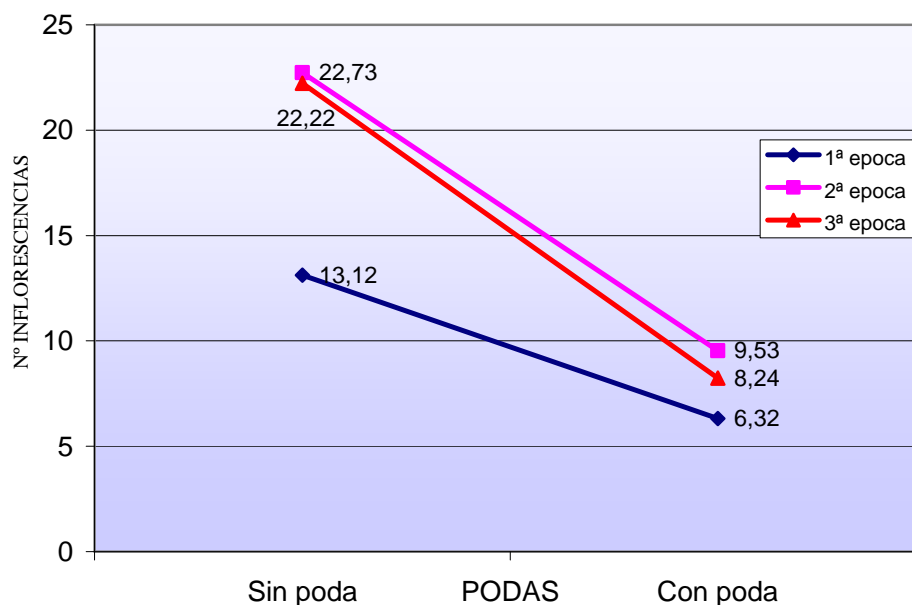


Figura 4. Interacción épocas de siembra x poda de inflorescencias

#### 4.2.4. Altura de planta

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 11) para la altura de planta, se observan diferencias altamente significativas para podas de la inflorescencia. Sin embargo no existen diferencias estadísticas para las fuentes de variación de épocas de siembra, interacción de épocas por podas de inflorescencia.

El coeficiente de variación es 7.19 %, el cual nos indica que los datos son confiables Calzada (1970).

Cuadro 11. Análisis de varianza de altura de planta de lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	133.18	44.393	0.99	
Época	2	69.52	34.762	0.77	0.5031 ns
Error Experimental "A"	6	270.21	45.035		
Podas	1	7897.43	7897.43	265.78	0.0001 **
Época por Poda	2	48.385	24.192	0.81	0.4731 ns
Error Experimental	9	267.42	29.714		
Total	23	8686.16			

C.V. = 7.19 %

#### 4.2.4.1. Altura de planta en épocas de siembra

Según la comparación de medias para altura de planta en épocas de siembra mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 12), se muestran mínimas diferencias numéricas. Donde la segunda época es ligeramente superior numéricamente con 77.6 cm, frente a la tercera y primera época de siembra con 76.2 y 73.4 cm. respectivamente.

Las diferencias numérica, se debe principalmente a que solamente se trabajó con una variedad y las condiciones climáticas de las tres épocas de siembra no influyeron a la altura de planta.

Al respecto Corini (2004), encontró diferencias estadísticas entre épocas de siembra en Cota Cota, donde la segunda época fue superior con 111.9 cm., en relación a la primera época de siembra con 84.7 cm., hallando una mayor altura de planta, en comparación a los encontrados en el presente trabajo, tomando en cuenta que no se realizó el tratamiento de poda.

Cuadro 12. Promedios de altura de planta en época de siembra.

Época de siembra	Promedios (cm)	Tukey al 5%
Segunda época	77.6	A
Tercera época	76.2	A
Primera época	73.4	A

#### 4.2.4.2. Altura de planta con podas de inflorescencia

Según la comparación de medias para altura de planta del lupino blanco, mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Cuadro 13) existen diferencias estadísticas altamente significativas, donde el tratamiento sin poda con 93.86 fue estadísticamente superior al tratamiento con poda con 57.58cm (Figura 5).

Esta diferencia altamente significativa se debe a que la poda mecánica influyó radicalmente en reducir la altura de planta en 38.5%, hizo que las plantas tengan

altura menor, respecto al tratamiento sin poda que ha tenido un desarrollo normal sin alteraciones en la fisiología de la planta.

Cuadro 13. Promedios de altura de planta con poda.

Poda de inflorescencia	Promedios (cm.)	Prueba Tukey 5%
Sin Poda	93.86	A
Con Poda	57.58	B

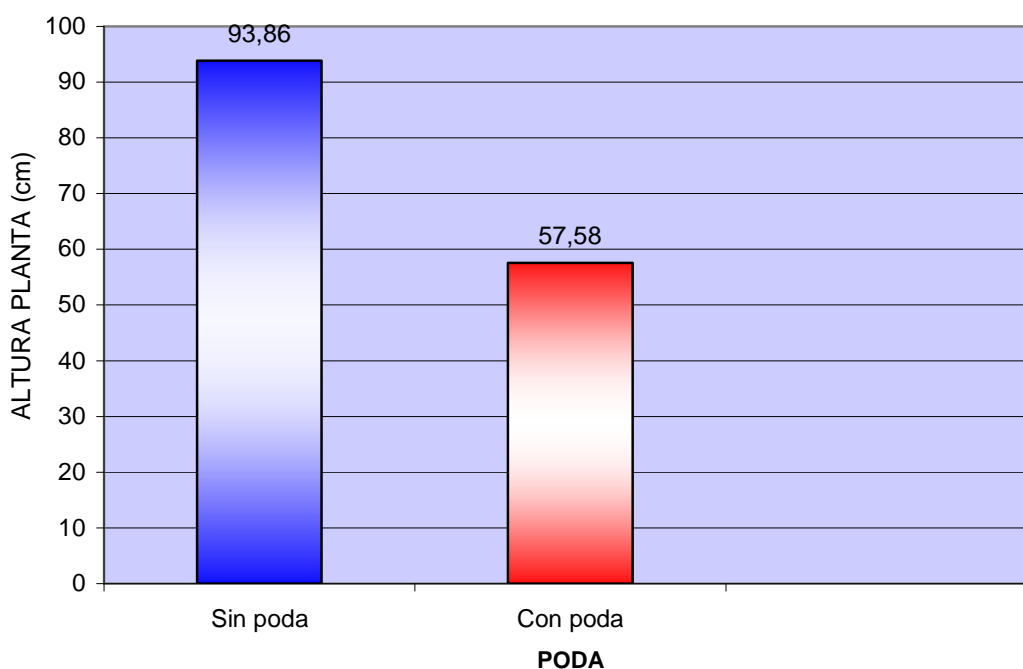


Figura 5. Promedios de altura de planta en poda de inflorescencias

#### 4.2.5. Longitud de vaina

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 14) para la longitud de vaina, se muestran diferencias estadísticas altamente significativas para el tratamiento con podas y no existen significancia para épocas de siembra e interacción época de siembra por podas. La variabilidad que presenta esta expresada a través del coeficiente de variación de 2.58%, encontrándose en los límites aceptable expresado por Calzada (1970).

Cuadro 14. Análisis de varianza de longitud de vaina de lupino blanco.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	0.7292	0.2430	6.22	
Época	2	0.0140	0.0070	0.18	0.8396 ns
Error Experimental "A"	6	0.2343	0.0390		
Podas	1	7.3704	7.3704	141.49	0.0001 **
Época por Poda	2	0.0098	0.0049	0.09	0.9106 ns
Error Experimental	9	0.4690	0.5211		
Total	23	8.8269			

C.V. = 2.58 %

#### 4.2.5.1. Longitud de vaina en épocas de siembra

El cuadro 15, muestra la comparación de medias para la longitud de vainas en épocas de siembra, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad se muestra solo diferencias numéricas. Donde la primera época de siembra con 8.85cm es ligeramente mayor frente a la segunda época con 8.81cm y tercera época de siembra con 8.79cm.

Estas diferencias numéricas probablemente se deben a que los intervalos de siembra entre épocas fueron de 20 días, los cuales no influyeron en la longitud de vaina del lupino blanco.

Al respecto Corini (2004), encontró diferencias estadísticas entre dos épocas de siembra en Cota Cota, donde la segunda época de siembra fue inferior con 5.4cm, en relación a la primera época de siembra con 7.0cm, estos datos que encontró fueron menores, en comparación a los encontrados en el presente trabajo sobre longitud de vaina. Asimismo el periodo de siembra entre épocas de siembra fue de 30 días.

Cuadro 15. Promedios de longitud de vaina en época de siembra.

Época de siembra	Promedios (cm)	Tukey al 5%
Primera época	8.85	A
Segunda época	8.81	A
Tercera época	8.79	A

#### 4.2.5.2. Longitud de vaina con poda de inflorescencias

Realizada la comparación de medias para la longitud de vainas con poda de inflorescencia, mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Cuadro 16) se observa diferencias altamente significativas, donde el tratamiento con poda con 9.37cm fue estadísticamente superior al tratamiento sin poda con 8.26cm (Fig. 6).

La técnica de poda probablemente influyó significativamente en el mayor crecimiento longitudinal de las vainas, posiblemente al reducir la masa foliar a través de la poda, las plantas aprovechan mejor la energía solar, humedad, espacio, consecuentemente un mayor y mejor aprovechamiento de nutrientes del suelo.

Al contrario las plantas sin poda tienen un menor crecimiento longitudinal de vainas esto debido a una alta densidad en la ramificación y follaje, el cual tiene su efecto en el menor aprovechamiento de la energía solar y mayor competencia de nutrientes entre las plantas.

Asimismo esta diferencia se debe a que la eliminación de ramas terciarias logra aumentar el vigor de la planta, puesto que los nutrientes del suelo se reparten entre un número menor de ramas logrando como resultado vainas de mayor longitud.

Al respecto Fuentes (1988), señala que la poda tiene por finalidad limitar el número de ramas por planta, con lo cual reduce el número de frutos, en compensación de una mayor calidad y precocidad.

Cuadro 16. Promedios de longitud de vaina por efecto de la poda

<b>Efecto de la Poda</b>	<b>Promedios (cm.)</b>	<b>Prueba Tukey 5%</b>
Con Poda	9.37	A
Sin Poda	8.26	B

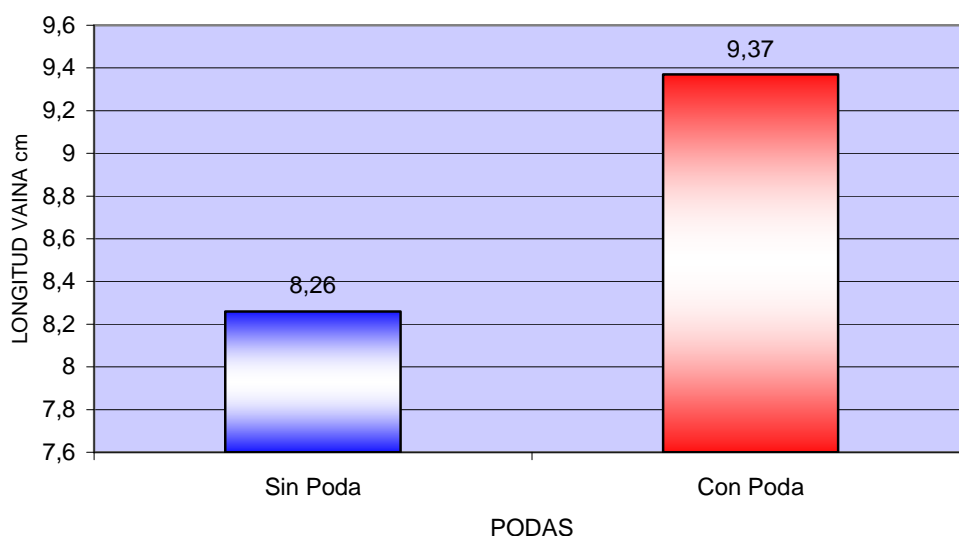


Figura 6. Promedios de longitud de vaina con poda

#### 4.2.6. Número de granos por vaina

Según el análisis de varianza para esta característica número de granos por vaina, se muestra diferencias estadísticas altamente significativas para poda de inflorescencias y diferencias significativas para la interacción época de siembra x poda de inflorescencia; sin embargo no existen diferencias significativas para las demás fuentes de variación (Cuadro 17).

El coeficiente de variación es bajo con 7.04 %, lo que indica que los datos tienen alta confiabilidad Calzada (1970).

Cuadro 17. Análisis de varianza de número de granos por vaina del lupino blanco.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	0.1963	0.0654	0.51	
Época	2	0.0631	0.0315	0.25	0.7885 ns
Error Experimental "A"	6	0.7663	0.1277		
Podas	1	6.5417	6.5417	75.01	0.0001 **
Época por Poda	2	0.8807	0.4403	5.05	0.0338 *
Error Experimental	9	0.7848	0.0872		
Total	23	9.2332			

C.V. = 7.04 %



#### 4.2.6.1. Número de granos por vaina en épocas de siembra

En el Cuadro 18 se observa, la comparación de promedios para el número de granos/vaina en épocas de siembra en el lupino blanco, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, se muestran diferencias estadísticas no significativas.

La segunda época de siembra es ligeramente superior con 4.23 granos/vaina, respecto a la primera y tercera época de siembra con 4.22 y 4.12 granos/vaina respectivamente. El promedio entre las tres épocas de siembra es de 4 granos por vaina.

Esta diferencia numérica, no estadística, se debe probablemente a que las épocas de siembra no son factores determinantes o no influyen sobre el número de granos/vaina, además se formaron las cantidades de granos necesarios por la polinización.

Al respecto Corini (2004), encontró entre 2 - 3 granos/vaina en el cultivo de lupino blanco siendo este promedio, inferior a los resultados del presente trabajo.

Cuadro 18. Promedios de número de granos por vaina por época de siembra

Época de siembra	Promedios	Tukey al 5%
Segunda época	4.23	A
Primera época	4.22	A
Tercera época	4.12	A

#### 4.2.6.2. Número de granos/vaina con poda de inflorescencias

Según la comparación de promedios para el número de granos/vainas, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 19), se muestran diferencias estadísticas altamente significativas, donde el número de granos/vaina con poda de inflorescencia es estadísticamente superior con 4.71 granos/vaina, con relación al manejo sin poda que es de 3.66 granos/vainas.

Esta diferencia estadística probablemente se debe, a que el tratamiento con poda debido a la eliminación de ramas terciarias genera mayor aprovechamiento de luz, aprovecha mejor los nutrientes del suelo, humedad, espacio, sin competir con las plantas vecinas de la misma especie, expresada en el mayor número de granos por vaina.

Al respecto Haro y Nieto (1994) indican que la poda del ápice central del *Lupinus mutabilis* S, tiene influencia en el aumento de número de granos por vaina, donde las plantas reciben mayor cantidad de nutrientes y mejor llenado de grano en las vainas.

Lo cual, coincide que la poda influye en el aumento del número de granos por vaina en el *Lupinus albus*.

