

A

BIBLIOTECA CENTRAL

---

---

**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS  
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

---

---

DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



"POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE  
LUPINUS ALBUS COMO CULTIVO DE  
INVIERNO EN ZAPOPAN, JAL."

---

---

**TESIS PROFESIONAL**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA  
P R E S E N T A  
**JERÓNIMO QUINTERO RAMÍREZ**  
LAS AGUJAS, MPIO. ZAPOPAN, JAL. MAYO DE 1998

---

---



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS**  
**BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO**  
**COMITE DE TITULACION**

**M.C. ELIAS SANDOVAL ISLAS**  
**DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS**  
**PRESENTE**

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación: **TESIS**, con el título:

**"POTENCIAL DE RENDIMIENTO DE Lupinus albus COMO CULTIVO DE INVIERNO EN ZAPOPAN, JAL."**

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

**JERONIMO QUINTERO RAMIREZ**

Los miembros del Comité de Titulación, designaron como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

**M.C. FRANCISCO ZAMORA NATERA**  
**M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO**  
**ING. J. JESUS RUIZ MORENO**

Una vez concluido el trabajo, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

<b>M.C. FRANCISCO JAVIER BERNAL MARTINEZ</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>ING. JUAN RUIZ MONTES</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>ING. PATRICIA ZARAZUA VILLASEÑOR</b>	<b>VOCAL</b>

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

**A T E N T A M E N T E**

**"PIENSA Y TRABAJA"**

Las Agujas, Zapopan, Jal. a 18 de mayo de 1998

**M.C. JESUS NETZAHUALCÓYOTL**  
**MARTIN DEL CAMPO MORENO**  
**PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION**

**M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA**  
**SRIO.DEL COMITE DE TITULACION**

## DEDICATORIAS

BIBLIOTECA GENERAL

A Dios por darme la vida y la oportunidad de superarme en beneficio de la humanidad.

A mis queridos padres Graciano Quintero y Genoveva Ramírez(†) como un humilde agradecimiento por tantos años de esfuerzo, amor y ejemplos recibidos.

A mi esposa Rocío Del Carmen, con amor, por su apoyo y comprensión durante el desarrollo de esta tesis.

A mis hijos Luis Arturo y José Armando, por su motivación a superarme en la vida. Para ellos con mucho cariño.

A mis hermanos y hermanas, por su apoyo constante durante mi formación profesional.

A mis compañeros de generación y amigos, por el apoyo recibido y a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible mi formación.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guadalajara y en particular a la Facultad de Agronomía, por darme la oportunidad de formarme como profesionista al servicio de la comunidad.

Al Departamento de Botánica y Zoología y en especial al laboratorio de Biotecnología, por permitirme realizar el presente trabajo en sus instalaciones.

Al M. C. Juan Francisco Zamora Natera, director de mi tesis, por su dedicado apoyo y estímulo. Con agradecimiento especial por haberme dedicado tantas horas de su tiempo para la realización de esta tesis.

A mis asesores Ing. J. Jesús Ruiz Moreno y al M. C. Santiago Sánchez Preciado por su colaboración y sus valiosas sugerencias para la realización de esta tesis.

A todos mis maestros de la Facultad de Agronomía, Por hacer de mí un profesionista.

A todos aquellos amigos y compañeros que de alguna u otra forma contribuyeron en la realización de esta tesis.

1.- INTRODUCCIÓN	
1.1 OBJETIVOS .....	3
1.2 HIPÓTESIS .....	3
<b>2.- REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1 GENERALIDADES DE LA FAMILIA LEGUMINOSAE (FABACEAE) .....	4
2.1.1 taxonomía.....	4
2.1.2 morfología.....	5
2.1.3 Historia.....	6
2.2 GENERALIDADES DEL GÉNERO LUPINUS. ....	6
2.2.1 Origen del género <i>Lupinus</i> .....	7
2.2.2 Descripción botánica.....	7
2.2.3 Taxonomía.....	8
2.2.4 Historia.....	9
2.3 COMPOSICION QUÍMICA DEL GÉNERO LUPINUS. ....	11
2.4 SUSTANCIAS TÓXICAS. ....	12
2.5 USO DEL GÉNERO LUPINUS EN LA NUTRICIÓN HUMANA.....	13
2.6 USO DE LUPINUS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL. ....	14
2.7 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS PARA EL CULTIVO DE <i>L. ALBUS</i> .....	15
2.7.1 Clima y suelo.....	15
2.7.2 Polinización, aislamiento y rotación.....	16
2.7.3 Siembra.....	16
2.7.4 Fertilización.....	17
2.7.5 Enfermedades y plagas.....	17
2.7.6 Cosecha y Rendimiento.....	18
<b>3.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS AGROCLIMÁTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO. ....	19
3.2 MATERIALES.....	20
3.2.1 Materiales físicos.....	20
3.2.2. Materiales genéticos.....	20
3.3 MÉTODOS.....	20
3.3.1. Diseño experimental usado.....	21
3.3.1.1 Número de tratamientos y repeticiones.....	21
3.3.1.2 Unidad experimental utilizada.....	21
3.3.1.3 Método estadístico usado.....	21
3.3.1.4 Variables estudiadas.....	21
3.3.2 Desarrollo del experimento .....	22
<b>4.- RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 ALTURA DE PLANTAS.....	23
4.2 VAINAS POR PLANTA .....	24
4.3 PESO DE 1000 SEMILLAS.....	25
4.4 RENDIMIENTO DE GRANO.....	27
4.5 DÍAS A LA MADURACIÓN DE SEMILLAS.....	30

<b>5. DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
5.1 ALTURA DE PLANTAS .....	31
5.2 NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA.....	32
5.3 PESO DE 1000 SEMILLAS .....	32
5.4 RENDIMIENTO DE GRANO .....	33
<b>6.- CONCLUSIONES. ....</b>	<b>35</b>
<b>7.- LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación consistió en evaluar la capacidad de adaptación de *L. albus* en el municipio de Zapopan, Jalisco. Para esto, se evaluó el rendimiento de cuatro variedades de *L. albus*. (L2043, L2143, L1023NX y L1014), las cuales fueron donadas por una compañía de EUA. La evaluación se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, durante el ciclo otoño-invierno (95-96). Los materiales genéticos fueron distribuidos en campo bajo un diseño experimental de bloques al azar con cinco repeticiones. Se cuantificaron las siguientes variables: altura de plantas, número de vainas por planta, peso de 1000 semillas, rendimiento de grano por parcela y días a la maduración de semillas. Los resultados obtenidos y evaluados estadísticamente indicaron que la variedad L2043 mostró los mejores valores promedio para todas las variables en estudio, con (46.1) vainas por planta, (394.40 g) en peso de 1000 semillas, (2845 g) de grano por parcela y un valor estimado en kilogramos por hectárea de 2540.89. En general, los rendimientos estimados en Kg./ha entre las variedades en estudio fluctuaron entre 1582 y 2530, valores inferiores a los obtenidos en Chile y Rusia. Sin embargo son, similares a los que se obtienen en países como EAU, España, Polonia y otros. De los resultados anteriormente señalados se puede concluir que *L. albus* respondió en forma favorable a las condiciones ambientales que se presentaron durante la evaluación, sin embargo, para tener mayor confiabilidad de los resultados, es necesario continuar realizando estas evaluaciones tanto en la región como en otras localidades del estado.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

## 1. INTRODUCCIÓN

El género humano siempre ha dependido en alto grado de los vegetales como medio de subsistencia. En un principio, haciendo uso de especies silvestres para satisfacer sus necesidades alimenticias, hasta llegar a la domesticación de algunas de las más útiles.

Entre las plantas cuya domesticación ha sido posible destacan las gramíneas y las leguminosas, estas últimas son consideradas como una de las tres familias de angiospermas más grandes en número de especies (18,000 aprox.) (NAS, 1979), con una distribución cosmopolita y cuya utilidad más importante radica en la diversidad de especies que han sido destinadas a la alimentación del hombre y sus animales domésticos, entre las que destacan: frijol (*Phaseolus vulgaris*), cacahuete (*Arachis hipogaea*), haba (*Vicia faba*), garbanzo (*Cicer arietinum*), alfalfa (*Medicago sativa*), soya (*Glycine max*), entre otras (Isely, 1982).