Cuadro 19. Promedios de número de granos por vaina por efecto de poda.

Poda	Promedios (granos/vaina)	Prueba Tukey 5%
Con Poda	4.71	A
Sin Poda	3.66	B

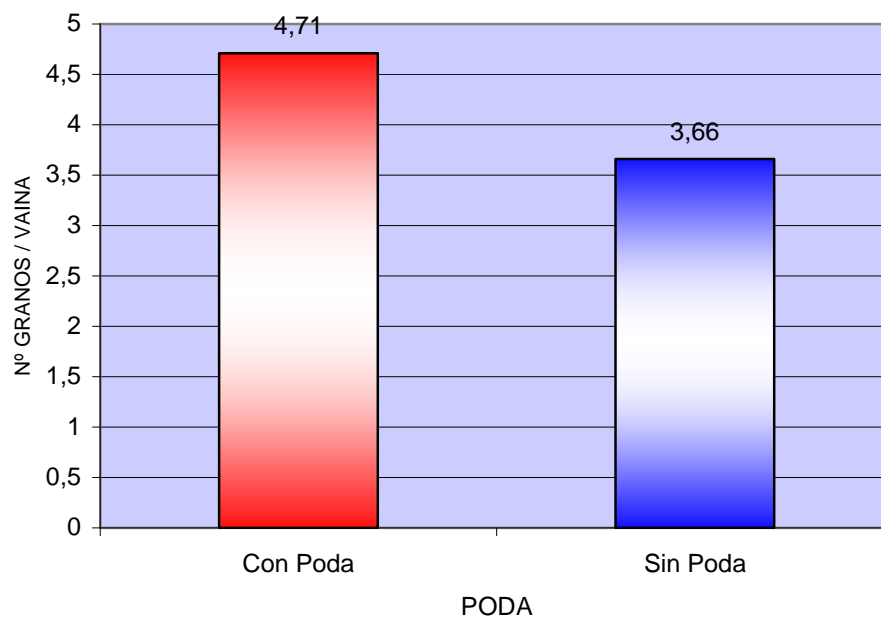


Figura 7. Promedios de número de granos por vaina por efecto de la poda

#### **4.2.6.3. Efecto de épocas de siembra x poda, en número de granos/vaina**

La Figura 8, muestra la interacción entre época de siembra x podas, en el número de granos/vaina donde se presenta diferencias estadísticas significativas. Al representar gráficamente se observa que el número de granos/vaina con técnicas de poda en la segunda época con 4.99 es superior a la tercera y primera época de siembra con 4.61 y 4.52 respectivamente; en cambio en el tratamiento sin poda, en general se presenta decremento en las tres épocas de siembra, es decir la primera época de siembra con 3.92, con respecto a la tercera época (3.62) y finalmente la segunda época se reduce a un mínimo de 3.46 granos/vaina.

La interacción época de siembra x poda de inflorescencia, presenta el número de granos/vaina de 3.46 en la segunda época sin tratamiento de poda siendo esta la más baja, respecto a las plantas con poda de la misma época que es de 4.99 granos/vaina (Figura. 8). El número de granos/vaina esta influenciada por la segunda época de siembra en el cual se presenta una menor precipitación pluvial con 359.5 mm.

Al representar gráficamente, se observa que el manejo con poda es superior en número de granos/vainas con respecto al manejo sin poda en las tres épocas de siembra; existiendo un mayor grado de incremento en la segunda época de siembra, en comparación a la primera y tercera época de siembra.

En general las tres épocas de siembra tienden a incrementar el número de granos/vaina por el manejo de la poda. Asimismo la eliminación de las ramas terciarias influye en el mejor aprovechamiento de la energía solar, humedad, nutrientes del suelo, probablemente menor aborto de las flores y mayor fructificación de los granos/vaina.

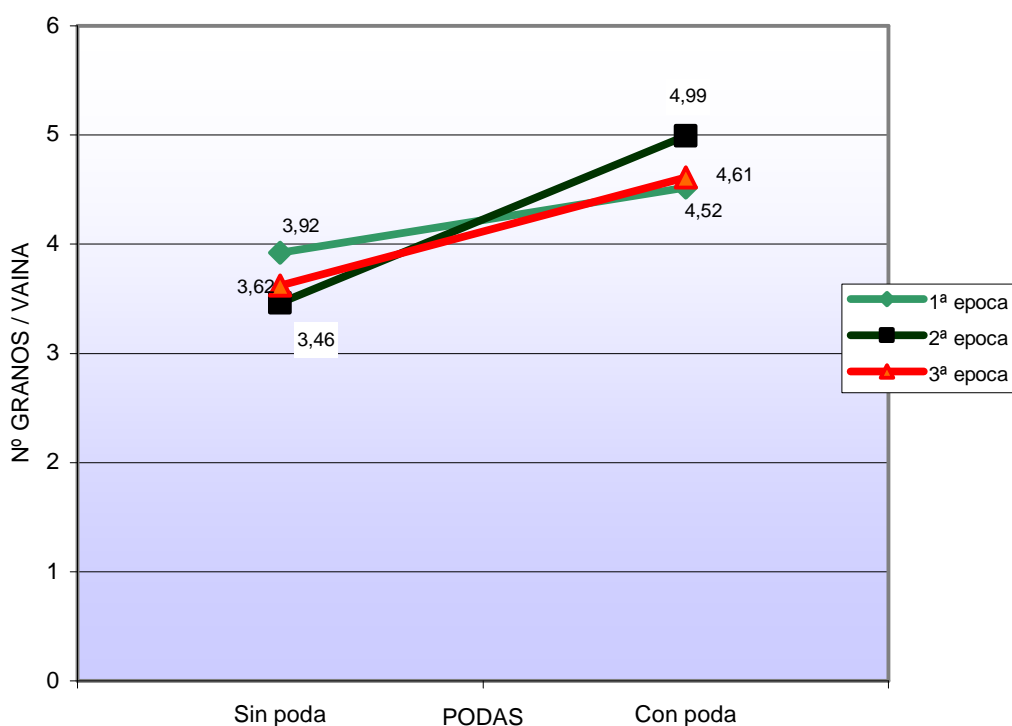


Figura 8. Interacción época de siembra por podas del número de granos por vaina

#### 4.2.7. Días a la madurez fisiológica

En el Cuadro 20, según el análisis de varianza para la madurez fisiológica, se muestra diferencias estadísticas altamente significativas para el factor épocas, podas de inflorescencia e interacción época por poda de inflorescencia, en las cuales se realizaron la comparación de medias.

Cuadro 20. Análisis de varianza de días a la madurez fisiológica de lupino blanco.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	14.027	4.675	0.98	
Época	2	1911.24	955.623	200.30	0.0001 **
Error Experimental "A"	6	28.625	4.770		
Podas	1	21307.0	21307.0	1776.59	0.0001 **
Época por Poda	2	689.66	344.83	28.75	0.0001 **
Error Experimental	9	107.9387	11.993		
Total	23	24058.5			

C.V. = 1.72 %

#### 4.2.7.1. Días a la Madurez fisiológica en épocas de siembra

Según la comparación de medias para la madurez fisiológica en épocas de siembra mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad (Cuadro 21) se muestran diferencias estadísticas altamente significativas, donde la tercera época de siembra es superior estadísticamente con 212.6 días, respecto a la segunda y primera época de siembra con 198.1 y 191.2 días respectivamente. La segunda época de siembra también es superior estadísticamente a la primera época de siembra (Figura. 9).

Esta diferencia probablemente se debe a que la tercera época de siembra recibió una mayor cantidad de agua a través de la precipitación pluvial con 384.5mm, respecto a la segunda y primera época de siembra con 359.4 y 364.2 mm respectivamente, la cual influyó significativamente en el alargamiento de la madurez fisiológica. La tercera época de siembra tiene un mayor ciclo vegetativo con 8 meses, seguida de la segunda época de 7.5 meses y finalmente la primera época de siembra presenta mayor precocidad con 7 meses.

Al respecto Corini (2004), encontró más días a la madurez fisiológica en la segunda época de siembra con mayor precipitación en todo el desarrollo de la planta. Esta aseveración confirma que cuando el cultivo recibe más precipitación esta, tiende a madurar fisiológicamente en mayor número de días.

Gross (1982) indica que la madurez vegetativa o fisiológica está fijada, por un lado, genéticamente y depende por otro lado de las condiciones ambientales.

Cuadro 21. Promedios de días a la madurez fisiológica por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (días)	Prueba Tukey 5%
Tercera época	212.6	A
Segunda época	198.1	B
Primera época	191.2	C

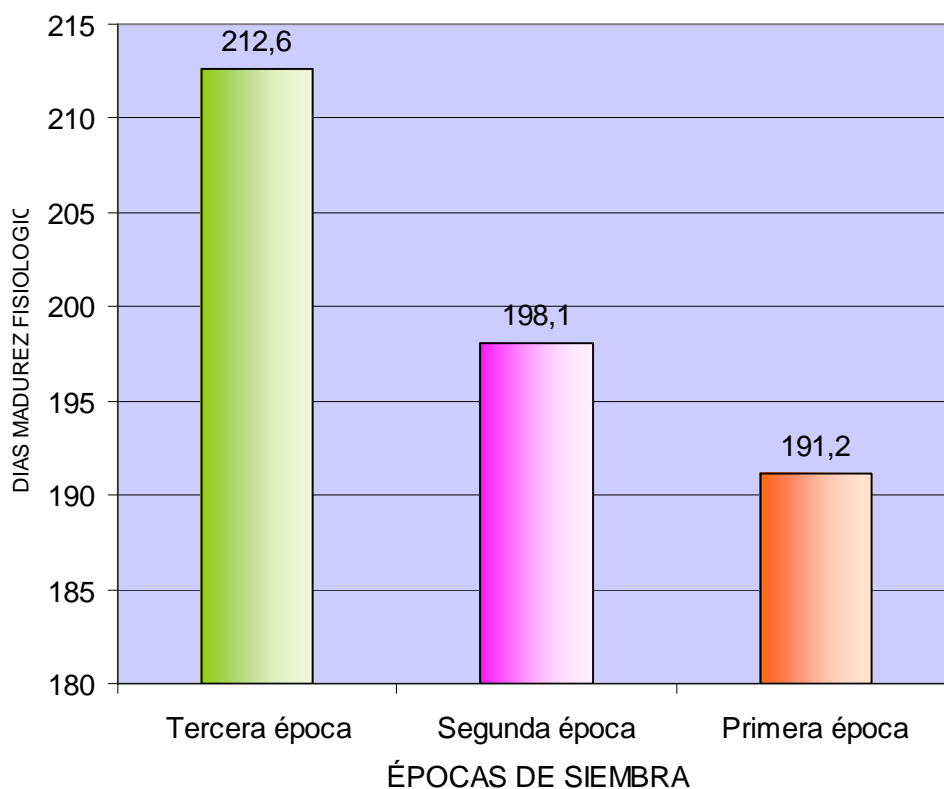


Figura 9. Promedios de días a la madurez fisiológica por época de siembra.

#### 4.2.7.2. Días a la Madurez fisiológica en poda de inflorescencias

Según la comparación de medias a la madurez fisiológica con tratamiento de poda, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 22), se observa diferencias estadísticas altamente significativas, donde el tratamiento sin poda es superior con 230.4 días respecto al tratamiento con poda con 170.8 días (Figura 10).

El ciclo vegetativo de las plantas sin poda es de 7.7 meses y las plantas con poda se reducen a 5.7 meses. Esta diferencia posiblemente se debe a que las plantas tratadas con técnicas de poda de la floración terciaria reducen la madurez fisiológica en 2 meses, disminuyéndose en consecuencia en 25.8 % los días a la madurez fisiológica, lo que significa que la práctica de la poda hace que las plantas de lupino blanco acorten su ciclo vegetativo. Contrariamente las plantas sin poda tienen mayor ciclo vegetativo.

Lo que coincide con Albiñana (1987), quien indica que las técnicas de poda y la limitación del número de tallos provocan precocidad o aceleración de la madurez fisiológica.

Cuadro 22. Promedios de días a la madurez fisiológica por poda.

Poda	Promedios (Días)	Prueba Tukey 5%
Sin Poda	230.4	A
Con Poda	170.8	B

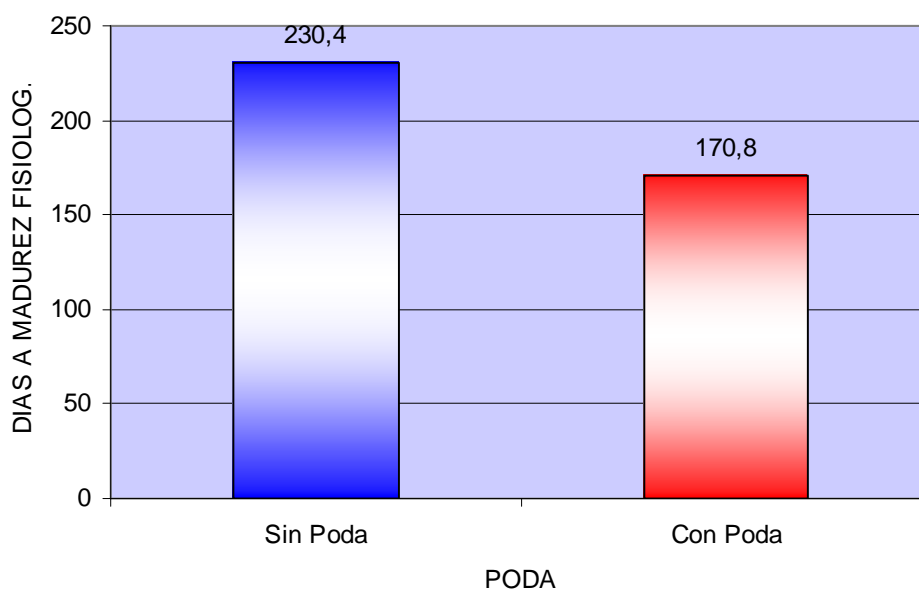


Figura 10. Días a la Madurez fisiológica con poda de inflorescencia terciaria

#### 4.2.7.3. Interacción de la época de siembra x poda, a la madurez fisiológica.

La figura 11, muestra la interacción época de siembra por poda a la madurez fisiológica, donde se presentan diferencias estadísticas altamente significativas. Al representar gráficamente se observa que los tratamientos sin poda de la tercera época de siembra es superior con 249.5 días, respecto a la segunda y primera época de siembra con 226.5 y 215.1 días respectivamente; en cambio tratamientos con técnicas de poda de ramas terciarias presenta decremento de días a la madurez fisiológica, la tercera época con 175.6 días, seguida de la segunda y finalmente la primera época de siembra disminuye a 167.2 días.

La interacción poda de ramas x época de siembra, presenta la madurez fisiológica de 167.2 días (5.6 meses) con poda de la primera época de siembra siendo esta la mas baja, respecto a la técnica sin poda de la tercera época de siembra con 249.5 días (8.3 meses). La primera época con poda es la más precoz y la tercera época sin poda presenta mayor ciclo vegetativo. Esta diferencia se debe posiblemente a que la tercera época de siembra fue beneficiado con la mayor cantidad de agua a través de la precipitación pluvial con 384.5mm, frente a la primera época de siembra con 364.2mm de precipitación.