A pesar de que el cultivo de las leguminosas es menor que el de los cereales, su contribución al suministro mundial de proteínas es mayor, hasta en un 20%. Por lo general las semillas de estos vegetales poseen porcentajes de proteínas que varía del 17 al 30% y en algunos casos como en la soya y el altramuz llega a ser hasta de un 40%, mientras que en los cereales este nutrimento sólo se encuentra en un 6 a 14%.

Además de su alto contenido proteico, poseen alrededor del 60% de carbohidratos, el contenido de grasa en la mayoría de las leguminosas es bajo (entre 1 y 3%), pero hay algunas que llegan a tener mayor cantidad como la soya (18%) y el cacahuete (40%), por lo que estas dos especies son consideradas como semillas oleaginosas (Cubero y Moreno, 1983).

Por su alto valor nutritivo y por sus características funcionales desde hace algunos años se viene usando la soya como un sustituto de proteínas de origen animal.

En algunos países como Brasil, la soya ha adquirido gran aceptación, a tal grado que desplazó a algunos cultivos tradicionales como el frijol (Bourges, 1979 a). En otros países como México se observa cierta renuencia al consumo de esta leguminosa. Su utilización como complemento alimenticio se limita a algunos sectores de la población. Sin embargo, estos granos tienen gran demanda para obtención de aceite y uso pecuario en la elaboración de alimentos balanceados.

Según estadísticas proporcionadas por el INEGI-CONAL (1995), en México el cultivo de soya está restringido a los estados de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas y Chiapas principalmente, con una producción anual de 523,000 toneladas aproximadamente. Cantidad insuficiente para cubrir la demanda nacional del sector pecuario, por lo que este déficit es cubierto en su mayor parte por importaciones provenientes de Estados Unidos de América que asciende a 2'447,948 ton/año.

Para no depender tanto de la soya como la principal fuente proteica-energética en la formulación de raciones alimenticias, el sector pecuario mexicano requiere incrementar las fuentes proteicas vegetales de alto valor nutricional. Ante esta situación una alternativa importante podría ser la incorporación al cultivo de especies autóctonas o introducidas con alto potencial de rendimiento y características nutricionales similares a la soya.

Actualmente en países como Australia, Rusia, Chile, EUA y algunos otros, ha crecido el interés por investigar el potencial de cultivo de especies del género *Lupinus* (Haq, 1993), ya que estas especies son importantes por su alto contenido de proteínas en sus semillas (28-41%), y también por que presentan un óptimo desarrollo en regiones donde las condiciones ambientales no son favorables para el cultivo de soya.

Por lo tanto, el realizar estudios encaminados a conocer el potencial de rendimiento de especies del género *Lupinus*, permitirá generar información para proponer el cultivo como una fuente alternativa para la obtención de proteína.

### 1.1 Objetivos

- 1.- Conocer la capacidad de adaptación de *Lupinus albus* en el Municipio de Zapopan, Jalisco.
- 2.- Identificar el potencial de rendimiento de las cuatro variedades de *L. albus* estudiadas.
- 3.- Generar información sobre el comportamiento de *L. albus* en la región, que permita tomar decisiones posteriores para su manejo y explotación.

### 1.2 Hipótesis

El rendimiento promedio de grano de las variedades de *Lupinus albus* permite suponer que tiene buen comportamiento y potencial productivo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades de la familia leguminosae (Fabaceae)

El nombre de la familia, se deriva de la palabra "legumbre" debido al tipo de fruto (vaina), característica principal de esa familia (Rzedowski, 1988). Las leguminosas, por la cantidad de especies que agrupa y por su distribución en el mundo, son consideradas como una de las tres familias más importantes de las plantas con flor, junto con las compuestas y orquídeas. La familia de las leguminosas se encuentra representada en todas las zonas áridas, templadas, los trópicos húmedos, terrenos montañoso, sabanas y tierras bajas; existen muy pocas acuáticas (NAS, 1979).

#### 2.1.1 Taxonomía.

Por lo general esta familia se divide en tres subfamilias: Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae, pero la tendencia general de muchos autores en la actualidad es de considerarlas como familias independientes.

•Caesalpinioideae: consta de más de 150 géneros y cerca de 2,800 especies, principalmente árboles de las sabanas tropicales y selvas de África, Sudamérica y Asia. Los géneros de importancia ornamental y medicinal son: Bauhinia, Cassia y Senna.

- Mimosoideae: de unos 50 géneros, y cerca de 2,800 especies. Mas destacadas como pequeños arbustos de las regiones semiáridas, tropicales y subtropical de Africa, América y Australia. Son particularmente numerosas en el Hemisferio Sur. Presentan importancia maderera tales como: Acacia, Mimosa y Prosopis.

- Papilionoideae: Cerca de 450 géneros y 12,000 especies, principalmente herbáceas, distribuidas en todo el mundo. Son sumamente importantes por su uso en la alimentación humana y animal; sus géneros representantes más conocidos son: *Arachis*, *Cicer*, *Glycine*, *Lens*, *Lotus*, *Lupinus*, *Medicago*, *Phaseolus*, *Pisum*, *Trifolium* y *Vicia* (NAS, 1979).

### 2.1.2 Morfología

Son plantas herbáceas arbustivas y arbóreas; con raíces pivotantes principalmente en las herbáceas. Los tallos varían mucho de unas especies a otras con relación a la longitud, grosor, tamaño, grado de ramificación y lignificación. Las hojas se encuentran dispuestas alternadamente y es característico que tengan grandes estipulas, suelen ser simples o compuestas, pinadas o palmeadas. Con inflorescencias en donde las flores suelen estar dispuestas en racimos o en cabezuelas. Flores de cinco pétalos, un estandarte, dos alas y una quilla que está formada por dos pétalos más o menos soldados; la quilla, encierra al estigma y a los estambres. Generalmente hay diez estambres, nueve de los cuales suelen tener sus filamentos soldados formando una envoltura que rodea al estilo; el ovario es largo y delgado. El fruto es una vaina que contiene una o varias semillas, dehiscente o indehiscente (Rzedowski, 1988). Casi todas se asocian con bacterias del género *Rhizobium*.

### 2.1.3 Historia

Las leguminosas han sido objeto de cultivo desde la aparición del hombre; desde la época en donde el hombre pasa de la caza y la recolección a la producción de alimentos en forma sistemática.

En el Viejo Mundo fueron el trigo y la cebada, los principales cultivos, aunque las leguminosas ocuparon un puesto secundario no fueron menos importantes. En Turquía se han encontrado restos de legumbres, que tienen una antigüedad que se remonta a los 5,500 años a. C. (Aykroyd y Doughty, 1964).

Además, se han encontrado estos cultivos en diferentes culturas y civilizaciones, desde la época neolítica en Suiza, en tumbas egipcias de la era predinástica y en las ruinas de Troya. Se menciona el cultivo de leguminosas durante milenios, convirtiéndose en un alimento corriente para los antiguos griegos, judíos, egipcios y romanos; además de citar que eran muy populares los guisantes verdes en el siglo XIX, Gregorio Méndel se sirvió de esta legumbre, como materia prima para fundar la moderna ciencia de la genética.

Las leguminosas aparecen también en la evolución de la agricultura del nuevo mundo; en donde el frijol le precede al cereal principal de América: el maíz.

## 2.2 Generalidades del género *Lupinus*

El nombre de este género es una derivación de la palabra en latín "lupus", que significa lobo. Según Aguilera y Trier (1978), esto se debe a que en los lugares donde existían los cultivares silvestres de lupinos, se tenían a los lobos como compañía.

### 2.2.1 Origen del género *Lupinus*

Existen dos grandes regiones genéticas para el género *Lupinus*, Una de ellas se extiende en el área del mediterráneo, es decir desde el sur de Europa hasta África central y las alturas de Etiopía. La segunda región de origen abarca todo el continente americano, exceptuando únicamente las húmedas llanuras tropicales de la cuenca del Amazonas.

Mientras que la región genética mediterránea comprende escasamente una docena de especies silvestres de lupino, de las que se mejoraron las especies cultivadas, *Lupinus albus*, *Lupinus luteus* y *Lupinus angustifolius*, en la región americana existen varios cientos de especies. Mcvaught (1987) señaló que este género comprende más de 200 especies, en Norte y Sudamérica, la región del mediterráneo y las regiones montañosas tropicales de África.

Putnam (1991) señaló que se les encuentra en estado silvestre desde las polvorosas y desoladas tierras del monte Santa Helena a las zonas áridas y heladas del Ártico, así como en las planicies texanas, de los terrenos montañosos de los Andes hasta las cálidas regiones del Mediterráneo.

### 2.2.2 Descripción botánica

Los integrantes de este género son plantas herbáceas o arbustivas, anuales o perennes; tallos solitarios, cespitosos o abundantemente ramificados de 0.5 a 3 m. de altura; hojas alternas, estipuladas, palmadamente compuestas rara vez simples, de 4 a 12 folíolos, flores en racimos terminales pedunculados que normalmente sobresalen del follaje, racimos de 0.3 a 0.5 m o más largos; brácteas florales caducas o persistentes, usualmente deciduas en anthesis, de largo variable. Flores con pedicelos de 2 a 12 mm de largo. Bracteolas comúnmente presentes, adnates a la base del cáliz, linear-subuladas.

Cáliz fuertemente bilabiado, labios enteros o dentados, el superior (adaxial) bifido, el inferior (abaxial), tridentado; corolas zigomorfas, generalmente azules o azul-moradas con una mancha blanca o amarilla en el centro del estandarte por encima del ángulo producido por su mitad exterior que se refleja, ocasionalmente las flores son rosadas, rojas, blancas o amarillas. Corolas glabras, excepto en la quilla; quilla glabra o ciliada a lo largo de los bordes superiores, falcadas o bien el margen superior casi recto, ángulo del margen inferior de 80° a 120°; estambres 10, monodelfos, anteras dimórficas, alternando las más largas con las más cortas; fruto dehiscente más o menos compreso lateralmente, con diversos tipos de pubescencia, a menudo torulosa entre las semillas; óvulos de 4 a 12; semillas de tamaño y color variable, generalmente semejjando el color del suelo del área en que vive (Rzedowski, 1988).

### 2.2.3 Taxonomía

Takhtajan (1987), ubica en la actualidad a *Lupinus albus* en la siguiente posición taxonómica:

División:	Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase:	Magnoliopsida (Dicotyledone)
Subclase:	Rosidae
Superorden:	Fabanae
Orden:	Fabales
Suborden:	Leguminosinae
Familia:	Leguminosae (Fabaceae)
Subfamilia:	Papilionoideae
Tribu:	Genistea
Subtribu:	Genistinae
Género:	<i>Lupinus</i>
Especie:	<i>albus</i>

## 2.2.4 Historia

Los lupinos han sido explotados por el hombre desde tiempos ancestrales como especies de cultivo. *Lupinus albus* fue importante para muchas civilizaciones del Viejo Mundo específicamente en el área del Mediterráneo y *L. mutabilis* de América para los pobladores de la región Andina.

Aguilera y Trier (1978) citan que el cultivo del lupino se encontró a principios de la era cristiana. El cultivo de *Lupinus albus* estaba bien establecido en la agricultura romana y ha sido cultivado en Grecia desde varios siglos antes. La planta pudo llegar a ser conocida en Egipto y en Mesopotamia desde mucho tiempo antes que los romanos y los griegos; estos últimos llamaban a la planta "thermos", cuyo nombre varía a través de toda el área del Mediterráneo. Su significado y el resto de nombres que recibe parece tener el mismo origen: termis (Egipto), turmus (Arabia), altramuz (España) turmusa (Siria y Palestina). Por lo anterior, se puede decir que esta especie fue cultivada y usada primeramente por los griegos.

Aguilera y Trier (1978), señalaron también que en el siglo IV a. de C. Hipócrates mencionó a los lupinos en la nutrición humana; mientras que Teofrasto en su "Historia natural de las plantas" discutió ampliamente acerca de esta leguminosa.

Los mismos autores señalaron que escritores romanos, entre ellos Columela y Plinius al hablar sobre agricultura, describen las ventajas agrarias de esta planta rústica y hacen recomendaciones detalladas para su cultivo, cosecha y utilización como alimento forrajero y humano, una vez que las semillas fueran desamargadas.

CUCBA



Eran principalmente consumidas como alimento por comunidades de escasos recursos en tiempo de escasez. Sin embargo en los últimos años los granos de estas especies son con mayor frecuencia destinados a la alimentación animal (Jambrina, 1980) con excepción de *Lupinus mutabilis* (tarwi) especie que figura entre las plantas cultivadas más antiguas de Sudamérica, que es utilizada para consumo humano por los pobladores de algunas regiones de Perú.

La introducción de este cultivo a otros países se realizó durante mucho tiempo, los conquistadores árabes dispersaron *Lupinus* a través del norte de África y dentro de la península Ibérica. Federico II "El Grande" fue el responsable de introducir lupinos de Italia al norte de Prusia.

En la mayoría de esas culturas, el lupino fue usado tradicionalmente como pastura y como consumo humano, en donde la semilla amarga era remojada antes de ser utilizada.

Poco después de la Primera Guerra Mundial, la Sociedad Botánica Alemana ayudó a generar mayor interés en el cultivo; este esfuerzo, trajo consecuentemente la aparición de una nueva variedad dulce o baja en alcaloides, desarrollada en 1920, esencialmente creando un cultivo nuevo a partir del viejo tipo amargo. Esto representó una de las primeras aplicaciones en cultivos de la genética mendeliana (Putnam, 1991).

Putnam (1991), menciona que quizás el mayor suceso de la historia para el desarrollo moderno de lupino es haber introducido a Australia, el lupino azul o de hoja angosta (*Lupinus angustifolius*), en los años sesentas y setentas, que es una de las especies más resistentes a las sequías y es utilizada ampliamente como una legumbre en rotación con trigo.

CUICBA



El principal producto de las especies cultivadas es la semilla, Haq (1993) reporta que estas especies presentan del 28 al 45.9 % de proteína cruda. Las especies *L. albus* y *L. mutabilis*, contienen 11 y 18 % de aceite, respectivamente.

Williams (1979), mencionó que las especies andinas contienen las más altas cantidades de proteína y aceite, en un rango similar al de la soya, y puede cultivarse en áreas donde la soya, no puede ser cultivada por cuestiones ambientales.

Haq (1993) por su parte, señala que el aceite del Tarwi (*L. mutabilis*), es rico en ácidos grasos insaturados, con altos contenidos de ácidos grasos oleico y bajo en linoléico, lo que le dan gran estabilidad al aceite, al no producir rancidez.

Las proteínas de los *Lupinus* son pobres en aminoácidos azufrados como en la mayoría de las legumbres; también son deficientes en lisina por lo que la calidad biológica de su proteína por lo general es baja; pero el nivel de los demás aminoácidos esenciales es comparable a los niveles recomendados por la FAO/WHO(1970), lo que sugiere que los lupinos podrían ser usados de la misma manera que otras leguminosas (Haq, 1993).

El valor nutricional de sus proteínas es significativamente incrementado cuando es suplementada con metionina sintética a un nivel del 2 % de la proteína total (Gross *et al.*, 1977); (Gross, 1982).

Kay (1979), citó que el contenido de fibra en la semilla excede el 10 % en *Lupinus luteus* y *L. angustifolius*, pero que en *L. albus* y *L. mutabilis* contienen menor fibra, éste nutrimento puede llegar a reducirse a través de las prácticas de cultivo ya que es muy importante para la palatabilidad. Por lo que la semilla puede ser una fuente valiosa de fibra para el consumo humano.

Montgomery (1965), reporta que la semilla del lupino, presenta una buena fuente de vitaminas A, B y C, además se reportan otras sustancias como, hipoxantina, ácido malónico, pectina, frigelina y xantina. Además presenta inhibidores de la tripsina que en *L. mutabilis* es de 1.16 unidades inhibidoras de tripsina (UIT) la cual es considerablemente más baja que en la de la soya (30.1 UIT) y bajo contenido de glucósidos cianogénicos, menor de los niveles tóxicos permitidos.

Putnam (1991), ya había señalado que las semillas de lupino carecen de factores antinutricionales, por lo cual se hace al lupino un cultivo potencial para muchas formulaciones dirigidas a los animales.