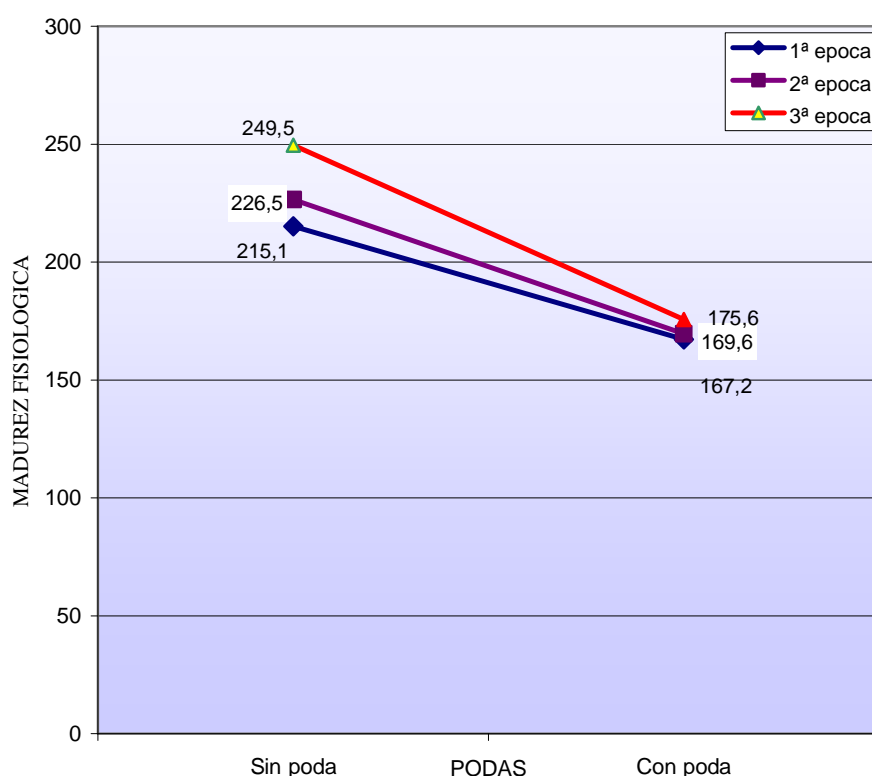


Figura 11. Interacción época de siembra por podas de días a la madurez fisiológica.

#### 4.2.8. Índice de cosecha

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 23) para el índice de cosecha, se observa que no existe diferencias estadísticas para épocas de siembra, podas e interacción épocas de siembra x podas. Con un coeficiente de variación de 16.35% clasificado como medio, indicando que los datos son confiables Calzada (1970).



Cuadro 23. Análisis de varianza del índice de cosecha de lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	692.38	230.79	5.59	
Época	2	337.36	168.68	4.09	0.0758 ns
Error Experimental "A"	6	247.57	41.262		
Podas	1	52.717	52.717	1.05	0.3313 ns
Época por Poda	2	79.558	39.779	0.80	0.4805 ns
Error Experimental	9	449.92	49.991		
Total	23	1859.5			

C.V. = 16.35 %

#### 4.2.8.1. Índice de cosecha en épocas de siembra

Según la comparación de medias, para el índice de cosecha en épocas de siembra, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 24), se observa mínimas diferencias numéricas, siendo similar estadísticamente en las tres épocas de siembra. Donde la primera época de siembra con 47.02% es ligeramente superior respecto a la segunda época de siembra (44.54) y tercera época con 38.12.

Esta diferencia numérica, se debe probablemente a que las épocas de siembra en el caso presente no influyen a la relación del peso de grano y peso total de la planta, es decir sobre el índice de cosecha.

Al respecto Quispe (1997), indica que el índice de cosecha de *Lupinus mutabilis* S. varia entre 17.87 - 34.91%, la cual contrasta con los resultados obtenidos en este trabajo.

Cuadro 24. Promedios de índice de cosecha por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (%)	Tukey 5 %
Primera época	47.02	A
Segunda época	44.54	A
Tercera época	38.12	A

#### 4.2.8.2. Índice de cosecha con poda de inflorescencia

En el Cuadro 25, se observan los promedios de índice de cosecha, mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad, solamente existen diferencias numéricas. Donde el manejo sin poda es numéricamente mayor respecto al manejo con poda con 44.71% y 41.74 % respectivamente. El resultado nos indica que es indiferente realizar la poda en esta variable, debido que no influye sobre el índice de cosecha. Esta diferencia numérica posiblemente se debe a que los granos del tratamiento con técnica de poda tienen relativamente mayor peso que el tratamiento sin poda.

Cuadro 25. Promedios de índice de cosecha por efecto de la poda.

Efecto de la Poda	Promedios (%)	Tukey 5%
Sin Poda	44.71	A
Con Poda	41.74	A

#### 4.2.9. Rendimiento de semilla (kg/ha)

De acuerdo al análisis de varianza para rendimiento en Kg/ha, se observan diferencias estadísticas altamente significativas solo para épocas de siembra, la cual es motivo de comparación de medias. Sin embargo, no existe diferencias estadísticas para podas e interacción entre época de siembra por poda de la inflorescencia (Cuadro 26).

Con un coeficiente de variación de 24.21%, indicando que los datos son confiables Calzada (1970).

Cuadro 26. Análisis de varianza de rendimiento de grano del lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	415649.0	138549.6	1.63	
Época	2	2601263.8	1300631.9	15.33	0.0044 **
Error Experimental "A"	6	508911.83	84818.63		
Podas	1	108698.9	108698.9	1.35	0.2756 ns
Época por Poda	2	101388.9	50694.47	0.93	0.5554 ns
Error Experimental	9	726215.0	80690.56		
Total	23	4462127.6			

C.V. = 24.21 %

#### 4.2.9.1. Rendimiento en épocas de siembra

Realizada la comparación de medias para el rendimiento de semilla en épocas de siembra, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 27), se observa diferencias estadísticas altamente significativas, donde la segunda época de siembra con 1633.0 kg/ha es estadísticamente superior con relación a la primera y tercera época de siembra con 1007.7 kg/ha y 879.3 kg/ha respectivamente. A la vez la primera y tercera época de siembra son estadísticamente similares (Figura. 12).

Esta diferencia probablemente se debe que la segunda época de siembra recibió durante su ciclo vegetativo un requerimiento adecuado de precipitación con 359.4mm, frente a la primera con 364.2mm y finalmente la tercera época recibió 384.5mm de agua de la precipitación pluvial. Con lo que podemos inferir que las épocas que reciben menor precipitación pluvial en este caso concreta asimilan mejor los nutrientes, ocasionan mayor inducción floral, mejor fructificación, consecuentemente mayor rendimiento de semilla. Al contrario los bajos rendimientos de la tercera época se pueden atribuir a que el cultivo estuvo expuesto a altas precipitaciones pluviales acompañadas de granizadas, durante el ciclo vegetativo, las cuales afectaron a la caída de las flores de la inflorescencia.

En este sentido Corini (2004), obtuvo rendimientos entre 375 y 707 kg/ha, menores al presente trabajo, indicando que las precipitaciones bien distribuidas incrementan los rendimientos y las altas precipitaciones reducen el rendimiento de grano en el lupino blanco. Por su parte Putnam (1993) indica que la fecha de siembra tardía tiene una influencia significativa en el rendimiento de grano del lupino blanco.

Cuadro 27. Promedios de rendimiento de grano por época de siembra

Época de siembra	Promedios (Kg/ha)	Prueba Tukey 5%
Segunda época	1633.0	A
Primera época	1007.7	B
Tercera época	879.3	B

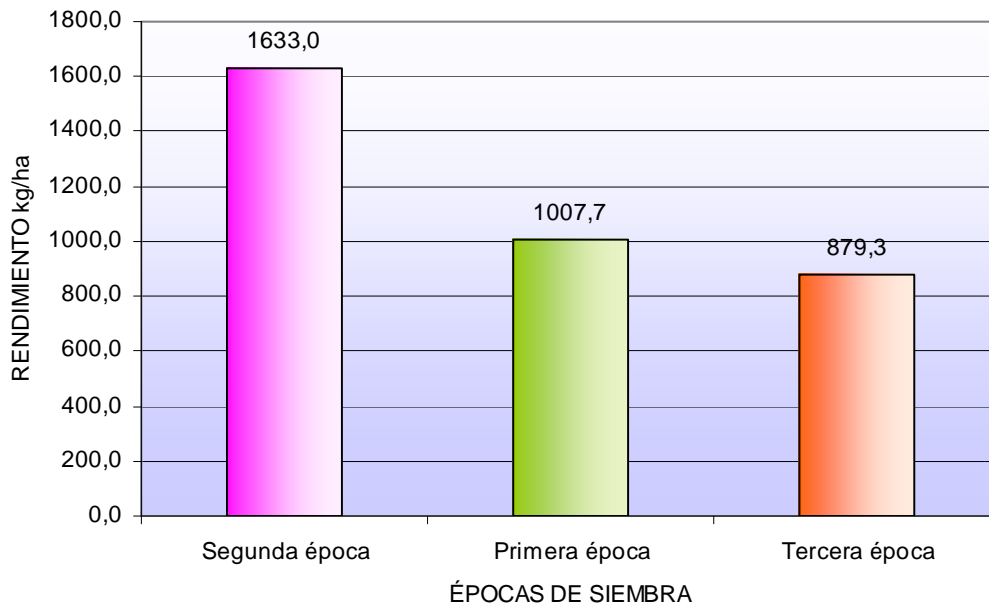


Figura 12. Promedios de rendimiento (kg/ha) de grano por épocas de siembra.

#### 4.2.9.2. Rendimiento de semilla por efecto de poda

De acuerdo con la comparación de medias para el rendimiento de la semilla por efecto de la poda, con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 28) se observa diferencias numéricas, donde el tratamiento con poda produjo 1240.6 kg/ha, en relación al tratamiento sin poda con 1106.0 kg/ha. Esta diferencia numérica ligera se debe que las plantas con poda, desarrollaron longitudinalmente mejor las inflorescencias, mayor longitud de vainas, mayor número de granos/vaina y mejor fructificación, consecuentemente rendimiento de 10.8% mas respecto al tratamiento sin poda.

Cuadro 28. Promedios de rendimiento por efecto de la poda.

Efecto de la Poda	Promedios (kg/ha)	Tukey 5%
Con Poda	1240.6	A
Sin Poda	1106.0	A

#### **4.2.9.3. Interacción poda de inflorescencia x épocas, en rendimiento de semilla**

La figura 13, muestra la influencia poda de la inflorescencia x épocas de siembra, en el rendimiento de semilla, donde se observan diferencias numéricas. Al representar gráficamente se observan que los tratamientos con poda de la segunda época de siembra con 1790.39 Kg/ha es superior a la primera y tercera época de siembra con 1045.58 y 885.87 Kg/ha respectivamente; en cambio en el tratamiento sin poda en general todas las épocas de siembra decrecen el rendimiento, la segunda con 1475.54, seguida de la primera con 969.81 y finalmente la tercera época de siembra cae aún mas a 872.7 Kg/ha.

El mayor rendimiento de semilla se presenta en el tratamiento con poda de la segunda época con 1790.39 Kg/ha, respecto al tratamiento sin poda de la tercera época de siembra con 872.7 (Figura 13).

Esta diferencia numérica probablemente se debe que el efecto de poda influyo significativamente para un mayor alargamiento de las inflorescencia, mayor inducción floral, menor caída o aborto de las flores de la inflorescencia, mayor fructificación. A la vez la segunda época con técnica de poda ha sido coadyuvado con una precipitación adecuada de 356.2mm, los cuales influyeron para un mayor rendimiento de las semillas.

Contrariamente el tratamiento sin poda muestra rendimientos decrecientes en todas las épocas de siembra, no obstante se esperaba mayor rendimiento de grano por la cantidad de inflorescencias que presentaba este tratamiento, con lo que se puede concluir que las plantas con mayor masa foliar distribuyen los nutrientes a todas las ramas productivas e improductivas, en consecuencia hay una competencia de nutrientes entre las mismas plantas, por lo cual los rendimientos tienen tendencia a bajar.

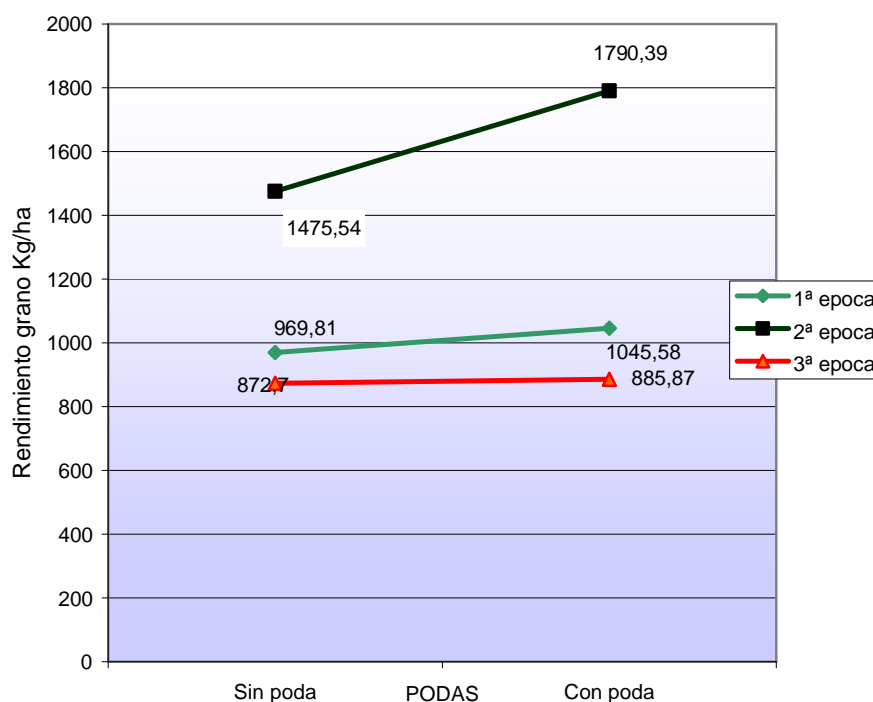


Figura 13. Efecto de poda x época de siembra, en el rendimiento de semilla

#### 4.2.9.4. Regresión del rendimiento de semilla

La regresión de rendimiento en función de la altura de planta es estadísticamente no significativa con una correlación muy baja ( $r=0.03$ ); lo que indica que no hay un grado de asociación entre la altura de planta y el rendimiento de semilla. Es decir que la altura de planta no influye en el rendimiento de grano.

La regresión lineal de rendimiento en función de la longitud de vaina es no significativa como se observa en el Cuadro 29 cuyo coeficiente de correlación es bajo ( $r=0.16$ ); lo que indica que no hay un grado de asociación entre la longitud de vaina y el rendimiento.

La regresión lineal de rendimiento en función de número de granos por vaina, no es significativa como se observa en el Cuadro 29, cuyo coeficiente de correlación es bajo ( $r=0.26$ ); lo que indica que no hay un grado de asociación entre el número de granos por vaina y el rendimiento.

Cuadro 29. Análisis de regresión de rendimiento y algunas variables

Variable Independiente (Y)	Variable Dependiente (X)	Ecuación $Y = a+bx$	Significancia de regresión	Coefficiente de correlación $R^2$
Altura de planta	Rendimiento	$Y = 1224 - 0.66X$	NS	0.03
Longitud de Vaina	Rendimiento	$Y = 169.01 + 113.8X$	NS	0.16
No. de granos/vaina	Rendimiento	$Y = 404.4 + 183.4X$	NS	0.26

### 4.3. Evaluación de semilla de lupino blanco en laboratorio

#### 4.3.1. Pureza Física de la semilla.

El análisis de pureza física de las semillas del lupino blanco, nos muestra en el análisis de varianza para este atributo, que no hay diferencias estadísticas significativas para épocas de siembra, poda de inflorescencia e interacción época de siembra por poda (Cuadro 30).

El coeficiente de variación es bajo con 4.66 %, indicando que los datos no tienen mucha variabilidad Calzada (1970).

Cuadro 30. Análisis de varianza de pureza física de la semilla de lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	35.74	11.91	1.08	
Época	2	50.64	25.32	2.30	0.1815 ns
Error Experimental "A"	6	66.11	11.018		
Podas	1	1.450	1.45	0.07	0.7962 ns
Época por Poda	2	2.155	1.07	0.05	0.9490 ns
Error Experimental	9	184.38	20.46		
Total	23	340.49			

C.V. = 4.66 %

#### 4.3.1.1. Pureza física de la semilla en épocas de siembra

Realizada la comparación de medias de la pureza física en el factor épocas de siembra, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 31), se muestra diferencias numéricas al promediar el porcentaje de pureza física de la semilla de lupino blanco; la segunda época tiene mayor porcentaje de pureza física de 98.98%, seguida de la tercera época de siembra con 96.25 % y finalmente la primera época de siembra con 95.65 %.

Las semillas de lupino blanco son granos grandes aplanados y cuadrangulares, resulta fácil detectar la presencia de elementos extraños de manera visual, separando por tamaño, forma de restos de tallos, hojas, flores, semillas con manchas necróticas, inmaduras y material inerte.

En ISTA (1977), considera materia inerte; granos quebrados, restos de la planta tierra, arena, piedrecillas, esclerocios de hongos, agallas de nematodos y todas las demás materias que no sean semillas o semillas de otras especies.

Según “Normas Generales y Específicas de Certificación de Semillas” (1999), la semilla para la certificación del lupino blanco debe cumplir con una pureza de 98%. Por lo tanto las semillas obtenidas en la segunda época de siembra se encuentran en el límite de tolerancia exigidas en laboratorio.

Cuadro 31. Promedios de pureza física de semilla por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (%)	Tukey al 5%
Segunda época	98.98	A
Tercera época	96.25	A
Primera época	95.65	A

#### 4.3.1.2. Pureza física de semilla en poda de inflorescencias

En el Cuadro 32, se observan los promedios de pureza física por efecto de la poda, siendo estos similares estadísticamente; el tratamiento con poda tiene 97.2 % de pureza física y el tratamiento sin poda 96.8 % de pureza física. Este factor por ser una actividad mecánica no influye en la pureza de las semillas.

Cuadro 32. Promedios de pureza física de la semilla por efecto de la poda.

Efecto de la Poda	Promedios (%)	Tukey al 5%
Con Poda	97.2	A
Sin Poda	96.8	A



### 4.3.2. Determinación del porcentaje de germinación

De acuerdo con el análisis de varianza en el Cuadro 33 para la prueba de germinación se demuestra diferencias estadísticas altamente significativas para épocas de siembra, y no así para podas de inflorescencia e interacción época de siembra por poda.

Con un Coeficiente de variación de 3.97 %, lo que indica que los datos manejados en el ensayo son confiables por estar en el rango permisible para investigaciones agronómicas Calzada (1970).

Cuadro 33. Análisis de varianza de la determinación del porcentaje de germinación

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	13.564	4.521	1.21	
Época	2	116.04	58.02	15.59	0.0042 **
Error Experimental "A"	6	22.336	3.722		
Podas	1	29.260	29.260	2.11	0.1805 ns
Época por Poda	2	8.1443	4.071	0.29	0.7527 ns
Error Experimental	9	124.95	13.883		
Total	23	314.29			

C.V. = 3.97 %

#### 4.3.2.1. Determinación del porcentaje de germinación en épocas de siembra

Realizada la comparación de medias para el porcentaje de germinación, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 34) se observa diferencias estadísticas altamente significativas, donde la segunda época de siembra con 96.9% es estadísticamente superior, respecto a la primera y tercera época de siembra con 92.6 % y 91.9 % respectivamente; sin embargo la primera y tercera época de siembra son estadísticamente similares (Figura 14).

Esta diferencia posiblemente se debe que la segunda época de siembra fructificó o cuajo con mayor eficiencia, contenido de humedad adecuado, requerimientos apropiados de temperatura y precipitación, permitiendo alcanzar frutos con mejores características para la emergencia. Entre tanto la primera y tercera época de siembra poseen bajo porcentaje de germinación, debido al bajo contenido de humedad en la

semilla, fructificación no óptimo, la cual probablemente provoca retraso en la germinación y baja viabilidad.

Los datos obtenidos superan los parámetros exigidos por las “Normas Generales y Específicas de Certificación de semillas” (1999), la cual considera 85% de germinación.

Cuadro 34. Promedios de la determinación del porcentaje de germinación de semilla por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (%)	Prueba de Tukey 5 %
Segunda época	96.9	A
Primera época	92.6	B
Tercera época	91.9	B

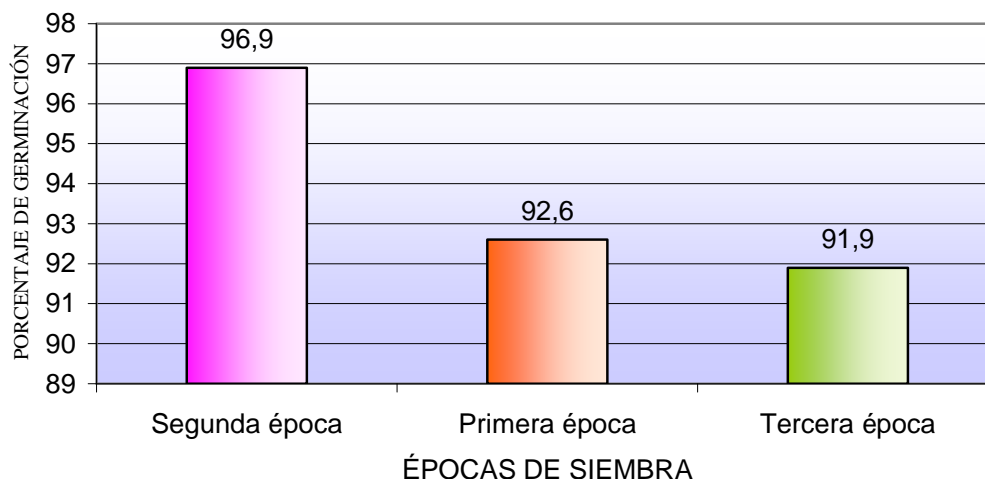


Figura 14. Promedios de la determinación de porcentaje de germinación de semilla por época de siembra.

#### 4.3.2.2. Determinación del porcentaje de germinación en poda de inflorescencias

Realizada la comparación de medias para la germinación con podas de inflorescencia, con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 35) se observan solamente diferencias numéricas; el tratamiento con poda tiene 94.9 % de germinación y el tratamiento sin poda tiene 92.7 % de germinación.

Estas mínimas diferencias numéricas, probablemente se deben que la técnica de poda que es una actividad mecánica no influye en el porcentaje de germinación. Sin embargo los datos del porcentaje de germinación de los tratamientos con y sin poda superan el 85% de germinación exigido por las “Normas Generales y Especificas de Certificación de semillas” (1999).

Cuadro 35. Promedios de la determinación del porcentaje de germinación por efecto de la poda.

Efecto de la Poda	Promedios (%)	Tukey 5%
Con Poda	94.9	A
Sin Poda	92.7	A

#### 4.3.3. Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas del cultivo del lupino blanco, no presenta diferencias estadísticas significativas en épocas de siembra, poda, e interacción época por poda. Como se observa en el análisis de varianza (Cuadro 36).

El coeficiente de variación es muy bajo (4.19 %), lo que indica que los datos tienen alta confiabilidad Calzada (1970).

Cuadro 36. Análisis de varianza del peso de mil semillas de lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	307.26	102.42	0.40	
Época	2	194.36	97.182	0.38	0.6999 ns
Error Experimental “A”	6	1539.07	256.51		
Podas	1	2.343	2.343	0.02	0.8965 ns
Época por Poda	2	92.627	46.313	0.35	0.7114 ns
Error Experimental	9	1178.18	130.90		
Total	23	3313.85			

C.V. = 4.19 %

#### 4.3.3.1. Peso de 1000 semillas en épocas de siembra

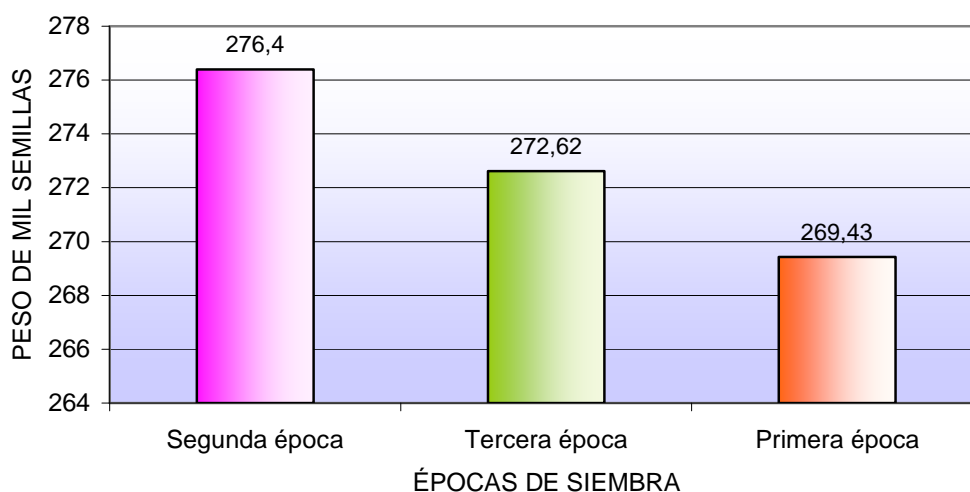
La prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 37) muestra diferencias numéricas, donde los promedios del peso de mil semillas de la segunda época de siembra es superior con 276.40 g, seguida de la tercera y primera época de siembra con 272.62 g y 269.43g respectivamente (Figura 15).

Estas diferencias numéricas probablemente se deben que, durante el ciclo vegetativo la segunda época de siembra recibió una adecuada precipitación pluvial (359.5mm) y humedad relativa ideal, los cuales influyeron en el mayor tamaño de semillas, traduciéndose en el mayor peso de 1000 semillas. Al respecto Tapia (1997), señala que la variación en tamaño depende tanto de las condiciones de crecimiento y la variedad.

Lo que coincide con Gross (1982) y Tapia (1997), que establecen el peso de 1000 semillas en el rango de 200 a 285.7g. Por su parte Corini (2004), encontró el peso de 1000 semillas de lupino blanco de 291 y 236 g. Con lo que se podría inferir que esta característica del peso de 1000 semillas este determinado por el carácter genético propio de la especie.

Cuadro 37. Promedios del peso de mil semillas por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (g)	Tukey al 5%
Segunda época	276.40	A
Tercera época	272.62	A
Primera época	269.43	A



**Figura 15. Promedios del peso de mil semillas por época de siembra.**

#### 4.3.3.2. Peso de 1000 semillas en poda de Inflorescencias

La prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 38) muestra diferencias numéricas, donde los promedios del peso de mil semillas sin poda es ligeramente superior con 273.13 g, frente al tratamiento con poda de las ramas terciarias con 272.5 g. Con lo que se podría concluir que la poda no influye en el peso de mil semillas.

Cuadro 38. Promedios del peso de mil semillas por efecto de la poda

Efecto de la Poda	Promedios (g)	Tukey al 5%
Sin Poda	273.13	A
Con Poda	272.50	A

#### 4.3.4. Peso Hectolítrico

En el Cuadro 39, se puede observar el análisis de varianza del peso hectolítrico del cultivo del lupino blanco, en los cuales no existen diferencias estadísticas en los factores; época de siembra, poda e interacción época de siembra por poda. El coeficiente de variación es muy bajo de 6.38 %, confirmándonos que los datos son confiables Calzada (1970).

Cuadro 39. Análisis de varianza del peso hectolítrico de lupino blanco

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	77.841	25.947	1.86	
Época	2	61.191	30.595	2.19	0.1929 ns
Error Experimental "A"	6	83.758	13.959		
Podas	1	2.294	2.294	0.11	0.7473 ns
Época por Poda	2	6.649	3.324	0.16	0.8545 ns
Error Experimental	9	187.05	20.783		
Total	23	418.78			

C.V. = 6.38 %

#### 4.3.4.1. Peso hectolítrico en épocas de siembra

Realizada la comparación de promedios para el peso hectolítrico de las semillas en el factor épocas, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 40) se muestran diferencias numéricas, donde la segunda época de siembra es superior numéricamente con 73.52 kg/hl frente a la primera y segunda época de siembra con 70.83 y 69.71 kg/hl respectivamente (Figura 16).

Esta diferencia numérica posiblemente se debe que las semillas de la segunda época de siembra tuvieron un mayor grado de desarrollo, semillas con una buena madurez y bien formadas, las que han sido influenciadas por una adecuada y mejor distribución de precipitación, sin mayores variaciones de temperatura durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Al respecto en la Universidad Nacional de pelotas (1992), un lote formado de semillas maduras presenta un peso hectolítrico mayor que otro lote con presencia de semillas inmaduras y mal formadas.