#### 2.4 Sustancias tóxicas

El alto contenido de alcaloides en la semilla de *Lupinus* era un factor limitante para el total aprovechamiento en la alimentación humana y/o animal.

Sin embargo, las culturas clásicas de Egipto, Grecia, Roma y los habitantes de los Andes, para desamargar las semillas (eliminar alcaloides) y convertirlas en un alimento agradable utilizaban un proceso de remojo, cocción o lavado prolongado en corrientes de agua (riachuelos).

Actualmente con los avances en mejoramiento genético en *Lupinus*, se han desarrollado variedades con muy bajos contenidos de alcaloides (variedades dulces), Gladstone (1970) señaló que Von Seng y Busch fueron los primeros en lograr en los años 1928-1929 la selección de *Lupinus luteus* y *Lupinus angustifolius* con bajo contenido de alcaloides con ayuda de una extensa investigación cualitativa de alcaloides.

*Lupinus albus*

Además este autor indicó que en 1930 se desarrollaron las primeras líneas de *Lupinus albus* con bajo contenido de alcaloides, lográndose reducir el contenido de principios amargos de 1.75 a 0.16% -0.26%. Con la selección de lupino dulce el cultivo de estas especies logró abrirse paso nuevamente en este siglo. En la actualidad *L. albus* y *L. luteus* se cultiva en varios países como la antigua Unión Soviética, España, Estados Unidos y, algunos otros países de Sudamérica como Ecuador, Perú y Bolivia están interesados en introducir su cultivo (Putnam, 1991).

### 2.5 Uso del género *Lupinus* en la nutrición humana

Las semillas de lupinos han sido usadas desde hace varios años para consumo humano, aunque su utilización actual en la producción de alimentos es limitada, a pesar de la gran cantidad de productos derivados como son la harina, aceites, concentrados, aislados, etc. (Haq, 1993).

Investigaciones han demostrado que el lupino es una fuente barata de proteína y es mejor cuando se usa en combinación con otros alimentos. Asimismo se han usado de 10 a 20 % de harina de lupino con harina de trigo en la elaboración de pan de buena calidad nutricional y textura, con un sabor agradable.

Es también utilizado en la elaboración de galletas y pasteles, de sustitutos lácteos, además de incorporarlo en la producción de comida para bebés, bocadillos, hamburguesas (Yañez *et al.*, 1979). En Perú la harina se adiciona a galletas, pan, fideos, salsas y sopas. La leche en polvo es también elaborada con harina de lupino, deshidratada a 17°C, la cual es nutritiva y aceptable. En Chile esas plantas productoras son técnica y económicamente factibles y contribuyen a incrementar los ingresos de los granjeros de la región (Haq, 1993).

El aceite de *L. mutabilis* tiene buenas cualidades nutritivas comparables a otros aceites vegetales, es más digestible que el de soya y el de semilla de algodón (Juárez, 1991).

La introducción de productos a base de lupinos para el consumo humano no es solamente una cuestión de investigaciones de química alimenticia y tecnológica, sino también de una política agrícola y alimentaria (Zacarías *et al.*, 1985).

## 2.6 Uso de *Lupinus* en alimentación animal

Se cuenta con amplias experiencias sobre la utilización de lupino como forraje, ensilado y sobre el aprovechamiento de su semilla como componente de alimentos para consumo animal (Aguilera y Trier, 1978). En Alemania se realizaron, hasta fines de la Segunda Guerra Mundial, extensos estudios de alimentación con semilla de lupino con cerdos, vacas, ovejas, caballos, pollos, palomas, conejos y peces.

Investigaciones indican que el alto contenido proteico y calórico, conjuntamente con la alta digestibilidad de las sustancias nutritivas en todos los animales estudiados, posibilita la amplia utilización de lupino dulce en la alimentación animal (Guillame *et al.*, 1979).

Ensayos de alimentación animal a mediados de los años cincuentas y sesentas, en Sudáfrica, comprobaron los resultados obtenidos en Alemania. En esta oportunidad se sugirió reemplazar las fuentes proteicas de alto costo, como la harina de pescado, por lo menos parcialmente, por proteína de lupino, que es de menor costo, pudiéndose adicionar incluso una proporción reducida de semilla de lupino amargo, sin que esto repercuta negativamente en el engorde (Hill, 1977; Donovan *et al.*, 1991).

Según un estudio ulterior se puede utilizar *Lupinus albus* como única fuente proteica en el segundo período de engorde, sin que se presenten pérdidas de rendimiento en

comparación con la ración estándar. Sin embargo, en el primer periodo de engorde no se puede prescindir completamente de la harina de pescado, debido a que el contenido de aminoácidos azufrados del lupino es demasiado bajo para cubrir las necesidades (Johnston y Uzcategui, 1988).

## 2.7 Requerimientos agroclimáticos para el cultivo de *L. albus*

### 2.7.1 Clima y suelo

En la Europa Septentrional *L. albus* se utiliza como un cultivo anual de verano, pero en los climas del Mediterráneo y en la costa del Golfo de México de los EUA, *L. albus* se cultiva como anual de invierno. Prefiere el clima frío, ya que el clima caliente y seco durante la floración, reduce el peso de las semillas.

De acuerdo con Putnam (1991) la semilla normalmente madura de 100-140 días, aunque en algunas ocasiones puede tardar hasta 160 días. Puede alcanzar alturas de 0.5- 1 m. Los requerimientos térmicos de *L. albus* son variables de acuerdo a la variedad que se cultive, algunas pueden tolerar temperaturas de entre -3 a -6 °C aunque su resistencia varía durante el crecimiento, siendo más resistente al frío durante la etapa vegetativa (de tres a cuatro hojas) pero son susceptibles a bajas temperaturas durante la floración (Gross, 1982). El óptimo crecimiento de *L. albus* tiene lugar a temperaturas promedio de 15 a 25 °C (Jambrina, 1980). Las altas temperaturas acompañadas de poca humedad pueden afectar el crecimiento y desarrollo de la planta especialmente en la etapa de floración y llenado de grano. Para obtener altos rendimientos de grano *L. albus* requiere de suelos profundos, fértiles y de buen drenaje con un pH entre ácido a neutro (López Bellido y Fuentes, 1986).

De acuerdo con Gross (1982) y Putnam (1991) *L. albus* prefiere suelos arenosos o areno-limosos ya que en suelos arcillosos esta especie presenta dificultades para

desarrollarse debido a la falta de aireación, además esta condición inhibe el óptimo desarrollo de *Rhizobium*, haciendo a las plantas susceptibles de enfermedades causadas por hongos del género *Fusarium*.

### 2.7.2 Polinización, aislamiento y rotación

Las especies cultivadas de *Lupinus* son predominantemente autógamias, pero se observa también polinización cruzada entomófila, así por ejemplo se tiene reportada un 10% de polinización cruzada en *L. albus*, sin embargo el porcentaje de cruce natural depende de la actividad de los insectos. Las abejas son los principales agentes de polinización. El aislamiento es indispensable para la producción de semilla pura en las especies de polinización cruzada. En los países bajos, las diferentes variedades se separan unas de otras y de todos los lupinos silvestres por lo menos 500 m.

La instalación de colmenas en el campo aumentará la producción de semillas en el campo. Se recomienda siempre la inoculación de las semillas aunque no es necesario en terrenos en los que se hubiera cultivado el lupino bien inoculado durante el año anterior. En Europa se recomienda sembrar después de cereales (Mateo, 1961).

### 2.7.3 Siembra

En el norte de Europa se siembra *L. albus* de marzo-abril o de septiembre-octubre en regiones donde hay solo heladas leves; la siembra temprana permite secar más fácilmente la semilla.

En los estados meridionales de los EUA se siembra de septiembre-octubre, cuanto más temprano es la siembra, más elevado es el rendimiento de semilla.