Cuadro 40. Promedios del peso hectolítrico por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (Kg/hl)	Tukey al 5%
Segunda época	73.52	A
Primera época	70.83	A
Tercera época	69.71	A

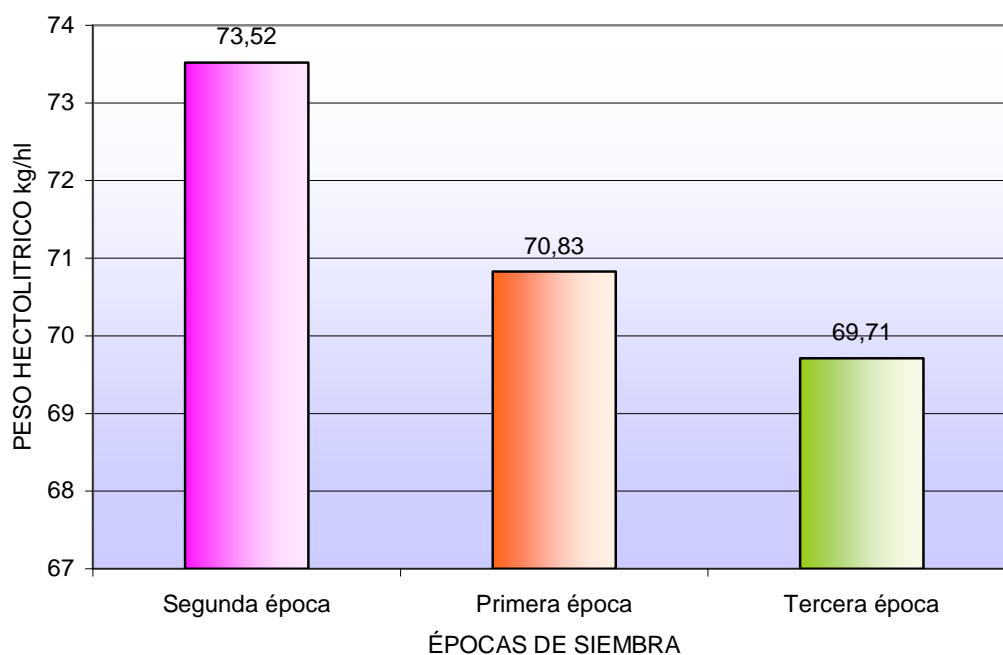


Figura 16. Promedios del peso hectolítrico por época de siembra.

#### 4.3.4.2. Peso hectolítrico en poda de inflorescencias

Según la comparación de medias para el peso hectolítrico con poda de inflorescencia, con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 41) se observan solamente diferencias numéricas, donde el tratamiento sin poda con 71.66 kg/hl es numéricamente similar al tratamiento con poda con 71.05 kg/hl; existiendo una mínima diferencia de 0.61 kg/hl. Esta diferencia numérica probablemente se debe que las prácticas de poda no influyen en el peso hectolítrico y seguramente esta ligado al carácter genético propio del cultivo.

Cuadro 41. Promedios del peso hectolítrico por efecto de la poda.

Efecto de la Poda	Promedios (kg/hl)	Tukey 5%
Sin Poda	71.66	A
Con Poda	71.05	A

#### 4.3.5. Determinación del contenido de humedad

Según el análisis de varianza del contenido de humedad de las semillas no presenta diferencias estadísticas significativas para épocas de siembra, poda, interacción de épocas de siembra por poda (Cuadro 42). Por lo que se realizan solo comparaciones numéricas.

Cuadro 42 Análisis de varianza del contenido de humedad de lupino blanco.

Fuente de Variación	G. L.	S. C.	C. M.	F Cal.	Pr. > F
Bloque	3	1.065	0.355	0.40	
Época	2	2.026	1.013	1.15	0.3780 ns
Error Experimental "A"	6	5.289	0.881		
Podas	1	0.114	0.114	0.31	0.5902 ns
Época por Poda	2	0.390	0.195	0.53	0.6057 ns
Error Experimental	9	3.313	0.368		
Total	23	12.200			

C.V. = 6.08 %

##### 4.3.5.1. Determinación del contenido de humedad en épocas de siembra

Según la comparación de medias, para el contenido de humedad en épocas de siembra, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 43), se muestran mínimas diferencias numéricas. Donde la segunda época de siembra con 10.6 % es ligeramente superior respecto a la primera y tercera época con 10.2 y 9.8% respectivamente (Figura 17).

El resultado del ensayo de contenido de humedad de las épocas de siembra es del 10%, lo que significa que esta dentro del límite admisible para la certificación de la semilla de lupino blanco. Según "Normas Generales y Específicas de Certificación de Semillas" (1999), considera 15% de humedad de semilla. Por su parte Gross (1982), considera 8% de humedad como requisito para la semilla de *Lupinus mutabilis* Sweet.



Cuadro 43. Promedios de la determinación del contenido de humedad de la semilla por época de siembra.

Época de siembra	Promedios (%)	Tukey 5%
Segunda época	10.6	A
Primera época	10.2	A
Tercera época	9.8	A

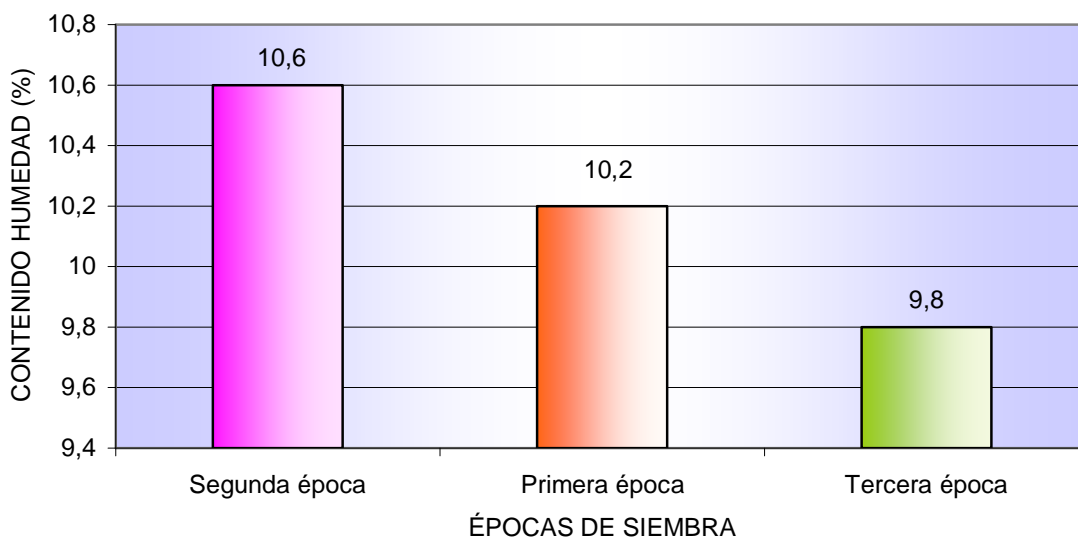


Figura 17. Promedios de la determinación del contenido de humedad por época de siembra

#### 4.3.5.2. Determinación del contenido de humedad en poda de inflorescencias

De acuerdo con la comparación de medias, para el contenido de humedad en podas de inflorescencia, mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad (Cuadro 44), se observan mínimas diferencias numéricas. Donde el tratamiento sin poda tiene 10.7 % de humedad frente al tratamiento con poda con 10.2 %.

El factor poda de la inflorescencia no influye en el contenido de humedad de la semilla. Según FAO (1961), la semilla del altramuza blanco se hace impermeable al agua cuando el contenido de humedad de la semilla está por debajo del admitido.

En el ensayo se encontró una media de 10.4 % de contenido de humedad, lo que significa que los datos obtenidos están dentro los parámetros admisibles para la certificación del lupino blanco.

Cuadro 44. Promedios de la determinación del contenido de humedad de la semilla por efecto de poda de lupino blanco

Efecto de la Poda	Promedios (%)	Tukey al 5%
Sin Poda	10.7	A
Con Poda	10.2	A

#### 4.3.6. Determinación de sanidad de la semilla

Durante el ciclo de cultivo del lupino blanco en las tres épocas de siembra y poda de inflorescencias, no se presentaron plagas de importancia económica que perjudiquen al desarrollo normal de la planta, probablemente se debe que el lupino blanco no es cultivado habitualmente en la zona de estudio.

En la prueba de laboratorio solo se encontraron dos tipos de hongo como *Penicillium* y *aspirilo*, en un grado menor que no influyó en el desarrollo del cultivo. Al respecto Herbas (1981), indica que cuando un cultivo es introducido por primera vez o no es cultivado frecuentemente en un determinado ecosistema estas no manifiestan susceptibilidad de infestación a un determinado patógeno.

Según “Normas Generales y Específicas de Certificación de semillas” (1999), la presencia de Antracnosis (*Colletotrichum spp*) y Mancha Café (*Pleiocheta retosa*) en el lupino blanco deben controlarse con métodos adecuados ya que el ataque de estas enfermedades será causal de rechazo.

#### 4.4. Análisis económico de los costos parciales de producción de lupino Blanco

El análisis económico se realizó mediante el presupuesto parcial descrito por Perrin *et al* (1979), para efectos de análisis de costos parciales, se ha considerado el rendimiento ajustado reduciendo el 10% por supuestas perdidas de cosecha y almacenamiento. El beneficio bruto de campo se obtuvo multiplicando por el precio

promedio de mercado. El termino parcial indica que no todos los costos de producción y tal vez no todos los beneficios se incluyen en el presupuesto, sino únicamente aquellos que son pertinentes a la decisión, además que los agricultores se interesan en los beneficios netos y en protegerse contra el riesgo.

Los costos de producción fueron calculados para una hectárea en bolivianos (Anexo 6), de la misma forma el calculo de los beneficios se realizó sobre la base de los rendimientos promedios (Cuadro 45), en tres épocas de siembra, con y sin poda de inflorescencia, debido a que los promedios son la mejor estimación del rendimiento que se obtiene en la zona de estudio y en las mismas condiciones que el agricultor. Se identifica con precisión los tratamientos que mayor beneficio neto proporciona al agricultor de esta manera dar alternativas de producción para el cultivo de lupino blanco.

El precio de mercado interno al instante de realizar el análisis económico es de 4.0 Bs. por kilogramo.

Cuadro 45. Análisis económico de la producción de semilla de lupino blanco para una Hectárea en Cota Cota.

Épocas	Con o sin poda	Rendimiento (kg ha)	Rendimiento Ajustado (-10%)	Costo de Producción (Bs/kg)	Ingreso Bruto (Bs/kg)	Ingreso Neto (Bs/kg)	B/C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	969.8	872.8	1380	3491.2	2111.2	2.5
	b <sub>2</sub>	1045.6	940.4	1450	3761.6	2306.6	2.6
a <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	1475.5	1327.9	1380	5311.6	3931.6	3.8
	b <sub>2</sub>	1790.4	1611.4	1480	6445.6	4965.8	4.3
a <sub>3</sub>	b <sub>1</sub>	872.7	785.4	1380	3141.6	1761.6	2.2
	b <sub>2</sub>	885.9	797.3	1480	3189.2	1709.2	2.1

a<sub>1</sub> = primera época, a<sub>2</sub> = segunda época, a<sub>3</sub> = tercera época de siembra; b<sub>1</sub> = sin poda; b<sub>2</sub> = con poda; B/C = relación beneficio/costo.

En el cuadro 45 se observa los seis tratamientos del ensayo ( $a_1 b_1$ ,  $a_1 b_2$ ,  $a_2 b_1$ ,  $a_2 b_2$ ,  $a_3 b_1$ ,  $a_3 b_2$ ) en los cuales la relación beneficio/costo son mayores a la unidad, consecuentemente todos los tratamientos en grado mayor y menor son rentables, con costos de producción similares. Sin embargo la segunda época de siembra con poda ( $a_2 b_2$ ) presenta mayor relación B/C con un valor de 4.3, lo que indica que con la inversión de 1 Bs. se logra una tasa de retorno económico de 4.3 Bs., seguida de la misma época de siembra pero sin poda ( $a_2 b_1$ ) con una relación B/C de 3.8, lo que también indica que con la inversión de 1 Bs. se recupera una tasa de ganancia de 3.8 Bs.

La mayor relación B/C se presenta en los tratamientos  $a_2 b_2$  y  $a_2 b_1$  los cuales lograron mayores rendimientos en campo y ajustado, lo que se traduce en mayores ingresos brutos (6445.6, 5311.6 Bs.), mayores ingresos netos (4965.8, 3931.6 Bs.), pero con los mismos costos de producción para todos los tratamientos (1380, 1480). Por consiguiente, los agricultores estarían dispuestos a invertir tanto los 1380 y 1480 Bs. para los tratamientos con y sin poda ambos de la segunda época de siembra ( $a_2 b_2$ ,  $a_2 b_1$ ), puesto que ambos tratamientos tienen máxima relación beneficio/costo, con costo de producción similar y con certeza muchos agricultores quisieran hacer tal inversión.

Contradictoriamente la tercera época de siembra con poda ( $a_3 b_2$ ) y sin poda ( $a_3 b_1$ ) lograron la relación B/C más baja con 2.1 y 2.2 respectivamente. Debido que los rendimientos de semillas en campo de estos tratamientos son bajos, consecuentemente se presenta menores ingresos netos (1761.6, 1709.2 Bs), con costos de producción similar (1380, 1480 Bs.) para todos los tratamientos. Por lo que es improbable que el agricultor escoja esta alternativa cuando podría recibir un mayor beneficio neto con un costo variable similar.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo bajo las condiciones de clima y suelo en el que se desarrollo el ensayo, aseguran que el lupino blanco es una alternativa válida, tendiente a la diversificación y sustentabilidad de la producción agrícola.

1. De manera general el lupino blanco (*Lupinus albus L*) respondió satisfactoriamente a las condiciones agro climáticas de la zona de Cota Cota, presentando cuatro estratos de floración y solamente en algunas plantas de manera aisladas se presentó la quinta floración con pocas vainas.

2. El porcentaje de emergencia de la segunda época de siembra se presentó a los 16 días con 87.7%, seguida de la tercera (86%) y primera época de siembra (84.6%), que emergieron a los 18 días.

3. La floración primaria se dio a los 71 días con 85% en la segunda época de siembra, seguida de la primera (84%) y tercera época (82%) que se produjo en 74 y 78 días respectivamente, a partir de la fecha de siembra.

4. El mayor número de inflorescencias se presentó en la segunda época de siembra con 16, seguida de la tercera y primera época con 15 y 10 inflorescencias por planta respectivamente. La poda disminuyó significativamente a 8 inflorescencias/planta y las plantas sin poda alcanzaron a 19 inflorescencias.

5. La altura de planta es estadísticamente homogéneo en las tres épocas de siembra. Sin embargo la poda influyó sobre la altura de la planta con 57.58 cm frente a las sin poda con 93.8 cm.

6. La longitud de vaina es altamente significativa, donde el tratamiento con poda fue superior con 9.37cm frente al tratamiento sin poda con 8.26cm.

7. El número de granos por vaina es altamente significativo, donde el tratamiento con poda es superior con 4.71 en relación a la sin poda que presenta 3.66 granos por vaina.

La interacción época de siembra por poda es significativa, donde la relación más baja es de 3.46 granos/vaina en la segunda época sin poda y la más alta se presenta en la misma época de siembra con poda de 4.99 granos/vaina.

8. La madurez fisiológica es altamente significativa, donde las épocas de siembra influyen sobre el ciclo vegetativo de las plantas; la primera época alcanza la madurez fisiológica a los 6.3 meses, seguida de la segunda época que alcanza en 6.6 meses y la tercera época llega a madurar en 7 meses.

Las podas también influyen a la madurez fisiológica donde el tratamiento con poda alcanza la madurez en 5.6 meses con relación al tratamiento sin poda que madura en 7.6 meses. En general las prácticas de poda acortan el ciclo vegetativo del lupino blanco.