La densidad de siembra varía con el lugar, la especie y la variedad. En los EUA se siembra 60-80 kg/ha de *L. albus*, en Europa y Kenia la cantidad de semilla varía entre 80 y 160 kg/ha. En Europa, para la producción de semilla se siembra generalmente en hileras con 60-90 cm de separación; en los países bajos las hileras distanciadas 80 cm. dan el rendimiento de semilla más elevado. Fuera de Europa se utilizan distancias menores entre hileras, generalmente a 30 cm. La siembra en hileras permite las escardas y permite la depuración. La semilla se siembra en suelos húmedos de consistencia entre fina y media a una profundidad de 2.5 cm. aunque es conveniente una profundidad menor cuando el contenido de humedad en el suelo es adecuado (López-Bellido y Fuentes, 1986).

#### 2.7.4 Fertilización

Jambrina (1980) señaló que normalmente no se aplica Nitrógeno al cultivo. Sin embargo, este autor indicó que en algunos países se ha observado que la aplicación de este elemento acelera la floración. Se suele aplicar Fósforo en los EUA y Sudáfrica de 300 a 400 kg/ha antes de la siembra o después. En Europa se suele administrar Boro para acelerar la maduración de la semilla.

#### 2.7.5 Enfermedades y plagas.

Los lupinos suelen ser susceptibles al ataque de la antracnosis, el tizón y un cierto número de podredumbres del tallo y de las raíces. La utilización de semilla libre de enfermedades y la rotación constituye el mejor medio de combatirlas.

El virus del mosaico del frijol puede reducir el rendimiento de semilla de *L. albus* aunque raras veces ocasiona pérdidas grandes (Putnam, 1991).

### 2.7.6 Cosecha y Rendimiento.

En Europa y EUA se cosechan las semillas cuando las vainas presentan un color pardo. Las semillas no deben cosecharse cuando están demasiado verdes o se verá afectada la germinación. López Bellido y Fuentes (1986) reportan rendimientos de 1,000 kg/ha en Sudáfrica de *Lupinus albus*, en Rusia estos investigadores reportaron rendimientos de 1,500 a 3,900 y hasta 5000 kg/ha, mientras que en España de 500 a 1,500 kg/ha. Putnam (1991) y Ayisi *et al.* (1992) en EUA reportaron rendimientos de 1400 a 2600 Kg/ha.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Características agroclimáticas del área de estudio.

Para cumplir con los objetivos de esta investigación, durante el ciclo otoño invierno de 1995-96 se estableció un experimento en el Campo Agrícola Experimental del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara, el cual se localiza en el predio Las Agujas Nextipac, Zapopan Jal. Las coordenadas geográficas del lugar son 14°00' latitud norte y 106 °17' longitud oeste, a una altitud de 1650 msnm, con una temperatura media anual de 18 °C. Los suelos de la región son de pH ácidos, de textura franco arenosa. Las condiciones ambientales que se presentaron durante la conducción del experimento se presentan en el cuadro 1.

**CUADRO 1. CONDICIONES CLIMÁTICAS QUE SE PRESENTARON DURANTE EL DESARROLLO DEL EXPERIMENTO (1995-1996)**

	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Temperatura Máxima °C	30	28	29	29	31	31	32	34
Temperatura Mínima °C	02	01	02	01	03	04	06	11
Temperatura Media °C	16	14.5	15	15	17	17	19	22.5
Precipitación Total mm	-----	10	268	-----	10	-----	-----	20
Humedad Relativa Mínima %	15	10	13	09	07	10	10	10
Humedad Relativa Media %	57	55	56	54	53	55	45	55

Fuente: Estación Meteorológica de la Base Aérea Militar, Zapopan, Jal.

## 3.2 Materiales

### 3.2.1 Materiales físicos

Se utilizaron herramientas, materiales y equipo de uso común para la preparación del terreno, conducción del experimento y para la toma de los datos en el campo.

### 3.2.2. Materiales genéticos

Se utilizaron semillas de cuatro variedades de *L. albus* (L2043, L1014, L1023, y L2143), así como inoculante (*Bradyrhizobium lupini*) para la semilla. Estos materiales fueron proporcionados por la Resource Seed Inc. U S A.

## 3.3 Métodos

### 3.3.1 Diseño experimental usado

Los materiales genéticos fueron distribuidos en campo bajo el diseño experimental de bloques al azar, bajo el siguiente modelo.  $\gamma_{\tau j} = \mu + \tau_{\tau} + \beta_j + \epsilon_{\tau j}$

$\gamma_{\tau j}$  = es la observación del tratamiento  $\tau$  en el bloque  $j$

$\mu$  = es el efecto verdadero de la media general

$\tau_{\tau}$  = es el efecto del  $\tau$ -ésimo tratamiento

$\beta_j$  = es el efecto del  $j$ -ésimo bloque

$\epsilon_{\tau j}$  = es el error experimental.

### 3.3.1.1 Número de tratamientos y repeticiones

El experimento constó de cuatro tratamientos y cinco repeticiones:

T1= Variedad (L1023Nx)

T2= " (L2143)

T3= " (L2043)

T4= " (L1014)

### 3.3.1.2 Unidad experimental utilizada.

Cada parcela experimental constó de cuatro surcos de siete m de longitud, con 0.80 m de separación y con una distancia entre plantas de 0.20 m. Como parcela útil se consideraron los dos surcos centrales.

### 3.3.1.3 Método estadístico usado.

Se practicaron análisis de varianza y comparación de promedios mediante la prueba de Tukey con la ayuda del programa estadístico "Diseños experimentales", desarrollado por el Dr. Emilio Olivares Saens, Maestro de la Universidad Autónoma de Nuevo León (1995).

### 3.3.1.4 Variables estudiadas.

De plantas que fueron cosechadas de la parcela útil se midieron las siguientes variables:

**Altura de planta:** esta se cuantificó antes de cosechar, midiendo con una cinta métrica 30 plantas de cada parcela útil.

**Días a madurez fisiológica:** esta observación se hizo cuando el 100 % de las plantas presentaron vainas de un color amarillento.

**Número de Vainas por planta:** para esta variable se contaron todas las vainas de 20 plantas en cada parcela útil antes de cosechar.

**Peso de 1000 semillas:** de las semillas que se cosecharon por parcela útil se pesaron 1000 tomadas al azar.

**Rendimiento de grano por hectárea:** se pesaron las semillas que se cosecharon de todas las plantas de la parcela útil.

**Rendimiento de grano por hectárea:** el rendimiento obtenido de la parcela útil se estimó en Kilogramos/hectárea.

### 3.3.2 Desarrollo del experimento

Una vez preparado el terreno (aradura, rastra y surcado) las semillas previamente inoculadas se sembraron el 20 de noviembre de 1995. Con el propósito de asegurar densidades de población homogéneas, las semillas se sembraron en forma manual. Inmediatamente después de la siembra el cultivo recibió un riego por aspersión, esta actividad se llevó a cabo con una frecuencia de 15 días (hasta antes de la floración). Al momento de la floración el riego por aspersión fue suspendido y posteriormente el riego se realizó por gravedad. Cabe señalar que después de sembrar la irrigación fue la única práctica cultural que recibió el cultivo durante el experimento.

## 4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del experimento que se estableció para cumplir con los objetivos de esta investigación se describen a continuación por variable estudiada:

### 4.1 Altura de plantas

El análisis de varianza para esta variable mostró diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre variedades (Cuadro 2).

**CUADRO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTAS**

F. V.	G. L.	S. C	C.M.	F	P>F
Variedad	3	2388.375	796.125	38.5781	0.000**
Bloques	4	29.1875	7.2968	0.3536	0.837
Error	12	247.640	20.636		
Total	19	2665.203			

C. V.=6.74%

La comparación de promedios de tratamientos mediante la prueba de Tukey, se presenta en el Cuadro 3. En él se muestra que la variedad L2043 fue la que presentó la mayor altura promedio con 82.46 cm, seguido de la variedad L2143 con una altura promedio de 72.84 cm, mientras que la variedad L1014 resultó ser la que alcanzó la menor altura (54.98 cm) pero no fue significativamente diferente a la altura que se registró en la variedad L1023NX con 59.22 cm.

**CUADRO 3. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA ALTURA DE CUATRO  
VARIETADES DE *L. albus***

Variedad	Altura (cm)
L2043	82.464 A
L2143	72.836 B
L1023NX	59.212 C
L1014	54.984 C



#### 4.2 Vainas por planta

El ANVA respectivo para cantidad de vainas por planta indicó diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre los materiales en estudio (Cuadro 4).