9. El rendimiento en épocas es altamente significativo, donde la segunda época presenta el mayor rendimiento de grano con 1633 kg/ha. En la interacción de la segunda época de siembra con poda influye en el rendimiento lográndose obtener 1790.4 kg/ha. De manera general se puede concluir que la técnica de poda incrementa el rendimiento de grano en el lupino blanco.

10. El porcentaje de germinación en épocas de siembra es altamente significativa. Donde la segunda época de siembra es superior con 96.9% frente a la primera y tercera época con 92.6% y 91.9% respectivamente. Estos datos se encuentran por encima de los parámetros exigido por Normas Generales y Específicas de Certificación de lupino blanco (1999) que establece 85%.

11. La pureza física, peso de 1000 semilla, contenido de humedad y peso hectolítrico, no presentan diferencias estadísticas significativas, sin embargo los

promedios obtenidos en el presente trabajo se encuentra dentro los parámetros establecidos por Reglas Internacionales para Ensayos de Semilla (1996).

12. El mayor beneficio/costo económico se presentó en la segunda época con poda, con una tasa de ganancia de 4.3 Bs., seguida de la misma época sin poda con 3.8 Bs. con la inversión de 1 Bs. en ambos casos. Sin embargo de forma general los valores de la relación B/C fueron mayores a la unidad en todos los tratamientos del ensayo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se llega a las siguientes recomendaciones:

Repetir el presente trabajo de investigación durante varias campañas agrícolas en sectores de cabeceras de valle y valles, tomando en cuenta mayor tiempo entre épocas de siembra y con técnicas de poda, para establecer adecuadamente la época de siembra y el efecto de la poda de las ramas terciaras.

Se sugiere la siembra de la segunda época de 4 de octubre por el mayor rendimiento que aportó en el presente trabajo.

Se recomienda el estudio de técnicas de identificación de plantas amargas del lupino blanco, para mantener la pureza de la variedad dulce.

Finalmente se recomienda difundir y promover la semilla del lupino blanco a los pequeños productores agropecuarios por sus propiedades nutricionales y característica dulce.



## VII. BIBLIOGRAFIA

- ALBIÑANA, L. I. 1987. Cultivos y Comercialización. Ed. AEDOS, Barcelona, 22p.
- ACEVEDO, E. y SILVA, P. 2002. Informe de Investigaciones realizadas en lupino en el período 2001-2002. Proyecto FODEF. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.
- ARTOLACHIPI, G. 1991. Manual para Evaluación De Plántulas. En Análisis De Germinación. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 2 Ed. Madrid - España. p.121
- BESNIER, R., 1989. Semillas, Biología y Tecnología. 1ra. Ed. Editorial Mundi Prensa, Madrid, España, pp21-92, 147-226.467-524.
- BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Segunda edición. Buenos Aires. pp. 22 - 460.
- CACHUTA, R. 1998. Optimización de la fertilización química para la producción de semilla de cuatro variedades de cebada (*hordeum vulgare L.*) en el altiplano norte. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. pp. 10 – 45.
- CALZADA, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Tercera edición. Editorial Jurídica S.A. Lima, Perú. pp. 341 - 398.
- CLAROS, L. 2005. Caracterización del pequeño productor de café ecológico de Caranavi y el impacto de las formas de crédito en el rubro. El Economista. Boletín del Instituto de Investigaciones Económicas. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia. p. 35.
- CARDOZO, V. 1994. Métodos para evaluación de proyectos. Modulo N°4. Programa de semillas de papa (PROSEMPA). Cochabamba – Bolivia.
- CONDORI, A. 1984. Época de siembra del cultivo del tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet.*). Ing. Agro. Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú. 63p.
- CORINI, F. 2004. Evaluación de la Producción de grano en el cultivo de lupino blanco (*Lupinus albus L.*) en épocas y densidades de siembra. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia. 79p.
- DOUGLAS, J. 1982. Programa de semillas. Guía de planeación y Manejo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) 1 ed. Tratado por Estela Monsalve. Cali - Colombia. XYZ. pp. 125-138.
- DUKE, J.A. 1981. Hand book of legumes of world Economic importance. Plenum press, New York. 345p.

- ESPINOZA, O. 1995. Atributos de calidad de semilla. Curso taller sobre Fiscalización de Semillas y Conceptos Básicos. Oficina Regional de Semillas (ORS). La Paz - Bolivia. pp. 22-30.
- ESTEVEZ G. 1979. Determinación de la densidad óptima de siembra en tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.). Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Nacional del Altiplano, Puno - Perú. 56p.
- FAO, 1992. Cultivos marginados otra perspectiva de 1942. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 26. Roma - Italia. pp. 137 – 142
- , 1978. Las semillas agrícolas y hortícolas. Producción, control y distribución. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Edición Ginebra, Italia. 491p.
- , 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas. Producción, control y distribución. 2ª Edición. Roma Italia. pp. 309-312.
- FEISTRITZER, W. 1977. Manual de producción, control de calidad y distribución de semillas de cereales. Dirección de producción y protección vegetal FAO. Roma Italia. pp. 139-146.
- FEISTRIZER, W. 1985. Procesamiento de las semillas en cereales y leguminosas de grano. Dirección de Producción y Protección Vegetal, FAO. Roma – Italia. p. 173.
- FUENTES, Y. (1988). Botánica Agrícola, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Edición Mundi- Prensa. pp. 170-172.
- GUERRERO, A. 1983. El cultivo de las leguminosas de grano. En Cubero, J. Y Moreno, M. Leguminosas de grano. Ediciones Mundi - prensa. Madrid - España. pp. 163- 170.
- GROSS Y VON BAER, 1977. Posibilidades del *Lupinus mutabilis* y *Lupinus albus* en los países andinos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Sociedad Alemana de cooperación técnica, c/o. Instituto de Nutrición, Lima Perú. Campo Experimental Gorbea, Gorbea -Chile. pp. 451-472.
- GROSS, R. 1982. El cultivo y la utilización del tarwi, (*Lupinus mutabilis* sweet) Agencia alemana de cooperación técnica (GTZ), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. 236p.
- HARTMAN, C. y ALDAG, R. 1989. N<sub>2</sub> Fixierung und Ertragsstruktur der. Weigen lupine (*Lupinus albus* L.) im vergleich zu vicia faba L. und glycine max (L.) merr. Aud verschiedenen Standorten (N<sub>2</sub>) Fixation and yield structure off white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to vicia faba L. and glycine max (L.) on different sites. Journal of agronomy and crop science 163: pp. 201-211.

- HARO, M. y NIETO, C. 1994. Efecto de la poda de la inflorescencia central de 10 líneas promisorias de chocho (*Lupinus mutabilis Sweet*) en dos localidades de la sierra ecuatoriana. Investigación, Programa Cultivos Andinos INIAP. Informe anual. Ecuador. 10p.
- HERBAS, A. R. 1981. Manual de Fitopatología. Universidad Técnica de Oruro, Editorial Universitaria. Oruro – Bolivia. pp: 97-101.
- [http://www.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/legumino/lupino/ktm.1k.s.f](http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/legumino/lupino/ktm.1k.s.f).
- [http://wikipedia.org/wiki/altramus\\_blanco-16k](http://wikipedia.org/wiki/altramus_blanco-16k). 2005.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA), 1977. Reglas Internacionales para los ensayos de semilla. Traducido por Luis Martínez *et al*. Ministerio de Agricultura, Dirección General de la Producción Agraria. Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero. Madrid- España. pp. 1-46.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA), 1996. Adopted at the twenty fourth International Seed Testing Congress, Denmark. Zurich, Switzerland. pp.19-50.
- KEMERER, G. 1984. Elementos de Botánica. 1 ed. Editorial STELLA. Viamonte, Buenos Aires - Argentina. pp. 116-127.
- KERNIK, M.D. 1961. Ecología, las semillas agrícolas y hortícolas, FAO Roma. Italia. sp.
- LEES, P. 1980. Vigor de la semilla clave de mejores cosechas. Revista Agricultura de las Américas. pp. 14-39.
- LESCANO, J. L. 1994. Genética y Mejoramiento de cultivos Alto andinos. Puno - Perú. pp. 65-381.
- LORINI, J. 1991. Clima. En Forno, E. y M. Baudoin (Eds.). Historia Natural de un valle en los Andes: La Paz. Instituto de Ecología - UMSA, La Paz, Bolivia. pp. 27-46.
- MAMANI, F. 1994. Efecto de la densidad de siembra en cuatro variedades de Qañawa (*Chenopodium pallidicaule*, Aellen) en el altiplano norte. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp. 24-25.
- MATEO, J. M. 1969. Leguminosas de grano. Instituto del Libro, Vedado, Habana - Cuba, 2ª Edición. pp. 425 - 434.
- MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS (MACA). 1997. Instituto Italo Latino América IILA. Fundación Pro- Bolivia, Programa de colaboración técnico- científico, Centro de Investigación Nacional.

- MONEGAT, C. 1991. Plantas de cobertura do solo. Características de manejo en pequeñas propiedades. Chapeco: De. do autor. pp 72-75.
- MEJIA, S. J. 1995. Épocas y densidades de siembra en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. variedad Carioca-80) en la localidad de Iboperenda. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre - Bolivia. pp. 18 – 67.
- NORMAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DE CERTIFICACION DE SEMILLAS. 1999. Ministerio de Agricultura, servicio agrícola y ganadero SAG. Departamento de Semillas, Chile. Edición junio. pp. 29-32.
- NORMAS GENERALES Y ESPECÍFICAS DE CERTIFICACION DE SEMILLAS. 1994. Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería. Dirección Nacional de Semillas. La Paz - Bolivia. pp. 1-23.
- NUEVAS NORMAS PARA CERTIFICACION DE SEMILLAS. 2001. Boletín Informativo, Oficina Regional de Semillas santa Cruz. Año VI, Edición Nº 31. pp. 1-10.
- PAREDES, R. 1994. Elementos para la elaboración y evaluación de proyectos. Editorial Catacora. La Paz - Bolivia. pp. 16.
- PARSON, B. 1989. Manuales de educación agropecuaria cucurbitáceas. 2da.edición Trillas. D. F. México pp. 242-253.
- PETERSON, R. 1965. Wheat, Botany, cultivation and utilization. Intercience publishers ine NY. pp. 378 -393.
- PERRIN P.K. 1979. Formulaciones de recomendaciones a partir de datos Agronómicos. Manual metodológico de evaluación económica. Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo. Folleto de Información Nº 27. México 48p.
- PEACEFUL VALLEY F.S. 1988. Catalog- peaceful valley farm supply, 11173 peaceful valley road, Nevada city, CA, 95959.
- PENNINGSFELD F. Y KURZMANN P. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. Ediciones mundi-prensa, segunda edición, Madrid. pp. 111-136.
- PRIMOLINI. J. y VITTA C. (s.f.). El lupino blanco: una alternativa productiva. Experimento con vista agro ecológico. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario - 5p.
- PUTNAM, D.H. 1991. History and prospects for lupins in the upper Midwest, In: Prospects for lupins in North America. Proc. Symp. March 21-22, 1991. St. Paul, MN. Center for Alternative. Plant and animal Products. pp. 33 – 40.

- PUTNAM, D.H. 1993. Un acercamiento interdisciplinario al desarrollo de altramuz como una cosecha alternativa. Nueva York. s.p.
- PROGRAMA NACIONAL DE SEMILLAS, 1999. Informe anual, Bolivia p. 3.
- PROGRAMA NACIONAL DE SEMILLAS, 1997. Curso práctico sobre certificación de semillas, fase de campo. Revista N° 171. Santa Cruz- Bolivia. pp. 5-11.
- QUISPE, M. 1997. Mantenimiento y caracterización del germoplasma de tarwi (*Lupinus mutabilis*) de la estación experimental de Belén, La Paz. Tesis de grado. Ing. Agro. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp. 76-77.
- RAMIREZ, M. 1987. Almacenamiento y conservación de grano y semillas. 11 ed. editorial Continental S.A. de C.V. México. pp. 28-30.
- RAVELO, A.C. y PANCHUELO, A.M. 2003. Aptitud agro ecológica de la pradera pampeana argentina para el cultivo del lupino blanco (*Lupinus albus* L.). AGRISCIENCIA. Vol. XX. pp 35 -44.
- RAYMOND, G. 1983. Guía Técnica de la Producción, procesamiento y control de calidad de las semillas de las hortalizas. Dirección de producción y protección vegetal, FAO. Roma - Italia. p.94.
- RAYMOND, G. 1988. "Cultivos andinos, importancia nutricional y posibilidades de procesamiento". Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las Cacas". Cuzco- Perú. pp. 3-61.
- REPO, R. 1988. "Cultivos andinos, importancia nutricional y posibilidades de procesamiento". Centro de Estudios Rurales Andinos "Bartolomé de las casas", Cuzco - Perú. pp. 3-61.
- RODRIGUEZ, F. 1994. Diagnostico de la producción de quinua, cañahua, millmi y tarwi en la Provincia Tapacari de las Comunidades de Japo - Puna y Tres Cruces - Cabecera del Valle. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba – Bolivia pp.70-101.
- ROJAS, F. 2001. Catalogo de Plantas. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz- Bolivia.
- ROCHA, J.A.M.; AIDER, H. y TEXEIRA, M.G. 1982. Viacidlidad do plantio de feijao no inverno con irricao na microrregio de punta para M.S. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz, Feijap. p. 3.
- ROJAS, F. 2001. Catalogo de plantas. Facultad de Agronomía-UMSA. La Paz Bolivia.

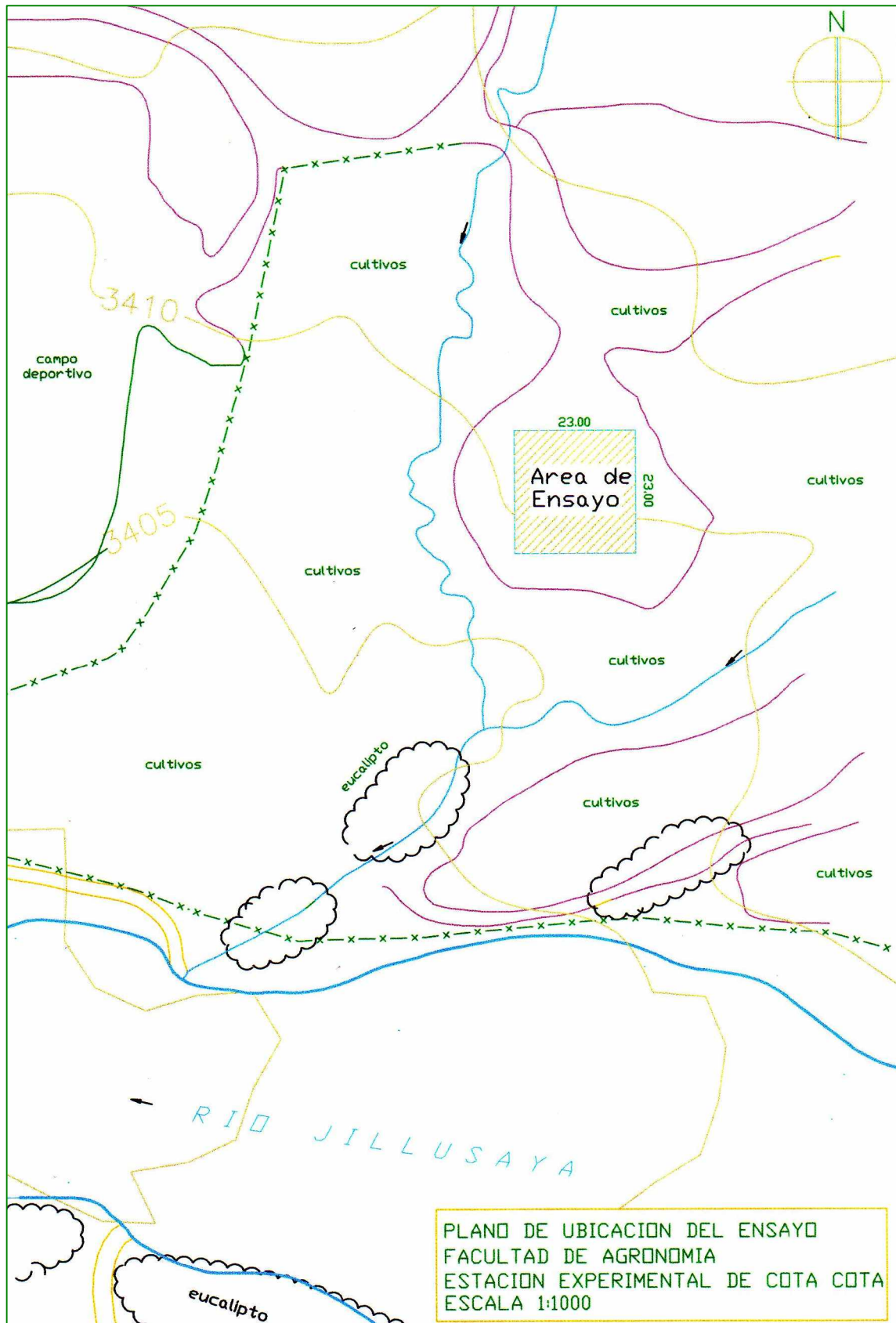
- SALISBURY F. 1991. Fisiología vegetal. Utah State University. Cleon w. Ross Colorado State University. Universidad Autónoma de Baja California. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México. pp. 532-565.
- SERRANO, Z. 1979. Hortalizas de invernadero. Edición AEDOS. Barcelona – España. 72, 242, 247p.
- SERRUDO, R. 1997. Sustitución de la soya por tarwi en la alimentación de pollos parrilleros. Tesis de grado Ing. Agro. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca- Bolivia. pp. 15- 61.
- TAPIA, M. 1990. Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. FAO. Primera Edición. pp. 77-87.
- . 1997. Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. FAO. Segunda Edición. Santiago, Chile. pp. 75-179.
- UNIVERSIDAD FEDERAL DE PELOTAS (1992), Modulo 1: resumen atributos de semillas; Curso de Post Grado, auspiciado por el consejo Nacional de Semillas y la Universidad Federal de Pelotas, Brasil. pp. 5-8.
- URUEÑA, B. 1980. Efecto de la escarificación química con ácido sulfúrico a diferentes concentraciones y tiempos de tratamientos, sobre la ruptura de la latencia en semillas de pasto quinea (*Panicum maximum* jacq) Tesis. Ibaque, Colombia, Universidad de Tolima, Facultad de Agronomía. 70 p.
- VARGAS, S. 1992. “Estudio de la Flora y Vegetación de la cuenca del río Jillusaya (prov. Murillo, La Paz) como base para un futuro manejo”. Tesis de grado Lic. Biología - Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, La Paz - Bolivia. pp. 2-21.
- VAN HAEF, J. 1987. Horticultura. Edición Trillas S.A. México. 15p.
- VICENTE, A. y TUZZI, N. 1986. Resúmenes de los estándares - bases y normas para la comercialización de cereales y oleaginosos - tablas de mermas por secado - descripción y tabla oficial de la balanza de peso hectolítrico - método de muestreo en granos - otras resoluciones. Quinta Edición. Puerto de Buenos Aires. pp. 46 – 71.
- VILLARROEL, J. 1988. Manual Practico para la Interpretación de Resultados de Análisis de Suelos en Laboratorio. Edición y C. AGRUCO. Cochabamba - Bolivia. p. 34.

- VILLARROEL, J. 1990. Inventario de la Producción de abonos orgánicos en Bolivia. En primer seminario Nacional sobre fertilidad de los suelos y uso de fertilizantes en Bolivia. CIAT, IBTA. Santa Cruz- Bolivia. pp. 75-83.
- VILLARROEL, J. 1997. Manejo de plagas. Vol. 1. Primera Edición. Editorial Bilance. Cochabamba, Bolivia. pp. 7-10.
- VON BAER, E.1991. New varieties of lupin. In: proc. Sixth Int. Lupin Conf. Nov. 25 - 30, 1990. Temuco - Pucon, Chile, Int. Lupin Assoc. pp. 376-381.
- WHITE, P.F.y ROBSON A.D. 1989. Rhizosphere acidification and Fe<sup>3</sup> reduction in Lupins and peas: iron deficiency in Lupins is not due to a poor ability to reduce Fe<sup>3</sup>. Plant and soil.
- ZEBALLOS, M. (2000). Estudio de los cambios en la composición florística, cobertura vegetal y fenología a lo largo de un ciclo anual en el área permanente de Cota Cota – La Paz. Tesis de grado Lic. Biología. Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, La Paz - Bolivia. 133p.

**ANEXOS**



ANEXO 1.



## ANEXO 2.

Universidad Mayor de San Andrés  
Facultad de Ciencias Puras y Naturales  
Instituto de Ecología  
**Laboratorio de Calidad Ambiental**



Informe de Ensayo: S 026/05

Página 1 de 1

### INFORME DE ENSAYO DE SUELOS

Cliete: Julia Apaza Aguilar  
Solicitante: Julia Apaza Aguilar  
Dirección del cliente: C. Hacia el mar N° 788  
Pasankeri  
Procedencia de la muestra: Campus Universitario Cota Cota  
La Paz - Bolivia  
Punto de muestreo: Estación experimental Agronomía  
Responsable del muestreo: Julia Apaza Aguilar  
Fecha de muestreo: 20 de Septiembre de 2005  
Hora de muestreo: 10:00  
Fecha de recepción de la muestra: 21 de Noviembre de 2005  
Fecha de ejecución del ensayo: 21 de Noviembre al 9 de Diciembre de 2005  
Caracterización de la muestra: Capa superficial  
Tipo de muestra: Simple  
Envase: Bolsa plástica  
Código I.C.A.: 26-1

### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	EEA Cota Cota 26-1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 14	6,8
Conductividad eléctrica	ASPT 6	uS/cm	5,0	857
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,27
Carbono Orgánico	WSP S-9,10	%	0,060	3,2
Materia orgánica	WSP S-9,10	%	0,10	5,4
Fósforo disponible	ISRIC 14-2	mg/kg	1,5	69
Potasio intercambiable	WSP S-5,10	cmole/kg	0,0053	0,53
Textura				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	10
Limo	DIN 18 123	%	1,1	59
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	31
Clase textural	DIN 18 123			Franco arcillo limoso

Parámetros que se encuentran dentro del alcance de la acreditación

Los resultados se refieren solamente a los objetos ensayados.

El informe no debe reproducirse sin la autorización escrita del LCA, salvo que la reproducción sea en su integridad.

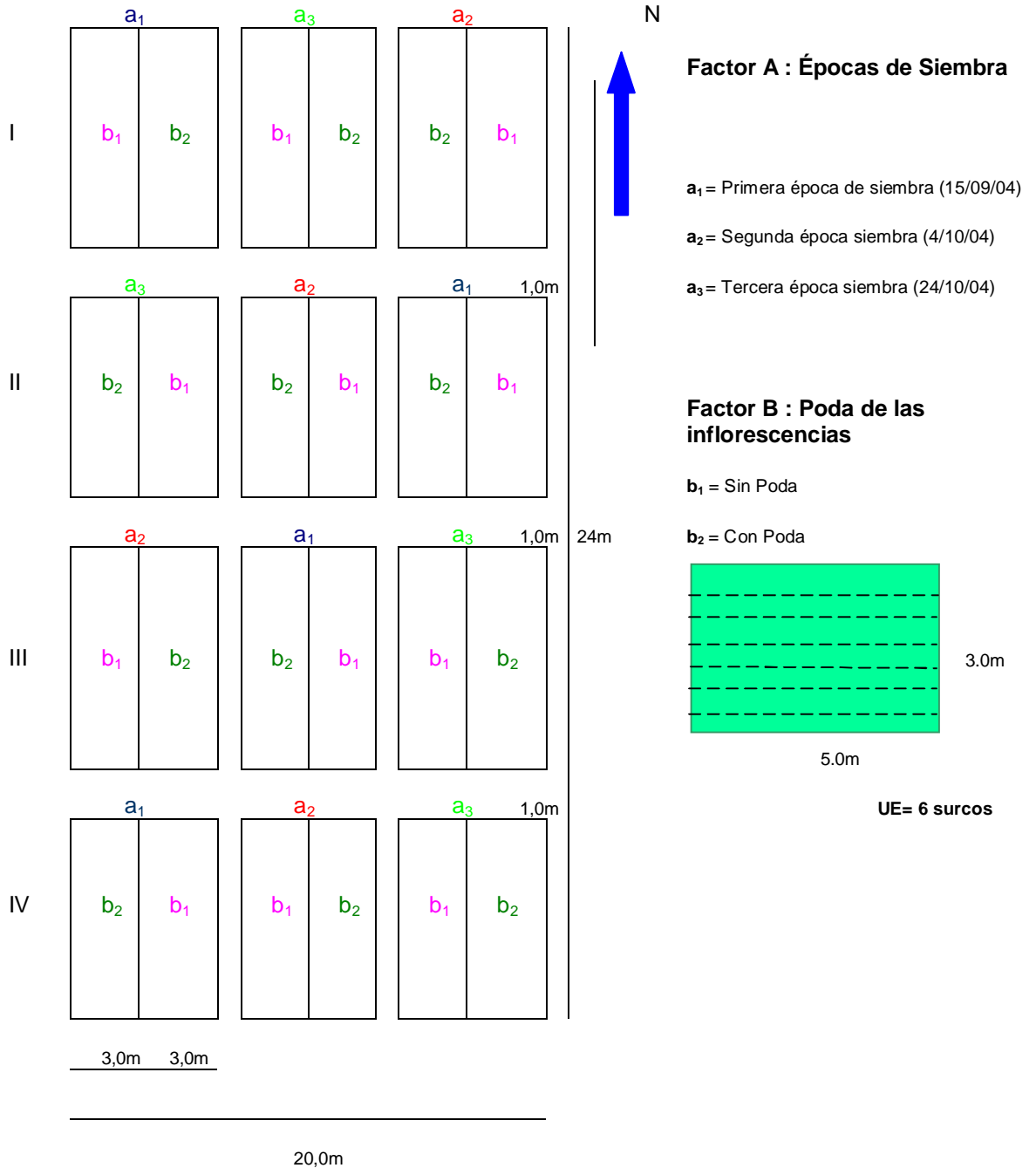
La Paz, Marzo 31 de 2006

  
Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental

CC.: Archivo  
JCh/ev



### ANEXO 3. CROQUIS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL



**ANEXO 4. Datos climáticos de las tres épocas de siembra, en la Estación Experimental de Cota Cota (Facultad de Agronomía- UMSA).**

**PRIMERA EPOCA (a<sub>1</sub>)**

MES	PP (mm)	TMIE °C	TM °C	TMAX	H° R
Septiembre	17.5	5.1	11.8	19.3	61.4
Octubre	19.2	6.4	13.2	21.5	53.8
Noviembre	36.1	8.1	13.8	21.8	61.0
Diciembre	70.7	8.4	14.0	21.5	62.7
Enero	122.7	8.7	12.9	19.0	73.0
Febrero	48.4	8.5	12.3	18.3	77.0
Marzo	32.4	8.2	13.2	21.1	67.0
Abril	19.0	6.9	12.0	19.1	67.2
TOTAL	364.2				

**SEGUNDA EPOCA (a<sub>2</sub>)**

MES	PP (mm)	TMIE °C	TM °C	TM	H° R
Octubre	10.0	6.11	13.9	17.8	51.9
Noviembre	36.1	8.1	13.8	21.8	61.0
Diciembre	70.7	8.4	14.0	21.5	62.7
Enero	122.7	8.7	12.9	19.0	73.0
Febrero	48.4	8.5	12.3	18.3	77.0
Marzo	32.4	8.2	13.2	21.1	67.0
Abril	19.0	6.9	12.0	19.1	67.2
Mayo	16.9	3.7	11.3	21.2	47.5
TOTAL	359.4				

**TERCERA EPOCA (a<sub>3</sub>)**

MES	PP (mm)	TMIE °C	TM °C	TM	H° R
Octubre	18.0	6.6	14.8	24.0	48.7
Noviembre	36.1	8.1	13.8	21.8	61.0
Diciembre	70.7	8.4	14.0	21.5	62.7
Febrero	48.4	8.5	12.3	18.3	77.0
Marzo	32.4	8.2	13.2	21.1	67.0
Abril	19.0	6.9	12.0	19.1	67.2
Mayo	16.9	3.7	11.3	21.2	47.5
junio	11.6	3.1	10.3	18.3	44.0
TOTAL	384.5				
Enero	122.7	8.7	12.9	19.0	73.0
Febrero	48.4	8.5	12.3	18.3	77.0
Abril	19.0	6.9	12.0	19.1	67.2

**ANEXO 5. DATOS DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA POR TRATAMIENTOS DEL LUPINO BLANCO**

EPO	PODAS	BLO	D_A_E	D_P_F	N_INF	AL_PL	LO_VA	NGPV	IND_C	REND	PU_F	%_GE	P_1000	P_HE	%_H	D_M_F
A1	B1	1	92,50	75,30	13,00	97,00	8,58	4,23	47,54	1021,72	96,70	97,6	26,50	68,30	10,15	219,10
A1	B1	2	80,62	70,10	18,50	99,67	8,36	4,00	48,54	977,00	98,80	86,6	27,60	72,30	11,14	213,10
A1	B1	3	82,50	66,08	12,42	86,75	8,04	3,72	39,98	943,10	97,30	88,6	27,35	74,80	9,40	219,20
A1	B1	4	80,60	70,05	8,58	87,92	8,19	3,75	47,67	937,43	87,80	93,3	27,30	67,50	8,92	209,10
A1	B2	1	86,25	79,10	5,00	58,02	9,65	4,58	52,59	958,90	99,50	91,0	25,45	69,20	9,75	160,80
A1	B2	2	76,25	68,02	7,90	55,33	9,10	4,21	44,17	1349,64	97,00	95,3	26,50	71,70	10,77	170,00
A1	B2	3	91,90	70,01	6,33	51,58	9,03	4,76	36,56	857,19	89,30	97,6	25,60	70,90	8,96	168,70
A1	B2	4	86,20	65,90	6,08	51,25	9,89	4,55	59,09	1016,61	98,80	90,7	29,25	72,00	9,89	169,20
A2	B1	1	91,87	75,00	22,33	99,25	8,23	3,06	42,92	1151,55	98,70	93,0	27,87	76,60	11,08	226,20
A2	B1	2	86,80	65,02	22,50	96,91	8,32	3,92	49,61	1898,10	99,30	97,6	28,00	71,00	9,90	224,20
A2	B1	3	82,50	67,10	20,17	87,83	7,87	3,31	40,71	1478,35	98,30	97,6	27,25	71,14	10,49	227,70
A2	B1	4	86,20	54,09	25,95	90,75	8,75	3,56	56,71	1374,17	98,00	97,6	26,52	75,28	10,97	228,10
A2	B2	1	87,50	59,07	9,22	62,75	9,34	4,93	46,22	2234,72	98,70	97,6	30,11	71,70	9,24	168,10
A2	B2	2	90,62	79,10	8,83	69,42	9,35	4,96	40,65	2249,27	99,60	96,3	28,37	72,66	9,91	169,60
A2	B2	3	81,25	61,12	9,58	51,33	9,17	5,04	28,35	981,45	99,60	97,6	25,00	78,55	10,51	170,30
A2	B2	4	95,00	57,15	10,52	62,00	9,52	5,06	51,22	1696,12	99,70	97,6	28,00	71,20	10,85	170,20
A3	B1	1	90,62	71,82	23,75	90,42	8,34	4,33	28,23	1107,12	99,30	89,7	26,25	70,20	10,41	248,20
A3	B1	2	87,50	61,02	19,70	95,17	8,28	3,57	48,92	650,07	98,70	87,9	28,25	70,50	9,15	248,60
A3	B1	3	86,25	74,01	21,75	93,80	8,18	3,07	35,10	883,23	98,20	89,6	28,50	75,14	9,03	249,30
A3	B1	4	90,62	60,00	23,70	100,83	8,09	3,51	50,61	850,40	89,50	93,0	26,37	67,20	9,87	251,80
A3	B2	1	81,25	64,08	8,83	61,83	9,65	4,84	32,86	1047,26	99,40	91,0	26,37	56,70	9,15	176,30
A3	B2	2	82,50	61,12	5,58	50,90	9,10	4,64	23,96	889,34	88,40	93,3	27,62	76,83	9,55	174,60
A3	B2	3	80,00	66,11	9,33	66,70	9,14	4,72	40,33	811,28	98,70	97,6	27,12	70,40	9,47	175,20
A3	B2	4	89,40	69,04	9,25	49,83	9,59	4,27	44,97	795,63	97,80	93,0	27,62	70,70	10,80	176,50

EPO= Epocas de siembra  
 POD = Podas  
 BLO = BLOQUES Bloques  
 % EM = Porcentaje de emergencia  
 % FP = Porcentaje floración primaria  
 N INF = Núemro de inflorescencias  
 AL PL = Altura de planta

LO VA = Longitud de vaina  
 NGPV = Número de granos por vaina  
 IND C = Índice de cosecha  
 D MF = D ías a la madurez fisiológica  
 REND = Rendimiento  
 %PU F = Porcentaje de pureza física  
 %GE = Porcentaje de germinación

P1000 = Peso de 1000 semillas  
 P HEC= Peso hectolitrico  
 %H = Porcentaje de humedad

## ANEXO 6. COSTOS PARCIALES DE PRODUCCION (Bs/ha)

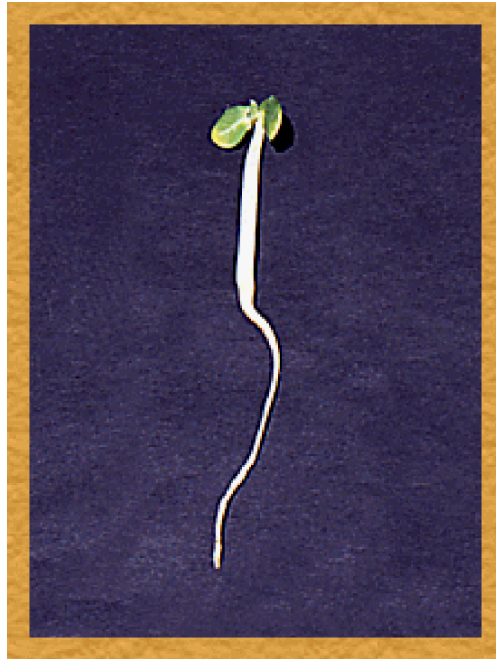
RUBROS	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>1. Mano de obra</b>				
a) Incorporación de semilla	jornal	2	25	50
b) Raleo	jornal	1	25	25
c) Labores Culturales . Aporque y deshierbe	Jornal	6	25	150
d) Poda	Jornal	10	25	250
e) Cosecha				
. Corte	Jornal	2	25	50
. Trillado	Jornal	4	25	100
. Venteado	Jornal	4	25	100
<b>2. Insumo</b>				
Semilla Variedad Prima	kg	80	4	320
<b>3. Preparación de terreno</b>				
. arado	Hrs / tractor	3	80	240
. rastreado	Hrs/tractor	2	80	160
. Nivelado	Jornal	1	35	25
. Surcado	Hrs/tractor	2	80	160

## COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTO APLICADO EN Bs. /Ha.

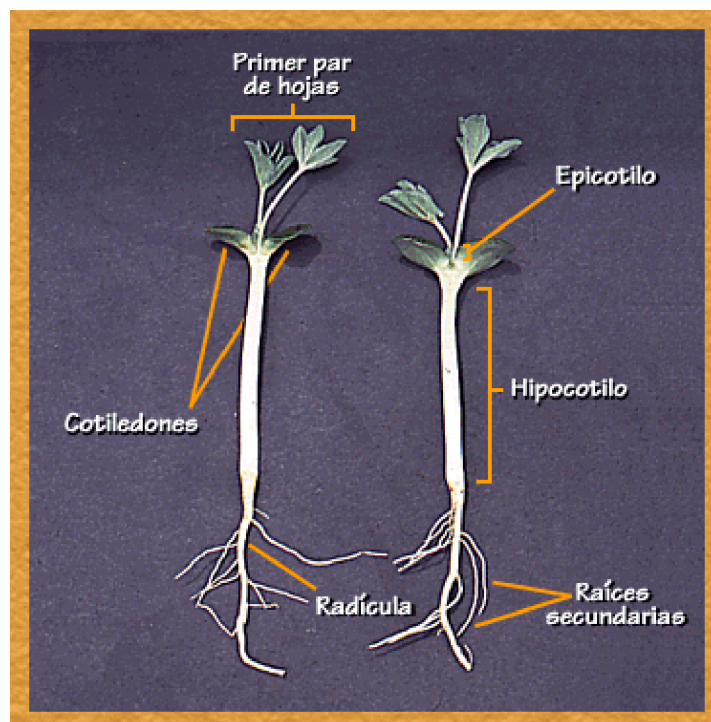
R u b r o s	T R A T A M I E N T O					
	a <sub>1</sub>		a <sub>2</sub>		a <sub>3</sub>	
	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
Mano de Obra	475	550	475	575	475	575
Semilla	320	320	320	320	320	320
Preparación de suelo	585	585	585	585	585	585
<b>Total Tratamiento</b>	1380	1455	1380	1480	1380	11480

a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> = épocas de siembra, b<sub>1</sub>= sin poda, b<sub>2</sub> = con poda.

## LISTA DE FOTOGRAFIAS



Fotografía 1. Plántula dicotiledónea de lupino blanco presentando elongación de la radícula.



Fotografía 2. Partes de la Plántula de lupino blanco en estado de emergencia.





Fotografía 3. Emergencia con cotiledones sobre la superficie del suelo a los 24 días después de la siembra.

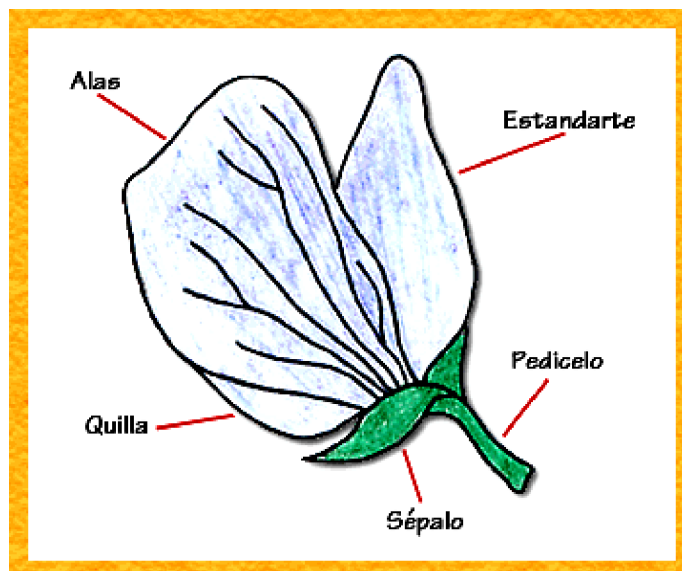


Fotografía 4. Plántulas hojas compuestas con 5 folíolos a los 40 días después de la siembra.





Fotografía 5. Inflorescencia de lupino blanco con gran cantidad de flores abiertas, de 20 a 28 flores por racimo.



Fotografía 6. Componentes de la flor de lupino blanco, blancas con un tinte azul o violeta.



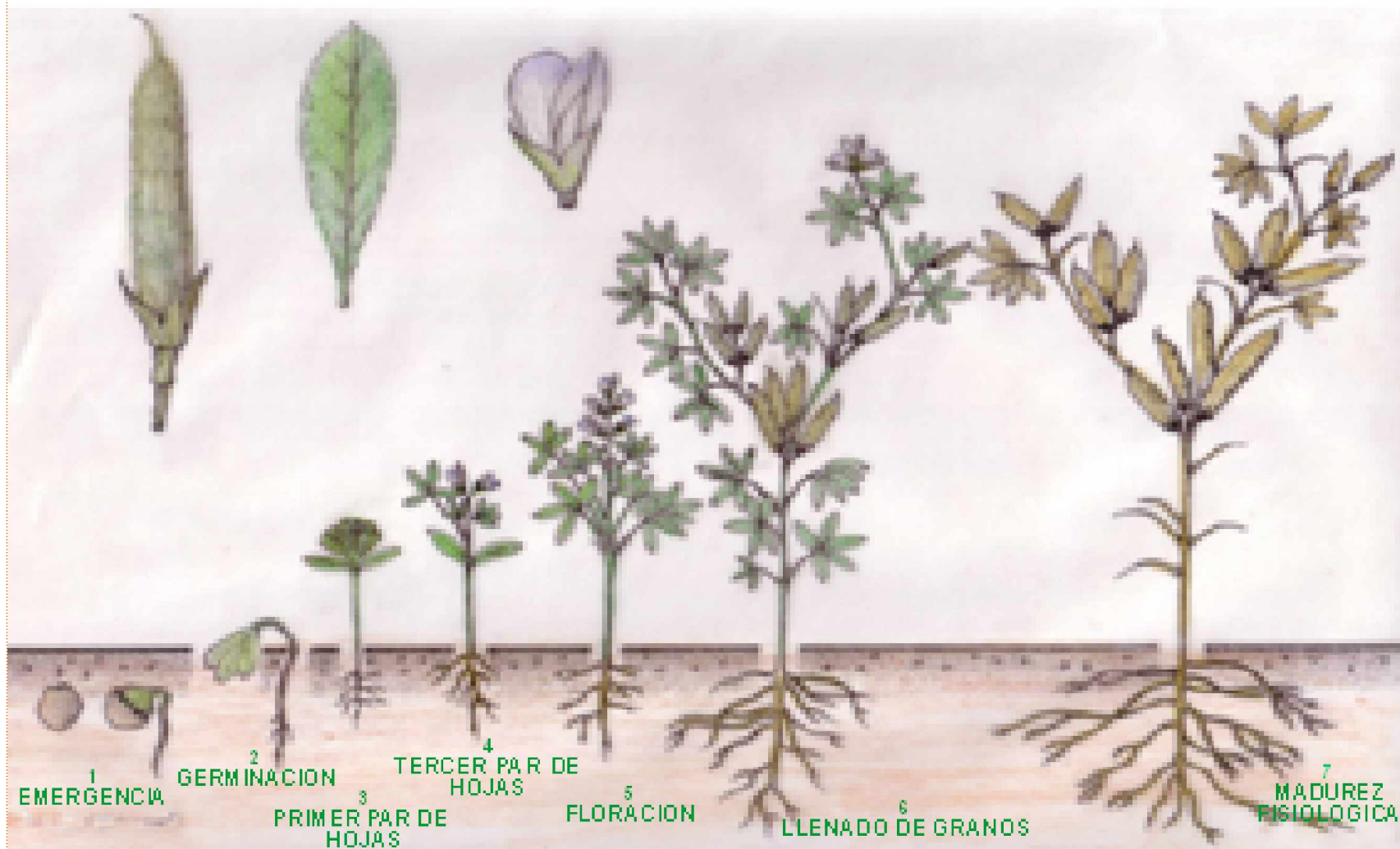
Fotografía 7. Madurez de cosecha de plantas de lupino blanco.



Fotografía 8. Morfología cuadrangular de las semillas de lupino blanco.

Fotografía 9.

## FASES FENOLOGICAS DE LUPINO BLANCO





## ANÁLISIS DE LABORATORIO DE SEMILLAS REALIZADAS EN LA OFICINA REGIONAL DE SEMILLAS LA PAZ



Foto 10. Plántulas en cámara germinadora a los 7 días



Foto 11. Plántulas normales y anormales a los 7 días



Foto 12. Evaluación de pureza física en diafanoscopio

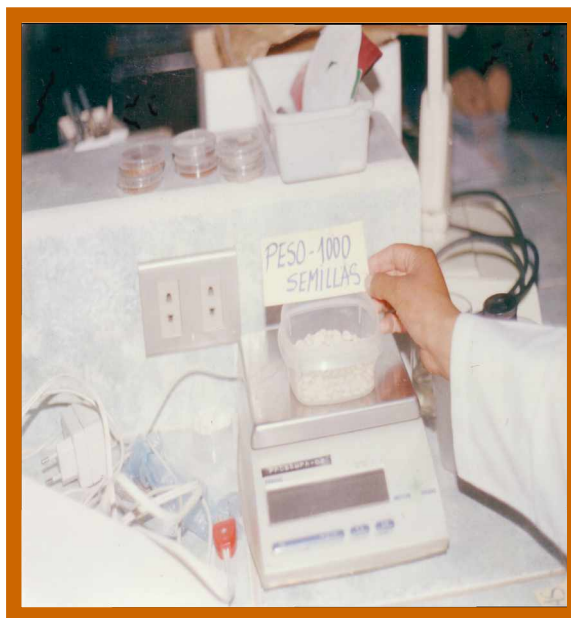


Foto 13. Peso de 1000 semillas en balanza de precisión



Foto 14. Peso hectolitrico en Liter Cup- 203



Foto 15. Prueba de la sanidad de semilla en caja petri



Foto 16. Observación de posibles patógenos en la semilla