**CUADRO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE VAINAS POR PLANTA**

F. V.	G. L.	S. C	C.M.	F	P>F
Variedad	3	801.970	267.323	18.4953	0.000**
Bloques	4	64.541	16.135	1.116	0.394
Error	12	173.443	14.453		
Total	19	1039.955			

C.V.= 10.75%

Al realizar la comparación de medias (Cuadro 5) se observó que el mayor promedio de vainas por planta (46.10) se obtuvo de la variedad L2043.

CUADRO 5. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA NÚMERO DE VAINAS COSECHADAS POR PLANTA EN CUATRO VARIEDADES DE *L. albus*

Variedad	Media
L2043	46.100 A
L1023NX	33.960 B
L2143	30.840 B
L1014	30.600 B

Los valores promedio de vainas registrados de las variedades L2143, L1023NX y L1014 fueron 30.9, 33.9 y 30.60 respectivamente (Figura 1), pero no mostraron diferencia significativa.

#### 4.3 Peso de 1000 semillas

El ANVA respectivo para el peso de 1000 semillas de las cuatro variedades mostró diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 6).

CUADRO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO DE 1000 SEMILLAS

F. V.	G. L.	S. C	C.M.	F	P>F
Variedad	3	19794.939	6598.00	21.714	0.000**
Bloques	4	539.50	134.879	0.444	0.776
Error	12	3646.20	303.548		
Total	19	23979.75			

C.V. = 5.06%

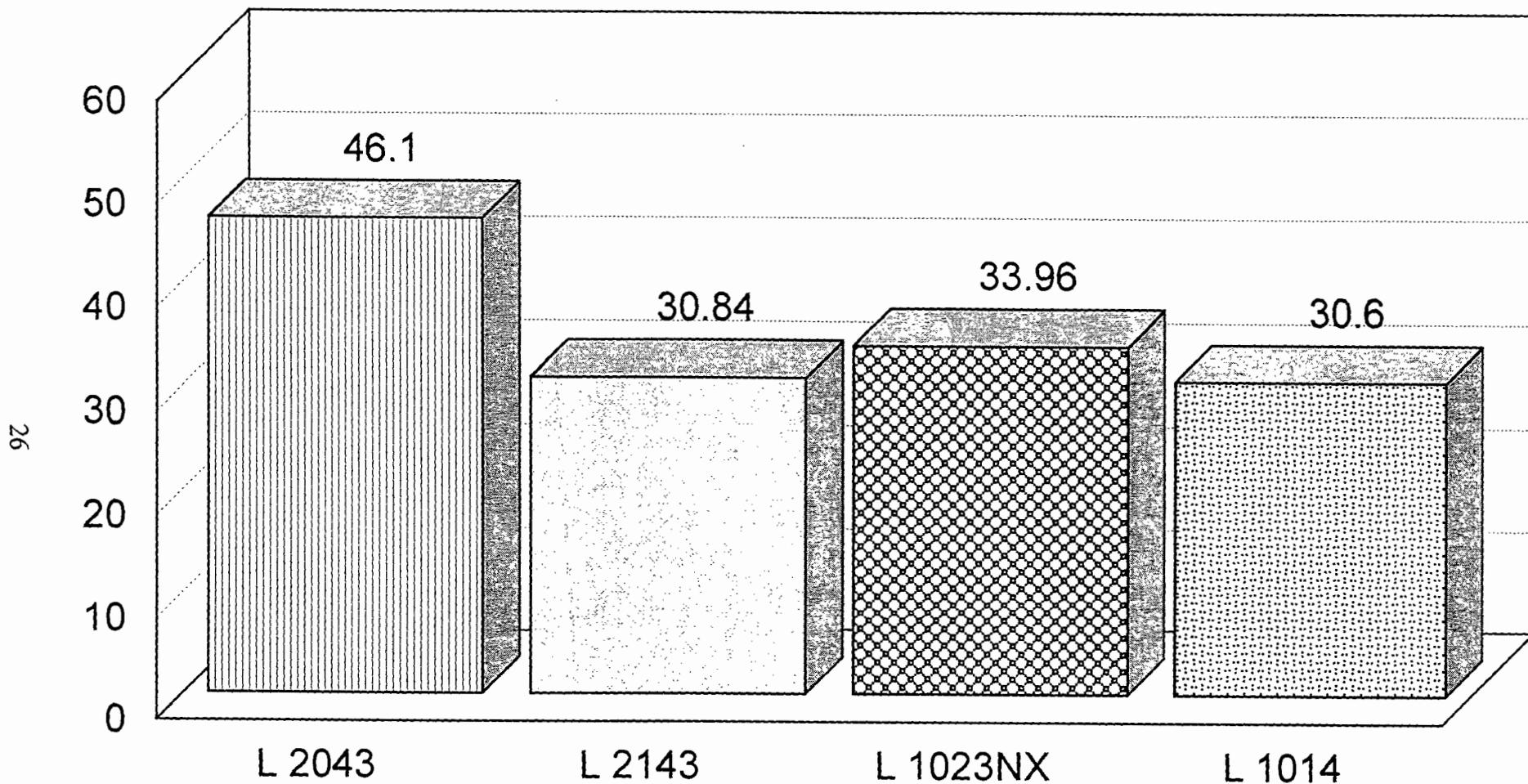


Figura 1. Número promedio de vainas por planta en cuatro variedades de *L. albus*

La comparación de medias para el peso de grano (Cuadro 7) indicó como en el caso anterior, que la variedad L2043 es la que presentó los más altos valores, con un peso promedio en 1000 semillas de 394.4 g, seguido de las variedades L1014NX y L1014 con 324.214.7 g y 214.7 g respectivamente pero sin diferencias estadísticas. El peso de semillas más bajo se obtuvo de la variedad L1014 con 314.70 g.

CUADRO 7. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL PESO DE 1000 SEMILLAS DE CUATRO VARIEDADES DE *L. albus*

Variedad	Media (g)
L2043	394.40 A
L2143	348.20 B
L1023NX	324.20 BC
L1014	312.20 C

#### 4.4 Rendimiento de grano

El ANVA respectivo para rendimiento de grano por parcela útil y rendimiento de grano estimado en kg/ha también mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las cuatro variedades evaluadas. La comparación de promedios reveló una tendencia similar a las anteriores, ya que la variedad L2043 con 2845 g/parcela resultó ser la que registró los más altos valores promedio (Cuadro 8). Los rendimientos de grano de la variedad L1014 con 1762 g resultó ser el más bajo, mientras que los rendimientos de grano por parcela de las variedades L2143 con 2300 g y la variedad L1014 con 2249 g mostraron un comportamiento intermedio pero no resultaron ser estadísticamente diferentes.

CUADRO 8. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO  
 POR PARCELA DE CUATRO VARIEDADES DE *L. albus*

Variedad	Media (g)
L2043	2845 A
L2143	2300 B
L1023NX	2249 B
L1014	1762 C

Los resultados que mostró la comparación de promedios para la variable rendimiento de grano estimado en kg/ha se muestran en el cuadro 9. La variedad L2043 con 2540.89 kg/ha resultó ser la más productiva, de la variedad L1014 se cosecharon los más bajos rendimientos (1573.59 kg/ha), mientras que los rendimientos intermedios pero sin diferencias estadísticas se obtuvieron de las variedades L2143 y L1023NX con 2054.10 y 2008.50 kg/ha respectivamente (Figura 2).

CUADRO 9. COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA EL RENDIMIENTO DE GRANO  
 EXPRESADO EN KG/HA

Variedad	Media kg/ha
L2043	2540.89 A
L2143	2054.10 B
L1023NX	2008.50 B
L1014	1573.59 C

CUCBA



UNIVERSIDAD DE CIÉNEGA

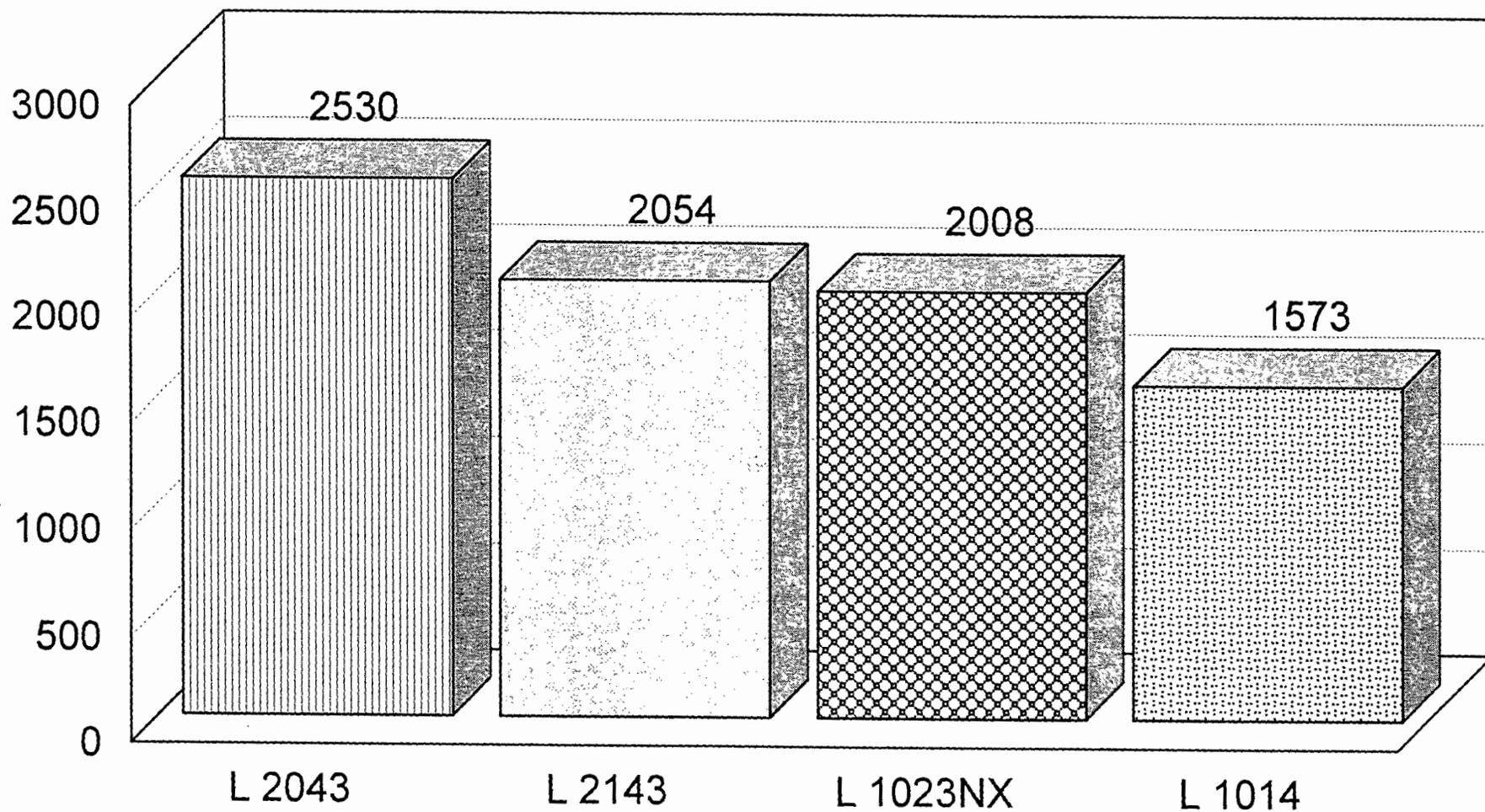


Figura 2. Rendimiento de grano (Kg/ha) en cuatro variedades de *L. albus*

#### 4.5 Días a la maduración de semillas.

Aunque esta variable no fue analizada estadísticamente, sí se observó cierta diferencia entre variedades. Así, por ejemplo, la maduración de semillas en las variedades L2143, L1023NX y L1014 ocurrió aproximadamente de los 135-145 días, mientras que la variedad L2043 resultó ser la más tardía (150-160 días).

## 5. DISCUSIÓN

La introducción y adaptación progresiva de plantas cultivadas en regiones nuevas es una actividad importante que ha permitido que el hombre y sus animales domésticos dispongan de una mayor diversidad de cultivos útiles para su alimentación (Martínez y Zamora, 1995).

A nivel internacional esta creciendo la necesidad de buscar fuentes alternativas proteicas de origen vegetal, principalmente en aquellas regiones que no reúnen condiciones ambientales para el cultivo de la soya (Gross, 1982). Dentro de este contexto Putnam (1991) señaló que el cultivo de *Lupinus* como una fuente alternativa de proteínas para alimentación animal principalmente y como una forma de mejorar la fertilidad del suelo, ha sido de gran interés en regiones de climas templados.

Varios factores son importantes por su influencia en la producción de una especie, sin embargo, todos los efectos combinados del ambiente sobre las características de las plantas, parámetros climáticos y propiedades del suelo son finalmente expresados en la respuesta productiva de un cultivo.

### 5.1 Altura de plantas

La altura de plantas que se registró de las variedades evaluadas en este estudio fluctuó entre 54.9-82.5, valores que se encuentran dentro de los rangos que señala a autores como Mateo, 1961; Putnam, 1991.

## 5.2 Número de vainas por planta

El número promedio de vainas por planta es el componente de rendimiento más variable y depende de las características ambientales y el manejo agrícola del cultivo (Jambrina, 1980).

En España López-Bellido y Fuentes (1982) consignaron en *L. albus* un rendimiento promedio de vainas por planta de 8.7 y 12, mientras que en años posteriores Ayisi *et al.* (1992) y Putnam *et al* (1992) en EUA mencionaron un rendimiento promedio máximo de vainas por planta de 4.4-11.5 y 2.8-9.2, respectivamente. Los anteriores valores resultaron estar por debajo de los encontrados en este estudio, ya que el promedio mínimo de vainas por planta fue de 30.61 en la variedad L1014 y el máximo de 46.10 en la variedad L2043.

El alto número de vainas encontrado en este estudio se debió probablemente a que la densidad de población es relativamente baja (10-15 plantas/m<sup>2</sup>) comparada con las densidades que utilizan en otros países (50-70 plantas/m<sup>2</sup>) y (25 -35 plantas/m<sup>2</sup>) y también a que el agua no fue un factor limitante durante todo el ciclo de cultivo. De acuerdo con (López-Bellido y Fuentes 1986) los factores principales que más reducen el número de vainas por planta son la falta de humedad y un aumento en la densidad de población.

## 5.3 Peso de 1000 semillas

El peso de 1000 semillas puede ser la causa de notables diferencias en el rendimiento de las especies del género *Lupinus*. Con frecuencia se observan diferencias en el peso de semillas entre las variedades de una misma especie (Jambrina, 1980).

El mayor peso promedio de 1000 semillas registrado en esta investigación fue de 390.4 g en la variedad L2043 y el mínimo de 314.70 g en la variedad L1014 (Cuadro 8), valores que se encuentran dentro de los rangos que reportan otros investigadores, así por ejemplo López-Bellido y Fuentes (1986) y (1990) en España señalaron pesos en 1000 semillas de *Lupinus albus* de 245-500 g. En otras investigaciones realizadas en EUA también se obtuvieron en promedio pesos máximos en 1000 semillas de 444 g y como peso mínimos 186 g (Putnam *et al.*, 1992).

#### 5.4 Rendimiento de grano

A pesar de que el número de vainas por planta en esta investigación fue superior a los valores que se registran en otros países, esto no se reflejó en un mayor rendimiento de granos estimado por hectárea, ya que el rendimiento máximo alcanzado en este estudio fue de 2540.89 kg/ha con la variedad L2043 (Cuadro 9), mientras que los mayores rendimientos de *L. albus* que López-Bellido y Fuentes (1986) consignan son de 4000 y 5000 en Rusia y Chile respectivamente.

Sin embargo, la producción de granos más baja que se ha obtenido es de 500 a 1500 kg/ha en Sudáfrica, España y Portugal (López-Bellido y Fuentes, 1986), este rendimiento fue superado en esta investigación aun con variedad de menor rendimiento (1573.59 kg/ha).

Los resultados obtenidos de esta investigación bajo las condiciones ambientales similares coinciden con los alcanzados en EUA por Putnam *et al.*, (1992) y Ayisi *et al.*, (1992) siendo los rendimientos de 1187 hasta 2543 kg/ha, en suelos arenosos, con características de pH ácido y con temperaturas promedio de entre 15 y 20 °C.

A pesar que los rendimientos obtenidos en esta investigación no fueron superiores a los que se ha observado en otros países, es importante señalar que la producción de granos

de *L. albus* en esta región fue favorable, considerando que el estudio se llevó a cabo bajo condiciones de una agricultura de bajos insumos (labranza mínima e irrigación únicamente).

Se observó una clara diferencia entre variedades para alcanzar la maduración de semillas. A pesar de que la variedad L2043 fue la más tardía (145-160 días) en comparación con los demás materiales (135-145 días), en general el tiempo requerido en este estudio por las variedades para llegar a maduración se encuentra dentro de los rangos que mencionaron Gross, (1982); Putnam, (1991).

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación y bajo las condiciones particulares de la misma, se puede concluir lo siguiente:

1. Los rendimientos de grano obtenidos en este primer año de ensayo indicaron que las condiciones ambientales que se presentaron en la región durante la conducción del experimento (Otoño-Invierno) permitieron una adaptación favorable de *L. albus*.
2. Los rendimientos de grano más altos fueron obtenidos de la variedad L2043 con 2845 g/parcela.
3. La variedad L1014 con 1171 g/parcela presentó los más bajos rendimientos de grano, sin embargo, estos resultados son similares a los que se obtienen en otros países.
4. En Zapopan la producción de esta leguminosa podría ser una alternativa importante para reducir las importaciones de granos ricos en proteínas.

Con base en lo anterior se plantean las recomendaciones que siguen:

- 1.- Para tener una mayor confiabilidad de los resultados es importante repetir el experimento en esta y otras localidades del estado.
- 2.- Es importante que posteriormente se realicen investigaciones encaminadas a generar información técnica, que permita tomar decisiones sobre el manejo y producción de esta especie (densidad de siembra, fechas de siembra, irrigación, etc.) bajo las condiciones ambientales que se presentan en el estado de Jalisco. En otras palabras, completar el paquete tecnológico o la fórmula de producción.
- 3.- Realizar trabajos de investigación específicos para corroborar la información que ya se tiene sobre su uso y aprovechamiento.
- 4.- Realizar la investigación sobre la rentabilidad del cultivo.

## 7. LITERATURA CITADA

- 1.- Aguilera J.F. and Trier A. 1978. The revival of the lupin. Food Technol. 32: 70-76.
- 2.- Ayisi K. K., D. H. Putnam, C.P. Vance, and P. H. Graham. 1992. Bradyrhizobium inoculation and nitrogen fertilizer effects on seed yield and protein of White Lupin. Agron. J. 84:857-861.
- 3.- Aykroyd W.R. y J. Doughty. 1964. Las leguminosas en la alimentación humana. Ed. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma, Italia.
- 4.- Bourges R.H. 1979<sup>a</sup>. Utilización directa de la soya en la alimentación humana. Cuad. Nutr. 4: 69-75.
- 5.- Cubero J.I. y Moreno M.T. 1983. Leguminosas de grano. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- 6.- Donovan B. C., M. A. Mcniven, J.A. Macleod and D. M. Anderson. 1991. Protein quality of two cultivars of lupin seed evaluated in weanling rats. Anim. Feed Sci. Tech.33: 87-95.
- 7.- FAO. 1990. Protein quality evaluation. Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Edited by: Food and Agriculture Organization of the United Nation. Roma, Italia.
- 8.- Gladstone J.S. 1970. Lupins as crop plants. Field Crop Abstracts. 23: 123-148.

- 9.- Gross, R.; Baer, E. von.1977. Use of *Lupinus mutabilis* and *Lupinus albus* in the Andean countries (Posibilidades del *L. mutabilis* y *L. albus* en los países andinos). Arch. Latinoamer. Nutr. 27: 451-474.
- 10.- Gross R. 1982. El cultivo y la utilización del tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet). Estudio FAO No. 36. Producción y Protección vegetal. 8: 13-27, 58-60. Roma, Italia.
- 11.- Guillame J. , J.C. Chenieux and M. Rideau 1979. Fiding value of *Lupinus albus* L. in chickens diets (with emphasis on the role of alkaloids). Nutr. Rep. inter. 1: 57-65.
- 12.- Haq N. 1993. Underutilized crops. Pulses and vegetables. Edited by J.T. Williams. Published by Chapman & Hall. London, U.K.
- 13.- Hill G.D. 1977. The composition and nutritive value of Lupin seed. Nutr. Abstr. Rev., B.- 47: 511-529.
- 14.- Isely D. 1982. Leguminosae and *Homo sapiens*. Econ. Bot. 36: 47-70.
- 15.- Jambrina A.J. 1980. Introducción al cultivo del *Lupinus*(Altramuz). Editado por: Comunicaciones I.N.I.A. Serie producción vegetal. No 26. 18 pp. Madrid, España.
- 16.- Johnston P. M. and M. E. Uzcategui. 1988. Effect of *Lupinus mutabilis* (chocho o tarwi) on the lactation and grown of rabbits and guinea pigs. J. Anim. Sci. 66 (Suppl. 1): 334.
- 17.- Juárez, C. A. 1991. Destoxificación comparativa de tres especies de *Lupinus* silvestres y de *L. mutabilis* cultivada en México. Tesis de Maestría en Alimentos. E.N.C.B. I.P.N.
- 18.- Kay D. E. 1979. Lupin (*Lupinus*) as food legumes. Crops and products digest. No. 3. Tropical products institute. pp 246-263. London, U.K.
- 19.- López-Bellido, L. and M. Fuentes.1986. Lupin as an alternative source of protein. Advances in agronomy 40: 239-303.

- 20.- López-Bellido, L. and M. Fuentes.1990. Growth, and yield components of Lupin cultivar. Agron. J. 82: 1050-1056.
- 21.- Martínez, R. M. Y F. Zamora. 1995. Valor adaptativo de *Lupinus albus* en siembras de invierno en Marín N. L. Avances de Investigación. Facultad de Agronomía. U.A.N.L.
- 22.- Mateo, J. M. B. 1961. Leguminosas de Grano. Ed. Salvat Editores S. A. Barcelona, España. 539 p.
- 23.- McVaught R. 1987. Flora novogaliciana. V. Leguminosae. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Ann Arbor The University of Michigan Press. USA.
- 24.- Montgomery R.D. 1965. The medical significance of cyanogen in plant foodstuff. Amer. J. Clin. Nutr. 17:103-113.
- 25.- N.A.S.. 1979. Tropical Legumes: Resources for the future. Report of an hoc panel of the advisory committee on technology inovation. National Academy of Science. Washington, U.S.A.
- 26.- Olivares, S. E. 1995. Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación Agrícola y Pecuaria. Facultad de Agronomía. U. A. N. L.
- 27.- Putnam, D.H. 1991. An interdisciplinary approach to the development of Lupin as an alternative crop. In: Procedidas of the Second National Symposium of New Crops, exploration, research and commercialization Edited by: Janick J. and Simon J.E. Purdue University.
- 28.- Putnam, D. H., J. Wright, L.A. Field, and K. K. Ayisi.1992. See yield and water-use efficiency of white Lupin as influenced by irrigation, row spacing, and weeds. Agron. J. 44:557-563.

- 29.- Rzedowski J. 1988. La vegetación de México. 4a. edición Ed. Limusa. México. 432 p.
- 30.- Takhtajan A. 1987. Systema magnoliophytorum. Oficina editora <<Nauka>>. Seccio Leninopolitana. Lenninopoli, Russia.
- 31.- Williams S.W. 1979. Studies on the development of lupins for oil and protein. Euphytica. 28:481-488.
- 32.- Yañez E.; V. Gattás y D. Ballester. 1979. Valor nutritivo del lupino y su potencial como alimento humano. Arch. Latinoamer. Nutr. 29: 510-520.
- 33.- Zacarías I., E. Yañez E. Araya y D. y Ballester. 1985. Evaluación sensorial y estudios de aceptabilidad, a nivel de consumidor de pan suplementado con harina de lupino dulce. Arch. Latinoamer. Nutr. 35: 119-129.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL