

Universidad de Guadalajara

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS



**COMPOSICION QUIMICA Y DETERMINACION
DE ALCALOIDES EN TRES ESPECIES
SILVESTRES DE *LUPINUS L.* (Leguminosae)
DE JALISCO.**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA

J. JESUS RUIZ MORENO

GUADALAJARA, JAL. AGOSTO DE 1995



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

COMITE DE TITULACION
SOLICITUD Y DICTAMEN

CLAVE: 0F191096/95

SOLICITUD

M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION
PRESENTE

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la División de Ciencias Agronómicas, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TRABAJO DE TITULACION, con el tema:

COMPOSICION QUIMICA Y DETERMINACION DE ALCALOIDES EN TRES ESPECIES
SILVESTRES DE *Lupinus L.* (Leguminosae)
DE JALISCO

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual.

NOMBRE DEL SOLICITANTE: J. JESUS RUIZ MORENO CODIGO: 083481412

GRADO: PASANTE GENERACION: 86-91 ORIENTACION O CARRERA: FITOTECNIA

Fecha de Solicitud: 26 DE JULIO DE 1995

J Ruiz
Firma del Solicitante

DICTAMEN

APROBADO (x) NO APROBADO ()

DIRECTOR: M.C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ

ASESOR: ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ

ASESOR: ING. ALFONSO MUÑOZ ORTEGA

Mena Mungua
M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

AUTORIZACION DE IMPRESION

Mario Ruiz Lopez
M.C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ
DIRECTOR

Gregorio Nieves Hernandez
ING. GREGORIO NIEVES HERNANDEZ
ASESOR

Alfonso Muñoz Ortega
ING. ALFONSO MUÑOZ ORTEGA
ASESOR

Mena Mungua
M.C. SALVADOR MENA MUNGUA
Vo.Bo. Pde. del Comité.

FECHA: 2 DE AGOSTO DE 1995

DEDICATORIAS

A Dios por haberme brindado la oportunidad de vivir.

A mis padres Ramón Ruiz Vega y

Teresa Moreno Rodríguez

Con gran respeto, cariño y admiración, ya que son un ejemplo de trabajo, honradez y sacrificio, lo que dio las bases y permitió que se realizara esta meta.

A mis hermanos Ana Luisa, Ramón, Juan Ramiro, Mónica, Santiago Rafael, Daniel David y Mayte.

Por darme un punto de apoyo y alientos para superarme.

A mi esposa Elizabeth Adriana Trejo Robles.

Con mucho cariño y agradecimiento por su comprensión, apoyo y motivación para que este trabajo se llevara a cabo.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma Mater* la Universidad de Guadalajara, por haberme dado la oportunidad de forjarme y poder ser útil a la comunidad.

A la Facultad de Agronomía, por la formación profesional recibida.

Al Departamento de Botánica y Zoología, por darme la oportunidad de realizar el presente trabajo en sus instalaciones.

Al M.C. Mario Alberto Ruiz López, por su apoyo y dirección para la realización de todo el trabajo.

A los Ingenieros: Gregorio Nieves Hernández y,

Alfonso Muñoz Ortega

Por su asesoría y sugerencias de este trabajo.

A la Ing. J. Jacqueline Reynoso Dueñas, por su ayuda en la identificación de las especies.

Al Dr. Servando Carvajal, por su colaboración en la revisión y sugerencias de este documento.

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

INDICE

RESUMEN	i
1.- Introducción	1
1.1.- Objetivos	4
1.2.- Hipótesis	4
2.- Revisión de literatura	5
2.1.- Generalidades de la familia leguminosa	5
2.1.1.- Taxonomía	6
2.1.2.- Morfología	7
2.1.3.- Historia	7
2.1.4.- Importancia y usos	8
2.1.5.- Valor nutricional	10
2.1.6.- Factores antinutricionales y sustancias tóxicas presentes en las leguminosas	11
2.1.7.- Leguminosas silvestres utilizadas en la alimentación	12
2.2.- Características del género <i>Lupinus</i>	13
2.2.1.- Taxonomía	13
2.2.1.1.- Descripción botánica	14
2.2.2.- Morfología	14
2.2.3.- Historia	15
2.2.4.- Principales especies cultivadas en el mundo	17
2.2.5.- Valor nutricional	18
2.2.6.- Contenido de alcaloides	19
2.2.7.- Uso del género <i>Lupinus</i> en la nutrición humana	20
2.2.8.- Uso del género <i>Lupinus</i> en la nutrición animal	22
3.- Materiales y Métodos	23
3.1.- Localización del estudio	23
3.2.- Materiales	23
3.3.- Métodos	24
3.3.1.- Selección de especies	24
3.3.2.- Colecta de campo	24
3.3.3.- Identificación de especies	24
3.3.4.- Análisis químico proximal	25
3.3.5.- Cuantificación de alcaloides	25
4.- Resultados	27
4.1.- <i>Lupinus montanus</i> H.B.K.	27
4.1.1.- Descripción y localización	27
4.1.2.- Composición química	28
4.2.- <i>Lupinus rotundiflorus</i> M.E.Jones	31
4.2.1.- Descripción y localización	31
4.2.2.- Composición química	32
4.3.- <i>Lupinus splendens</i> Rose	35
4.3.1.- Descripción y localización	35
4.3.2.- Composición química	36
4.4.- Cuantificación de alcaloides	40
5.- Discusión	45
6.- Conclusiones	51
7.- Literatura citada	52

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICAS Y FIGURAS.

Cuadro 1. Localidad, época de maduración y fecha de colecta de las tres especies de <i>Lupinus</i> en estudio	23
Figura 1. <i>Lupinus montanus</i> H.B.K.	29
Figura 2. Distribución de <i>L. montanus</i> En Jalisco	30
Figura 3. <i>Lupinus rotundiflorus</i> M.E.Jones	33
Figura 4. Distribución de <i>L. rotundiflorus</i> En Jalisco	34
Figura 5. <i>Lupinus splendens</i> Rose	37
Figura 6. Distribución de <i>L. splendens</i> En Jalisco	38
Cuadro 2. Composición bromatológica de semilla, vaina y follaje de <i>L. montanus</i>	39
Cuadro 3. Composición bromatológica de semilla, vaina y follaje de <i>L. rotundiflorus</i>	39
Cuadro 4. Composición bromatológica de semilla, vaina y follaje de <i>L. splendens</i>	40
Cuadro 5. Contenido de alcaloides totales en semilla de tres especies de <i>Lupinus</i>	40
Gráfica 1. Análisis químico proximal de semilla de tres especies de <i>Lupinus</i>	41
Gráfica 2. Análisis químico proximal de la vaina de tres especies de <i>Lupinus</i>	42
Gráfica 3. Análisis químico proximal del follaje de tres especies de <i>Lupinus</i>	43
Gráfica 4. Contenido de alcaloides en semilla de tres especies de <i>Lupinus</i>	44

RESUMEN.

La finalidad del presente trabajo, fue la de conocer el potencial alimenticio y toxicológico de tres especies silvestres del género *Lupinus* del estado de Jalisco, además se estudio su localización y distribución. Se seleccionaron a *L. montanus*, *L. splendens* y *L. rotundiflorus*, por presentar un período óptimo de maduración y por su ubicación geográfica dentro del Estado. *L. montanus* fue colectada en el municipio de Mezquitic, en la parte Norte del Estado; *L. splendens*, en Tequila en la parte central y *L. rotundiflorus*, en el municipio de Mascota, en la porción Suroeste, esto con el propósito de obtener muestras representativas de las especies de *Lupinus* distribuidas en el Estado. A semillas, vainas y follaje de las plantas colectadas se les practicó un análisis bromatológico; resultando interesante el contenido de proteína y grasa en semilla cuyo rango de valores fueron de 38.5 a 41.6% y de 7 a 9.65% respectivamente; valores de proteína comparables a los de la soya (38%). Así mismo se cuantificó el contenido de alcaloides quinolizidínicos totales en semilla, que resultaron superiores a los que presentan los lupinos cultivados (0.02-0.5%), y semejantes a la mayoría de las especies amargas (1-2%), con porcentajes de 2.11 a 5.98%, estos niveles podrían ocasionar algún problema toxicológico, si no son reducidos a los niveles permitidos, para su consumo en la alimentación humana o animal. Los datos anteriores, proporcionan bases para posteriores estudios sobre la posible inclusión de estas leguminosas en dietas alimenticias, una vez domesticadas y cultivadas; además es necesario encontrar técnicas biológicas ó físicas adecuadas para disminuir los alcaloides presentes en las semillas de las especies estudiadas. Además nos permiten sugerir la posibilidad que la semilla de *L. montanus* pueda ser destinada para el consumo humano despues de haber sido destoxificada.

1.- INTRODUCCIÓN.

En nuestros días, la desnutrición es un problema que abarca prácticamente a todos los países en desarrollo y, aunque nuestro país se ve afectado, es mucho más manifiesta en la mayoría de los países de Africa, Asia y en el resto de América Latina.

En México, ante el alto incremento de la población en las últimas décadas, el problema de la desnutrición se ha agudizado cada vez más, ya que las fuentes ricas en proteínas, se tornan escasas y costosas; esto se manifiesta sobre todo en las proteínas de origen animal (que contienen todos los aminoácidos esenciales incluyendo la lisina y la metionina, que son deficientes en los vegetales) (Maynard, 1979), las cuales han disminuido e incluso desaparecido de la dieta de miles de pobladores de escasos recursos económicos, ocasionando que estos recurran a otras fuentes proteicas más económicas pero de menor calidad nutricional.

Lo anterior trae como consecuencia que en nuestro país el porcentaje de la población que presenta algún grado de desnutrición sea bastante elevado. Quintero (1984), señala que aproximadamente 60% de la población presenta un cuadro de desnutrición o malnutrición.

Es así que el consumo de alimentos de origen vegetal alcanza hasta un 70% dentro de nuestra dieta alimenticia (Moreno, 1984); pero esta cifra tiende a incrementarse debido a que las necesidades de productos vegetales como fuente importante de proteína, ha tenido una creciente demanda.

Por lo tanto, es de gran importancia encaminar investigaciones a encontrar alimentos alternativos o suplementarios de origen vegetal de alto valor proteico alternativos o suplementarios, que proporcionen los requerimientos nutricionales necesarios para llevar a cabo las funciones elementales del organismo. Además esto nos permitiría no depender exclusivamente de los cultivos tradicionales conocidos hasta hoy, tales como el maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y trigo (*Triticum vulgare*) entre otros.

Por otra parte, en México existe una gran diversidad vegetal, con una considerable cantidad de especies silvestres, muchas de las cuales se desconoce su potencial como fuentes proteicas y otras más son subutilizadas.

Dentro de este grupo de especies promisorias se encuentran muchas leguminosas, que desde el punto de vista nutricional, juegan un papel muy importante en el abastecimiento y aportación de proteína (Cubero y Moreno, 1983).

En este sentido las especies del género *Lupinus* pueden ser una opción interesante para suplir en gran parte las necesidades de proteínas, ya que estudios previos han demostrado que especies cultivadas de *Lupinus* poseen altas cantidades de proteínas (30-40%), por lo que son utilizadas para consumo humano y animal en una gran cantidad de países de Europa; Australia, Estados Unidos y Sudamérica (Haq, 1993).

Además, estas especies poseen baja concentración de alcaloides en su semilla, lo que resulta de gran importancia para su cultivo y consumo. Otras características favorables de los lupinos son:

- Crecen en condiciones ambientales y edafológicas no aptas para la producción de otros cultivos tradicionales.

- Mejoran la fertilidad de los suelos, debido a la fijación biológica de importantes cantidades de nitrógeno, en conjunción con bacterias del género *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, lo que lo hacen muy interesante desde el punto de vista económico, para su aprovechamiento con otros cultivos en rotación, debido a que esto disminuiría los costos de fertilizantes nitrogenados (Jambrina, 1980).

1.1 OBJETIVOS.

- 1.- Determinar la distribución y localización de las tres especies de *Lupinus* silvestres, dentro del Estado de Jalisco.
- 2.- Analizar la composición químico proximal de semilla, vaina y follaje de las tres especies de *Lupinus* seleccionadas.
- 3.- Cuantificar el contenido de alcaloides totales presentes en la semilla cruda de las especies en estudio.

1.2 HIPÓTESIS.

Actualmente se cultivan en el mundo cuatro especies de *Lupinus* como fuente de proteína en la alimentación humana y/o animal que contienen bajas cantidades de alcaloides, por lo que el estudio químico proximal y cuantificación de alcaloides de los lupinos silvestres, aportaría datos preliminares para la selección de especies susceptibles de cultivo en la región.

2.- REVISIÓN DE LITERATURA.

Dentro de la dieta alimenticia se contemplan en mayor porcentaje, los productos de origen vegetal; Moreno (1984), menciona que en la mayoría de los países subdesarrollados, la alimentación se basa en productos agrícolas hasta en un 84 %, representados principalmente, por los granos y las legumbres.

Desde el punto de vista nutricional las leguminosas son plantas muy interesantes, pues proporcionan una buena cantidad de proteína y otros nutrimentos útiles para la alimentación (Anónimo, 1979).

2.1.- Generalidades de la familia LEGUMINOSAE.

El nombre de la familia, se deriva de la palabra "legumbre", debido al tipo de fruto (vaina), característica principal de esta 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 cuatro familias más importantes de las plantas con flor, junto con las Compuestas, Orquídeas y Gramíneas.

La familia de las leguminosas se encuentra representada en todas las zonas áridas, templadas, los trópicos húmedos, terrenos montañosos, sabanas y tierras bajas; muy pocas acuáticas (Anónimo, 1979).

2.1.1.- Taxonomía.

Las leguminosas son un importante grupo de plantas; existen en el mundo aproximadamente unos 650 géneros y unas 18,000 especies (Anónimo, 1979), McVaugh (1987) cita para la Nueva Galicia alrededor de 600 especies y en Jalisco se registran aproximadamente 99 géneros y 500 especies, (Reynoso, 1993).

Por lo general la familia se divide en 3 subfamilias: Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae, pero la tendencia general de muchos autores, 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 Africa, Sudamérica y Asia. Sus principales géneros de importancia ornamental y medicinal son: *Bauhinia*, *Cassia* y *Senna*.

- **Mimosoideae:** De unos 50 géneros, y cerca de 2,800 especies. Más destacadas como pequeños árboles y arbustos de las regiones semiáridas, tropical y subtropical de Africa, América y Australia. Son particularmente numerosos en el hemisferio sur. Presentan importancia maderera, tales como: *Acacia*, *Mimosa* y *Prosopis*.

- **Papilionoideae (Faboideae):** 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*, *Psium*, *Trifolium* y *Vicia* (Anónimo, 1979).

2.1.2.- Morfoología.

Son plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas; con raíces pivotantes principalmente en las herbáceas. Lo más importante es que casi todas llevan asociados, bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*), que restauran este elemento en el suelo. Los tallos varían mucho de unas especies a otras en lo relativo a la longitud, tamaño, grado de ramificación y lignificación. Las hojas se encuentran dispuestas alternadamente y es característico que tengan grandes estípulas, suelen ser simples o compuestas, pinnadas 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 esta 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).

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 fue el trigo y la cebada, los principales cultivos, y 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 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 XVII, en la corte de Luis XIV. Es conveniente recordar también que a mediados del 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 tenemos al frijol el cual precede al cereal principal de América, el maíz.

En el Nuevo Mundo, específicamente en México, se han encontrado restos de frijoles con una antigüedad de 4,000 años A.C. (Aykroyd y Doughty, 1964).

Por lo anterior se puede decir que las leguminosas han constituido un alimento de los seres humanos y sus animales domésticos, durante 8,000 años poco más o menos.

2.1.4.- Importancia y usos.

Como familia, las leguminosas son una de las más importantes, aunque algunos géneros de la subfamilia Mimosoideae no tienen mucha importancia; excepto por algunas especies maderables, de ornato y por la goma arábiga o goma de acacia (*Acacia arabica*).

La subfamilia Caesalpiinoideae es importante como fuente de drogas, colorantes, madera y de uso ornamental.

Así se tiene que las especies de *Senna* se cultivan por sus hojas de las cuales se obtiene la droga senna (base de un laxante). El corazón de la madera (duramen) del palo de campeche (*Haematoxylon campechianum*), produce el colorante llamado hematoxilina. *Cersis canadensis* y la orquídea de árbol (*Bauhinia purpurea*) se usan como ornamental en las partes cálidas de Norteamérica (Jones, 1988).

Desde el punto de vista alimenticio la subfamilia Papilionoideae, es considerada como la más importante, por presentar en sus semillas altos contenidos de proteína y aceite, además de utilizarse como plantas forrajeras.

La soya (*G. max*) es uno de los cultivos más importantes del mundo como fuente de aceite y alimento de alto valor proteico. Así mismo en la actualidad se han desarrollado muchos cultivares de frijol (*P. vulgaris*).

El haba (*Vicia faba*), el chícharo (*Pisum sativum*) y lenteja (*Lens esculenta*), se utilizaron en Europa y Asia antes de que se descubriera el frijol de América y se introdujera en el Viejo Mundo; el garbanzo (*Cicer arietinum*), se cultiva en el sur de Europa, la India y otros países (Jones, 1988).

La alfalfa (*Medicago sativa*) en la actualidad es la mejor planta forrajera, por su parte las distintas clases de tréboles (*Trifolium*, *Melilotus* y *Vicia*), han resultado adecuados para alimentar al ganado; estas mismas plantas son buenas productoras de néctar y son muy apreciadas por las abejas melíferas.

Los cacahuates (*Arachis hypogaea*), son base de un valioso cultivo de semillas comestibles, de los cuales se extrae aceite, y se produce harina y mantequilla.

El género *Lupinus* con sus especies cultivadas, se han convertido, como una buena opción alimenticia para las áreas más frías de Norteamérica y la parte Andina de Sudamérica, en donde el cultivo de la soya es desfavorable.

Además esta subfamilia presenta otros usos como el colorante añil que se obtiene por medio de la fermentación y oxidación del jugo de las hojas de la planta de añil (*Indigofera tinctoria*). Las semillas de *Abrus precatorius*, se usan para fabricar collares y rosarios. El chícharo de olor (*Lathyrus odoratus*), es una de las plantas favoritas en los jardines ornamentales. La madera de *Robinia pseudoacacia* se cotiza para la construcción de verjas debido a que es relativamente resistente a la degradación.

2.1.5.- Valor nutricional.

Dentro de las leguminosas, la subfamilia Papilionoideae ha desempeñado un importante papel en la alimentación humana y animal; en virtud de sus propiedades nutricionales, ya que la mayoría presenta un contenido proteínico de un 17 a 30%, valores que representan aproximadamente el doble que en los cereales. En algunos casos como en la soya (*Glycine max*) y en el altramuz (*Lupinus* spp), estos valores son más elevados (ya que su semilla contiene el 38 y el 40% respectivamente). Sin embargo la proteína de la mayoría de las leguminosas es deficiente en aminoácidos azufrados (cistina y metionina), pero presentan importantes cantidades

de lisina y su digestibilidad es alta cuando se encuentran bien guisadas, ya que muestra valores entre 85 y 95%, lo que influye en un mejor aprovechamiento de la proteína.

El contenido de grasa se encuentra alrededor del 1 y el 3%, destacando el cacahuete, con 43.5% y la soya, con 18 %; las grasas de las leguminosas, en general son ricas en ácidos grasos esenciales polinsaturados (Aykroyd y Doughty, 1964).

En cuanto a carbohidratos se refiere, contienen más o menos un 60% (principalmente féculas). La mayoría de las especies contienen sólo cantidades pequeñas de caroteno (provitamina A). El contenido de tiamina, como grupo, equivale o excede ligeramente al conjunto de los cereales. Contienen poca riboflavina, sin embargo constituyen una fuente abundante de niacina. Presentan cantidades considerables de calcio y son una buena fuente de hierro y vitaminas del complejo B.

2.1.6 Factores antinutricionales y sustancias tóxicas presentes en las leguminosas.

El consumo de las leguminosas se ve limitado, por la presencia de factores antinutricionales como: flavonoides, inhibidores de tripsina, taninos, etc. Así como de algunas sustancias tóxicas tales como aminoácidos no proteicos alcaloides, hemaglutininas, saponinas, glucósidos cianogénicos, etc. (Sotelo, 1981).

Debido a lo anterior se ha tenido la necesidad de seleccionar solamente aquellas leguminosas que presentan bajas cantidades de estas sustancias. Esta selección ha provocado que pasen desapercibidas muchas leguminosas potencialmente útiles, las cuales podrían ser utilizadas si estos compuestos son eliminados o reducidos a límites más seguros mediante métodos

ordinarios de preparación, por ejemplo: el remojo y hervido convenientes de las semillas, descascarado, fermentación y molienda entre otros.

2.1.7 Leguminosas silvestres utilizadas en la alimentación.

En México se cuenta con un gran potencial de plantas silvestres de leguminosas, las que podrían ser utilizadas, como una buena fuente de proteínas, ya que actualmente leguminosas silvestres se consumen con gran aceptación, en diversas regiones del país como: El guaje verde y el morado (*Leucaena* spp.), que se cosechan en Guerrero, Morelos y Puebla, y que se consumen crudos.

Otra vaina que se encuentra en los mercados locales es el jinicuil (*Inga radians*), fruto grande cuyas semillas tienen una cubierta algodonosa de sabor dulce, se le encuentra como sombra del café en los estados de Chiapas y Veracruz, y su semilla se consume hervida con sal. El guapinole (*Hymenaea courbaril*), es otra leguminosa de semillas grandes con una cubierta dulce, consumida como golosina. La semilla de ébano (*Pithecelobium flexicaule*), se come tostada y tiene un sabor parecido al pistache. Las semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*), se consumen tostadas y molidas en salsa de chile. Se conoce que las vainas de los mezquites (*Prosopis* spp.) y los huizaches (*Acacia farnesiana* y *A. pennatula*) son un buen alimento para cerdos (Sotelo, 1981).

2.2 Características 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 cultivos silvestres de lupinos, se tenían a los lobos como compañía.

2.2.1 Taxonomía.

Este género es muy amplio, comprende más de 200 especies, en Norte y Sudamérica, la región del Mediterráneo, y las tierras montañosas tropicales de África (McVaugh, 1987).

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

2.2.1.1 Descripción botánica.

Según Takhtajan (1987), el género *Lupinus* se clasifica de la forma siguiente:

- 1.- **División:** Magnoliophyta (Angiospermae).
- 2.- **Clase:** Magnoliopsida (Dicotyledone).
- 3.- **Subclase:** Rosidae.
- 4.- **Superorden:** Fabanae.
- 5.- **Orden:** Fabales.
- 6.- **Familia:** Leguminosae (Fabaceae).
- 7.- **Subfamilia:** Papilionoideae.
- 8.- **Tribu:** Genisteae.
- 9.- **Género:** *Lupinus*.

2.2.2 Morfología.

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; **bractéolas** 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 bicradas con una mancha blanca a amarilla en el centro del estandarte por encima del ángulo producido por su mitad exterior que es 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, monadelfos, 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 semejaando el color del suelo del área en que viven (Rzedowski, 1979).

2.2.3 Historia.

Los lupinos han sido explotados por el hombre desde tiempos ancestrales; como especies de cultivo fueron importantes para muchas civilizaciones del Mediterráneo y de la región Andina, fueron domesticados independientemente en ambas partes, del viejo y el nuevo mundo (Putnam, 1991).

En los principios de la era cristiana, la flor blanca del *Lupinus albus* fue bien conocida en la agricultura Romana y ha sido cultivado en Grecia por lo menos varios siglos. La planta pudo llegar a ser conocida en Egipto y Mesopotamia a través del tiempo.

El nombre Griego de *L. albus* fue Thermos y los demás nombres a través de toda el área del Mediterráneo parecen ser derivados de este: Termis (Egipto), Turmus (Arabia), Altramuz (España), turmusa (Siria y Palestina). Por lo anterior se puede indicar que esta especie fue cultivada y usada primeramente en Grecia.

En el siglo IV antes de Cristo, el médico Griego Hipócrates menciona a los lupinos en la nutrición humana y Teofrasto en su "Historia natural de las plantas", habla del lupino ampliamente (Aguilera y Trier, 1978).

Según Putnam (1991), la semilla se reporta que fue utilizada como moneda en los tiempos Romanos.

Fue anotado por los escritores, que el cultivo del lupino es adaptable a tipos de suelos más pobres y detallaban las recomendaciones para su manejo, y para su uso como forraje y alimento. Las semillas de lupinos fueron consumidas como alimento por los pobres en tiempos de escasez.

Muchos usos medicinales y cosméticos fueron descritos por escritores de Hipócrates para los herbolarios del siglo XVI y XVII. (Aguilera y Trier, 1978).

A través de la historia los lupinus del viejo mundo siempre se les relacionó con la gente pobre (Haq, 1993).

En las exploraciones del Nuevo Mundo, los Españoles notaron que las civilizaciones Andinas tenían lupinos (tarwi o *L. mutabilis*), tal y como se encontraban en España.

La introducción de este cultivo a otros países se realizó durante mucho tiempo; los conquistadores árabes dispersaron lupinos a través del norte de África y dentro de la península Ibérica.

Federico II el Grande fue responsable de introducir lupinos de Italia al norte de Prusia. En la mayoría de esas culturas, el lupino fue usado tradicionalmente como pastura y para consumo humano, en donde la semilla amarga era remojada antes de ser utilizada.

Poco después de la I guerra mundial, la Sociedad Botánica Alemana ayudo a generar mayor interés en el cultivo; este esfuerzo, trajo subsecuentemente la aparición de una nueva variedad dulce o baja en alcaloides desarrollados 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 del lupino es haber introducido a Australia, el lupino azul o de hoja angosta (*L. angustifolius*), en los años 60's y los 70's, que es una de las especies más resistentes a las sequías y utilizada como una legumbre en rotación con trigo.

2.2.4 Principales especies cultivadas en el mundo.

La mayor parte de las especies de lupinos son nativas de América; sin embargo, las especies de importancia comercial son todas nativas de Europa, con excepción de una Sudamericana (*L. mutabilis*) (Hughes *et al*, 1970).

Existen diversas especies que pueden considerarse interesantes y que se utilizan en diferentes medios agrícolas, pero sólo a cuatro se les utiliza como cultivo en distintos países:

L. albus (Francia, Alemania, Norteamérica, España, Chile).

L. angustifolius (Australia).

L. luteus (Alemania y Polonia).

L. mutabilis (Chile, Perú, Francia e Inglaterra).

2.2.5 Valor nutricional del género *Lupinus*.

Dentro del valor nutricional de las especies de este género, se presentan algunos factores muy importantes que la muestran con gran potencial para su cultivo.

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

Williams (1979), menciona 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, por sus bajos rendimientos no puede ser cultivada. Haq (1993) por su parte, señala que el aceite del tarwi (*L. mutabilis*), es rico en ácidos grasos insaturados, con altos contenidos de ácido graso oléico y bajo en linoleico, lo que le dan gran estabilidad al aceite, al no producir rancidez. Por su parte *L. albus* presenta pequeñas cantidades de ácido erúico, un ácido graso indeseable, que podría causar problemas a la salud si se encuentra en grandes cantidades.

Las proteínas de los lupinos 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), los que sugieren que los lupinos podrían ser usados de la misma manera que otras legumbres.

El valor nutricional de sus proteínas es significativamente incrementada cuando es suplementada con metionina sintética a un nivel del 2% de la proteína total(Haq, 1993).

Kay (1979), cita que el contenido de fibra en la semilla excede, en 10% en *L. luteus* y *L. angustifolius*, pero que en *L. albus* y *L. mutabilis* contienen menor fibra, este nutriente puede llegar a reducirse a través de las practicas 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 las semillas del lupino egipcio, presenta una buena fuente de vitamina A,B y C, además se reportan otras sustancias como el dopa, 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 (U.I.T.) la cual es considerablemente más baja que la de la soya (30.1 U.I.T.); y se ha cuantificado bajo contenido de glucósidos cianogénicos el cual esta muy por abajo de los niveles tóxicos permitidos.

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

2.2.6 Contenido de alcaloides.

Como ya se menciona anteriormente el interés principal para el cultivo de estas especies, es la alta concentración de proteína en su semilla, pero existe también un factor limitante para su total aprovechamiento, que es la presencia de sustancias tóxicas, principalmente alcaloides, al parecer son las únicas sustancias que se encuentran en cantidades importantes y son un obstáculo para su inclusión dentro de la dieta humana o animal.

Humphreys (1990), por su parte había hecho referencia que los lupinos contienen una docena de alcaloides o tal vez más. De todos ellos destaca **D-lupanina** por su alta toxicidad; la mayor concentración se presenta en la semilla, y se torna más peligrosa en la etapa de maduración.

Por lo anterior, se tiene la necesidad de reducir los niveles de alcaloides a límites mínimos para consumirlos sin riesgo de intoxicación.

Jambrina (1983), en un trabajo hecho sobre la genética de los alcaloides, menciona la necesidad de investigar el control genético de estas sustancias y su mecanismo hereditario, para de este modo poder seleccionar variedades dulces con niveles inferiores de alcaloides.

Aguilera y Trier (1978), hacen referencia a que los alcaloides se encuentran en forma de sales por lo que son solubles en agua, así que las semillas podrían ser fácilmente desamargadas por lavados sucesivos, ebulliciones y lixivaciones. La presencia de los alcaloides ha sido un factor para que los lupinos, en comparación con los cereales y otras legumbres sean considerados como granos comestibles de segundo orden.

2.2.7. Uso del género *Lupinus* en la nutrición humana.

Las semillas de lupinos han sido usadas para consumo humano por miles de años, aunque su utilización actual en la producción de alimentos es limitada, a pesar de la gran cantidad de productos derivados (harinas, 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. Así mismo se han usado del 10 al 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, etc.

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 estas plantas productoras de leche son técnica y económicamente factibles y contribuyen a incrementar los ingresos de los granjeros de la región (Haq, 1993).

En estudios realizados, con niños escolares, estos no demostraron alguna reacción negativa cuando consumieron diferentes productos de lupino con otras pastas comestibles. Durante exámenes alérgicos en escuelas Peruanas, a lo largo de tres años.

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

La introducción de productos a base de lupinos para el consumo humano no es solamente una cuestión de investigaciones en química alimenticia y tecnológica, sino también de una política agrícola y alimentaria (Haq, 1993).

2.2.3. Uso del género *Lupinus* en nutrición animal

Los lupinos han sido usados como alimento para animales durante varios siglos; la semilla se ha utilizado como una fuente de proteína en mezclas concentradas. En Australia por ejemplo, se aprovecha cada vez más como un sustituto de la harina de pescado o de la harina de soya en la elaboración de raciones de alta calidad para ganado. La harina ha empezado a utilizarse en la fabricación de galletas secas para perro en ese mismo país (Haq, 1993).

Algunas investigaciones indican que también puede ser usado como suplemento proteico en otras especies animales. Para este fin los lupinos son mezclados con otros forrajes para compensar la deficiencia de aminoácidos azufrados, a razón del 10 y hasta el 50% del total de la dieta en las raciones forrajeras, dependiendo de la especie animal, si es para rumiantes o para monogástricos.

En los rumiantes los lupinos pueden utilizarse como forraje verde, en grano o como rastrojo, a un nivel mayor de inclusión. En el caso de los monogástricos la inclusión es más complicada, por su deficiencia en metionina, por la presencia de alcaloides y por la baja calidad nutricional de sus carbohidratos (Haq, 1993).

3.- MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1 Localización del estudio.

Este trabajo se realizó en las instalaciones del Departamento de Botánica y Zoología, en el Laboratorio de Bromatología de la División de Ciencias Veterinarias, así como en el Departamento de Madera Celulosa y papel, de la Universidad de Guadalajara.

3.2 Materiales.

El estudio se llevó a cabo con tres especies del género *Lupinus*: *L. montanus*, *L. rotundiflorus* y *L. splendens*. Los cuales fueron colectados en distintas localidades del Estado de Jalisco; en el período que estas se encontraban en fructificación (Cuadro 1), para obtener semilla, vaina y follaje en su estado óptimo de maduración.

ESPECIE	LOCALIDAD DE COLECTA	ÉPOCA DE FRUCTIFICACIÓN	FECHA DE COLECTA
<i>L. montanus</i>	Mezquitic	Jun-Nov	Julio
<i>L. rotundiflorus</i>	Mascota	Nov-Sept	Marzo
<i>L. splendens</i>	Tequila	Nov-Feb	Enero

Cuadro 1. LOCALIDAD, ÉPOCA DE MADURACIÓN Y FECHA DE COLECTA DE LAS TRES ESPECIES DE *Lupinus* EN ESTUDIO.

3.3 Métodos.

3.3.1 Selección de especies.

En la selección de las especies, se tomo en consideración la época de maduración, el período de fructificación de las especies de *Lupinus* en Jalisco y su localización geográfica dentro del Estado, para realizar esto se revisaron los ejemplares de este género, depositados en el Herbario del Instituto de Botánica (IBUG), además de consultar bibliografía con relación a este tema, para poder determinar los períodos de maduración y su distribución dentro del Estado.

3.3.2 Colectas de campo.

Para la obtención del material, se llevaron acabo varias colectas a los lugares reportados donde crecen estas especies, realizando las salidas a los municipios de Mezquitic, Tequila y Mascota, en donde se colectaron ejemplares completos.

3.3.3 Identificación de especies.

De las plantas colectadas, algunos ejemplares fueron herborizados, identificados y descritos, basados en las características morfológicas y comparación con los ejemplares del herbario, usando claves taxonómicas y asesorados por especialistas.

3.3.4 Análisis químico proximal.

Del resto de las plantas colectadas se prepararon muestras de semillas, vainas y follaje de cada especie por separado para su deshidratación en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60°C. durante 48 horas, posteriormente se pulverizaron en un molino eléctrico, con una criba # 20, y se le practicó por triplicado un análisis químico proximal, de acuerdo a las técnicas descritas por Tejada (1992); para determinar los contenidos de Humedad (H), Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), utilizando el factor de conversión de N x 6.25, Fibra Cruda (FC), Extracto Etéreo (EE), Cenizas (C) y Extracto Libre de Nitrógeno (ELN), el cual se determino por diferencia.

3.3.5 Cuantificación de alcaloides.

Los alcaloides fueron determinados de forma cuantitativa por el método titulométrico propuesto por Baer V. *et al* (1979), que es una modificación de la técnica de Ruiz (1977).

Esta técnica se fundamenta en que los alcaloides se transforman en sus bases con la adición de KOH al 15 %, para una extracción más rápida y completa, se utiliza además alumina por ser más adsorbente y de secado rápido; la extracción de los alcaloides se hace con cloroformo y se separa el extracto alcaloídico en un rotovapor. Como solución indicadora se utiliza el etil-teretetrabromoftaleína diluido en etanol y se titula con 0.02 N de ácido P-tolunsulfónico.

Material/Reactivos.

- Evaporador de rotación.
- Oxido de aluminio básico para cromatografía en columna nivel 1.
- Hidróxido de potasio al 15%.
- Cloroformo.
- Etil-eteretetrabromoftaleina.
- Ácido P-tolunsulfónico 0.02N.
- Etanol absoluto.

Procedimiento.

A 1 g de muestra finamente molida (criba # 40), se le adiciona 1 ml de KOH al 15% y se agregan 3 g de la alumina, se homogenizan y mezclan en un mortero hasta obtener un polvo seco blanquecino. A esta mezcla se le añaden 25 ml de cloroformo y se agita, el extracto se absorbe en un filtro D4 y el remanente se resuspende en otros 25 ml de cloroformo y nuevamente se absorbe. El extracto ya purificado, sin turbidez se coloca en un evaporador de rotación a 30°C y se toman alícuotas de 0.5 ml del cloroformo. Se agregan 3 gotas del indicador (etil-eteretetrabromoftaleina al 0.1% en etanol absoluto), y se titula con ácido P-tolunsulfónico 0.02N. El volumen requerido para cambiar la solución de azul a amarillo es un indicador del contenido de alcaloides, expresado como lupanina.

4.- RESULTADOS.

4.1 *Lupinus montanus* H.B.K.

Descripción y localización.

Es una planta que se localiza en praderas montañosas, con suelos arenosos de bosques abiertos de pinos (*pinus* spp.), y se desarrolla como malas hierbas en hábitat perturbados; de 2500 a 4000 msnm; florece de diciembre a junio.

Son hierbas gruesas, perennes de más de 1 m de altura, crispadas pubescentes con finos pelos adpresos; de tallos huecos; de 10 a 16 folíolos estrechamente elípticos a oblanceolados, agudos, mucronados. Presentan estípulas con envainamientos adnates, de 3 a 7 cm de largo, lo que representa una de las principales características para su identificación. De racimos erectos, de más de 30 cm de largo, teniendo una floración sucesiva; de florés moradas, la quilla proximal pálida, moderadamente torcida, el estandarte suborbicular; fruto apenas piloso de pelos rígidos; semillas moteadas de gris y blanco o hasta casi negras (Fig. 1).

Esta especie se localizó en el camino de los Amoles a Pinos Altos, mpio. de Mezquitic; a una altura de 2660 msnm; como componente del estrato herbáceo en el bosque de pino encino; en el mes de julio, siendo muy abundante.

En el Estado de Jalisco se ha reportado además, en los municipios de Cd. Guzmán, San Gabriel, Tonila y Zapotitlán (Fig. 2). En el país se reporta en los Estados de Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Edo. de México, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Sinaloa y Veracruz.

Composición química proximal.

Los resultados obtenidos de los análisis realizados a la semilla, vaina y follaje de esta especie se indican en el cuadro 2, donde se observa que la semilla posee una alta cantidad de PC y MS, de 41.6 y 87.4% respectivamente, así como de EE, con 9.40%, C (4.2%), FC (15.5%); pero bajo en ELN (29.30%) (Gráfica 1).

Así mismo la vaina presentó un alto contenido de MS, C y FC con 96.3, 4.6 y 51.5% respectivamente; así como niveles pobres de PC (8.05) y EE (2.50%) (Gráfica 2).

En el follaje se encontraron también elevadas cantidades de PC y C (28.4 y 9.4%) y bajos en ELN con 36.8% (Gráfica 3).



Fig. 1 Lupinus montanus.

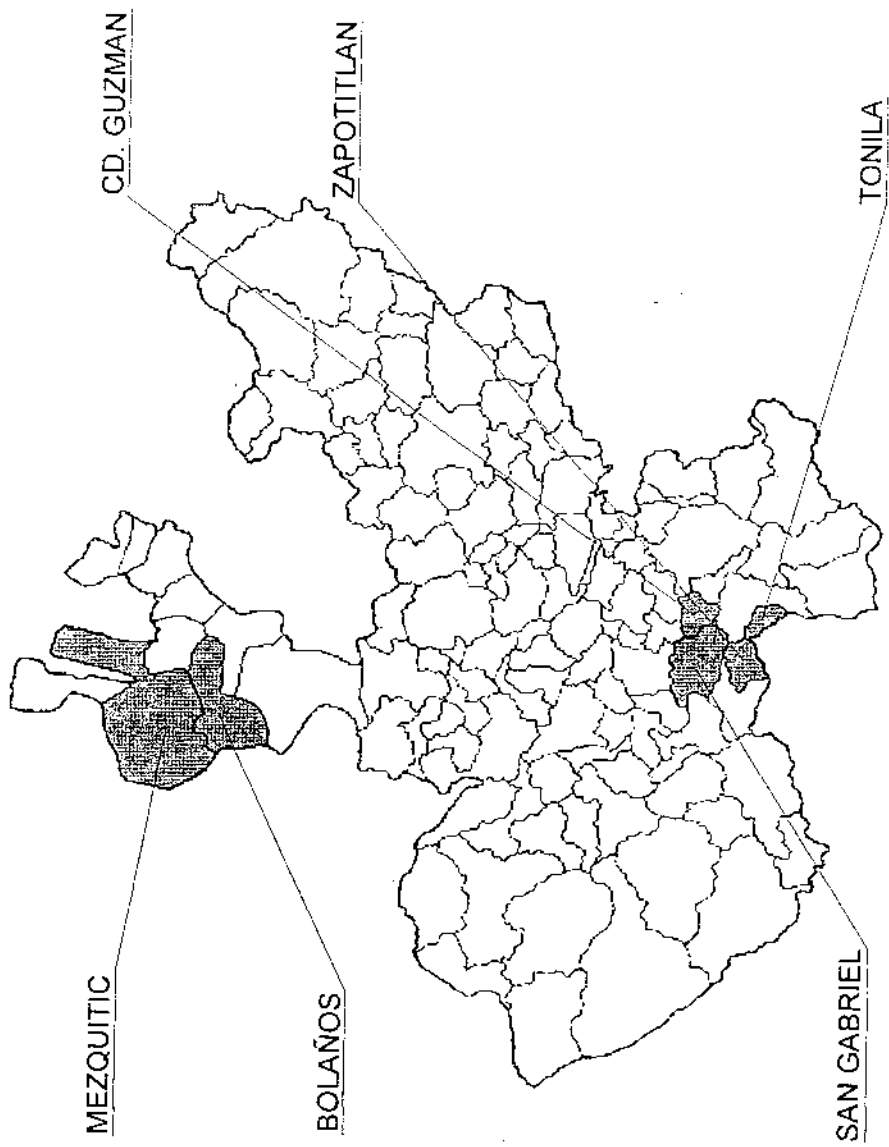


FIGURA 2. DISTRIBUCION DE *Lupinus montanus* EN JALISCO.

4.2 *Lespedeza bicolor* M.E.Jones.

Descripción y localización.

Se desarrolla en las laderas descubiertas de los cerros, en claros con mucha hierba, en suelos áridos asociados con *Acacia*, *Leucaena* e *Ipomoea* a veces en bosques de pino-encino, se adapta con facilidad a hábitat perturbados y se le conoce principalmente como una maleza en las orillas de los caminos; se le puede encontrar desde los 1200 hasta los 2500 msnm; en la cuenca interior y montañas de el Pacífico; florece en los meses de septiembre a junio.

Son plantas que presentan como característica principal, largos pelos en tallos y en los peciolo; folíolos uniformemente pilosos sobre su haz, usualmente obtusos y apiculados en el ápice, por lo regular ensanchándose cerca de la mitad; estipulas originadas cerca de la base de los peciolo; flores más juntas en el racimo, aproximadamente de 30 a 50 en 10 cm del eje, florece tardía y progresivamente de la base al ápice, presenta una agrupación densa de botones pálidos sin desarrollar, las flores se describen como de un color azul profundo, azul oscuro o morado azuloso, el estandarte suborbicular morado rojizo o morado en la base, las alas moradas; el fruto presenta de 7 a 9 semillas (Fig. 3).

Se encontró en el lugar conocido como tierras coloradas por la carretera a Talpa a 5 km después de la desviación Talpa-Mascota, a 2000 msnm, a la orilla de la carretera y, hasta donde empieza el bosque, abundante. En Jalisco se reporta en los municipios de Cd. Guzmán, Mascota, Talpa y Tapalpa (Fig. 4).

Se reporta también en los estados de Michoacan y Nayarit.

Composición química proximal.

De los análisis efectuados a la semilla, vaina y follaje de esta especie se obtuvieron los resultados que se muestran en el Cuadro 3. La semilla presentó 86.8% de MS, 38.9% de PC, 14.13% de FC, 9.65% de EE y 4.4% de C; en cambio se presentaron contenidos bajos de ELN 32.92% (Gráfica 1).

En la vaina, se observaron elevados contenidos de FC con 42.20% y de C con 9.1%; pero bajo en PC con 5.25% (Gráfica 2).

Así mismo en el follaje se cuantificó altos contenidos de PC, C y ELN con 25.1, 8.4 y 49.72% respectivamente y bajo en FC con 10.03% (Gráfica 3).

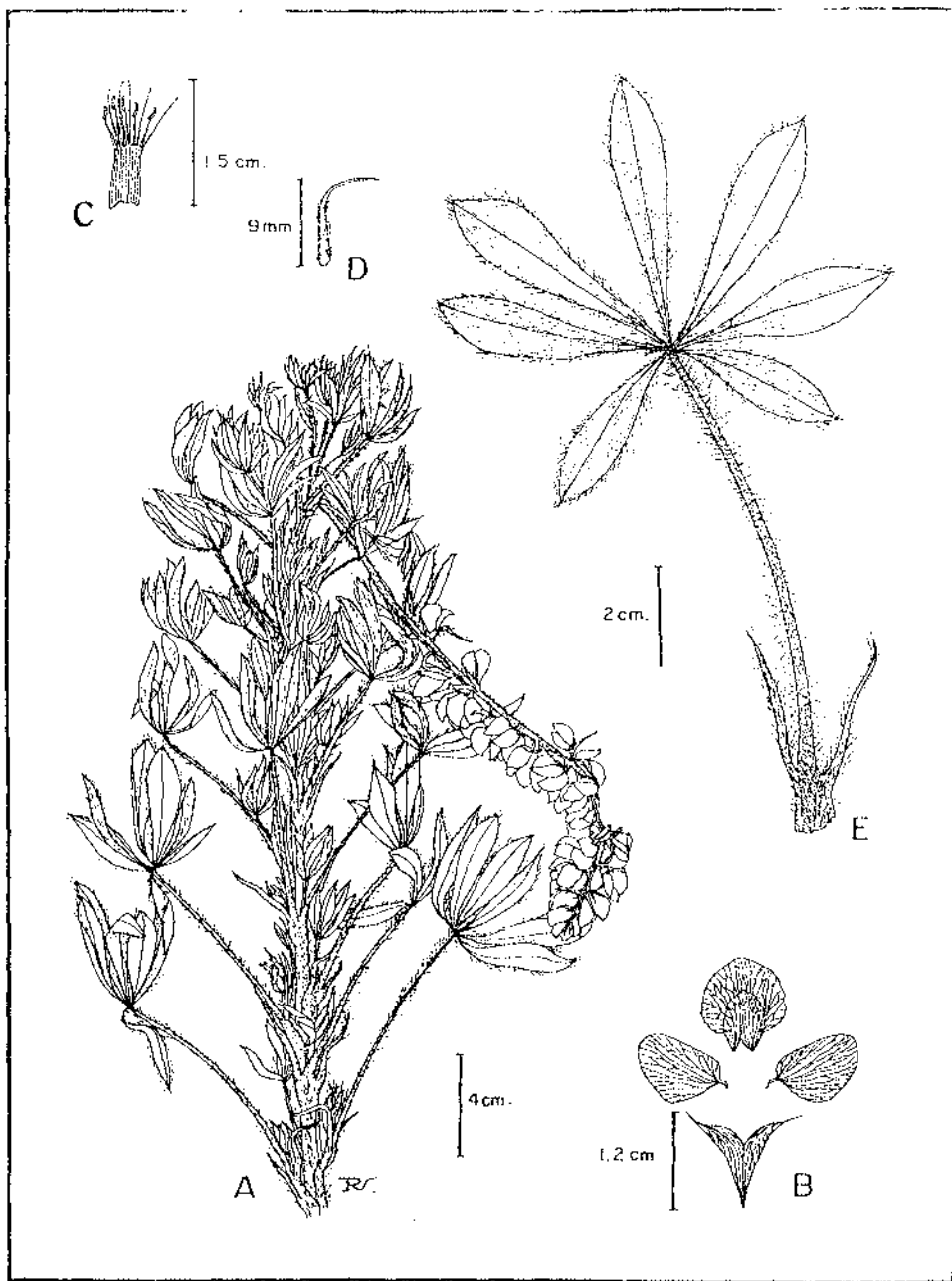


Fig. 3 *Lupinus rotundiflorus*

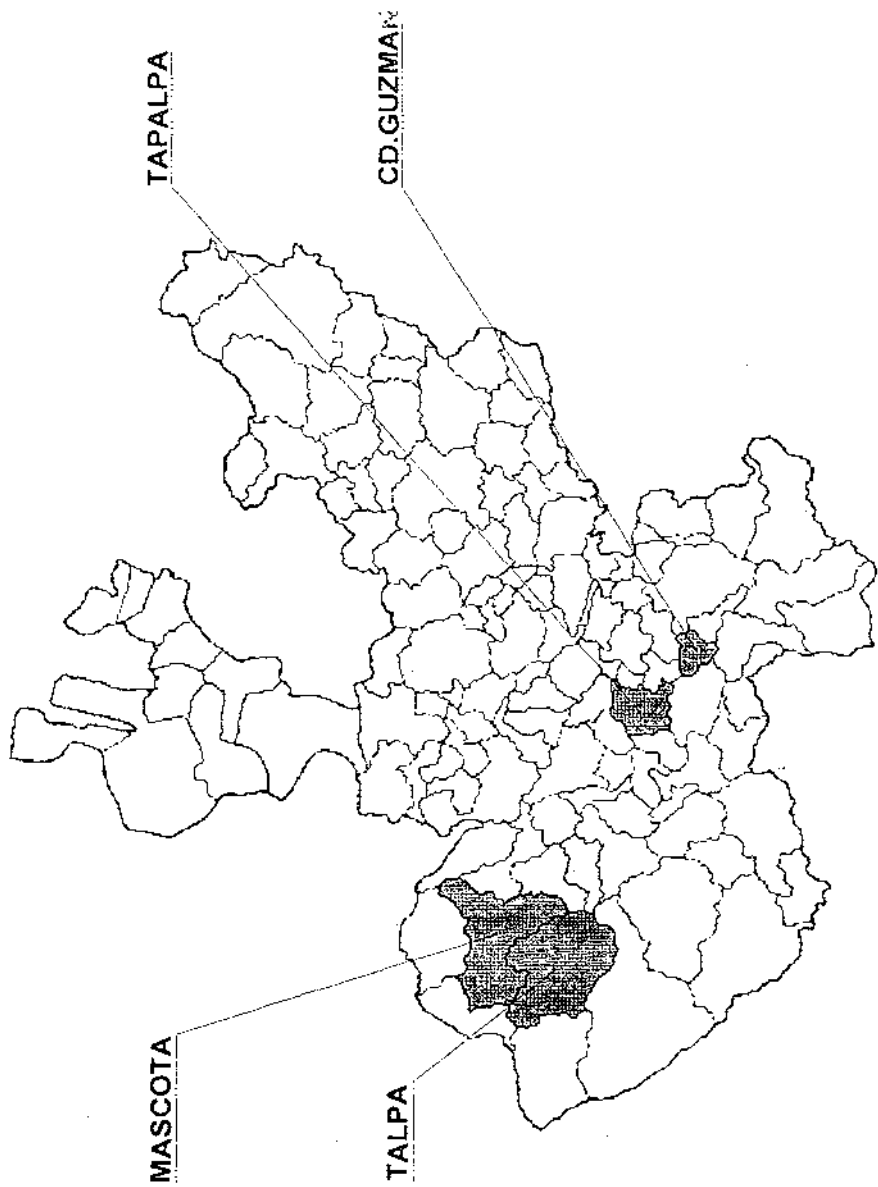


FIGURA 4. DISTRIBUCION DE *Lupinus rotundiflorus* EN JALISCO.

4.3 *Lupinus splendens* Rose.

Descripción y localización.

Plantas que crecen en bosques de pino-encino o bosques de pino-oyamel, desde 2250 hasta los 3600 msnm, presentando su floración en los meses de julio a diciembre.

Es una hierba leñosa o subarbusto de 1 a 1.5 m de altura, con muchas ramas ascendentes y delgadas, de una fuerte tendencia a formar pequeñas ramas axilares; hierba densamente pubescente con los pelos adpresos extendidos; folíolos de 5 a 8, sedoso-pilosos sobre ambas superficies, estrechamente elípticos más anchos al acercarse a la mitad, agudos en las terminaciones; estípulas con las puntas libres linear-atenuadas a filiformes; racimos de 10 a 15 y hasta 22 cm de largo, usualmente presentan una floración holgada, las flores tienden a abrir todas al mismo tiempo; brácteas linear-atenuadas, cayendo cuando los botones empiezan a abrirse; bractéolas diminutas en la base del cáliz; el cáliz moderadamente oblicuo en la base; flores azul-moradas, estandarte suborbicular, quilla más bien ciliada, doblada 90° o poco menos; de 7 a 8 óvulos; fruto densamente hirsútulo (Fig. 5).

Esta especie se localizó en el lugar conocido como la estación de microondas, a 18.2 km al sur de la población de Tequila, en la cima del cerro del mismo nombre; a 2760 msnm; como componente del estrato herbáceo en zona de encinar, con *Quercus* spp. y *Agave guadalajarana* (magacy), siendo abundante en el área.

Se reporta además en los municipios de Ameca, Autlán, Jocotepec, Mascota y Tuxpan (Fig. 6). Se le conoce también en los Estados de Hidalgo, Edo. de México, Michoacán, Morelos y Querétaro.

Composición química proximal.

Los resultados de los análisis a las muestras de semilla, vaina y follaje de esta especie se muestran en el Cuadro 4.

Se observa que la semilla presenta alta concentración de PC, EE y FC con 38.5 y 7.0 y 16.48% y menor de ELN (33.94%) (Gráfica 1).

En la vaina se encontró un elevado contenido de FC con 45.08% y bajo en PC y EE con 6.39 y 1.25% respectivamente (Gráfica 2).

Por lo que respecta al follaje su mayor contenido fue de PC, ELN y de C con 19.3, 52.9 y 9.96% respectivamente (Gráfica 3).

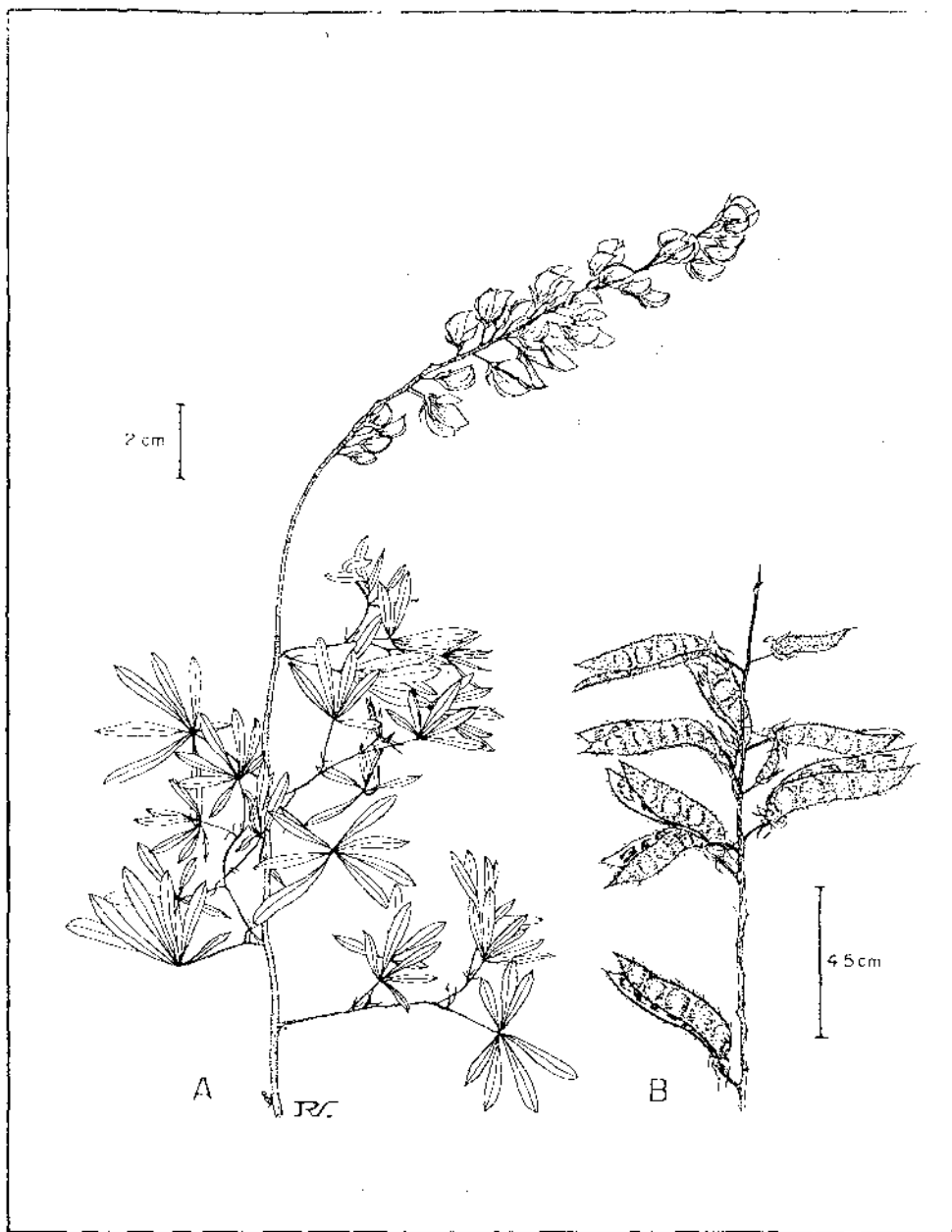


Fig. 5 Lupinus splendens.

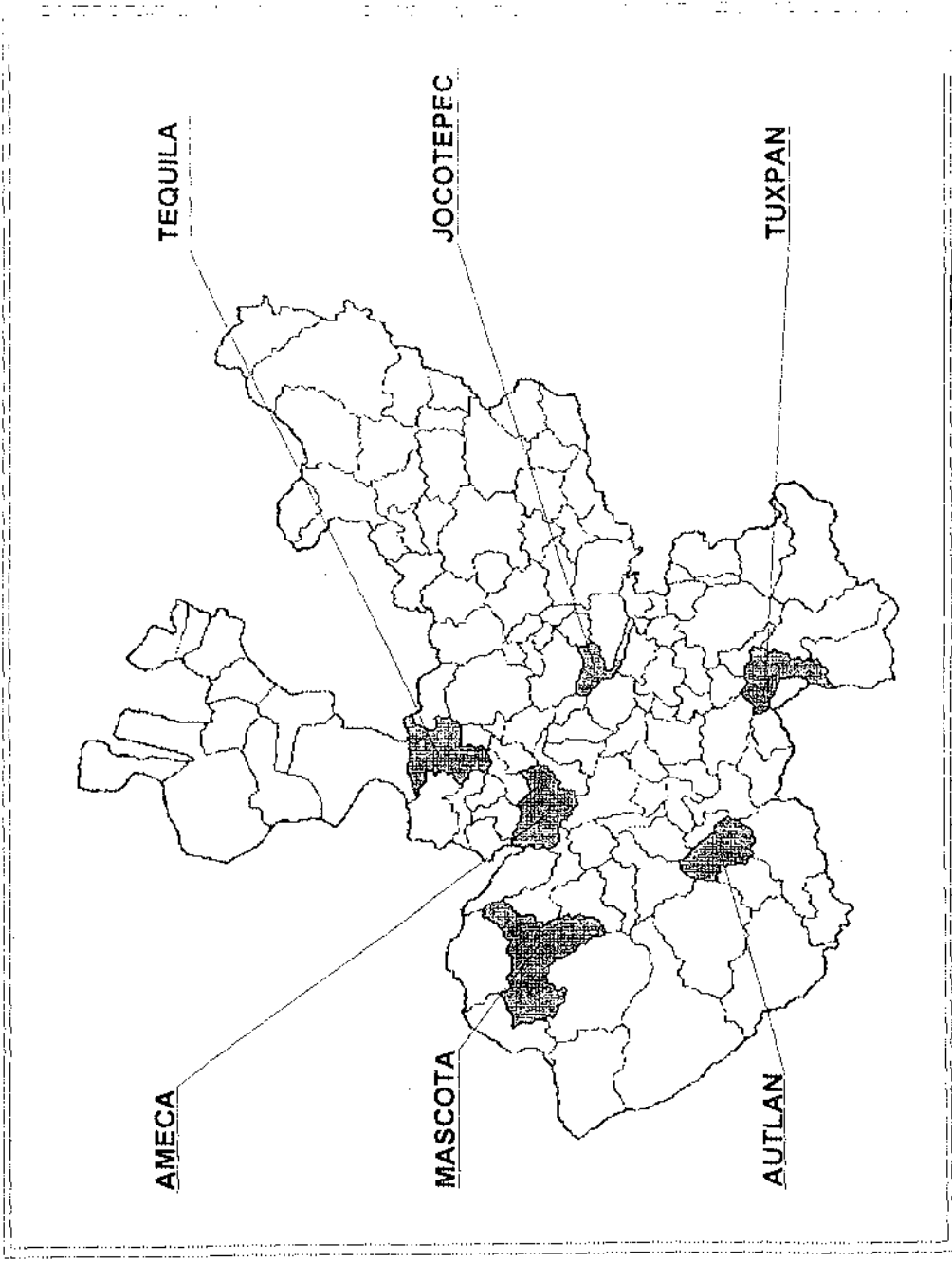


FIGURA 6 DISTRIBUCION DE *Lupinus splendens* EN JALISCO.

%	SEMILLA	VAINA	FOLLAJE
MATERIA SECA	87.40	96.30	17.50
HUMEDAD	12.60	3.70	82.50
PROTEÍNA CRUDA	41.60	8.05	28.40
EXTRACTO ETÉREO	9.40	2.50	4.50
CENIZAS	4.20	4.60	9.40
FIBRA CRUDA	15.50	51.50	20.90
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO	29.30	33.35	36.80

Cuadro 2. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE SEMILLA, VAINA Y FOLLAJE DE *L. montanus*.

%	SEMILLA	VAINA	FOLLAJE
MATERIA SECA	86.80	86.60	34.50
HUMEDAD	13.20	13.40	65.50
PROTEÍNA CRUDA	38.90	5.25	25.10
EXTRACTO ETÉREO	9.65	6.20	6.75
CENIZAS	4.40	9.10	8.40
FIBRA CRUDA	14.13	42.20	10.03
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO	32.92	37.25	49.72

Cuadro 3. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE SEMILLA, VAINA Y FOLLAJE DE *L. rotundiflorus*.

%	SEMILLA	VAINA	FOLLAJE
MATERIA SECA	68.60	66.60	35.40
HUMEDAD	31.40	33.40	64.60
PROTEÍNA CRUDA	38.50	6.39	19.36
EXTRACTO ETÉREO	7.00	1.25	3.00
CENIZAS	4.08	4.35	9.96
FIBRA CRUDA	16.48	45.08	14.77
EXTRACTO LIBRE DE NITRÓGENO	33.94	42.93	52.91

Cuadro 4. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE SEMILLA, VAINA Y FOLLAJE DE *L. splendens*.

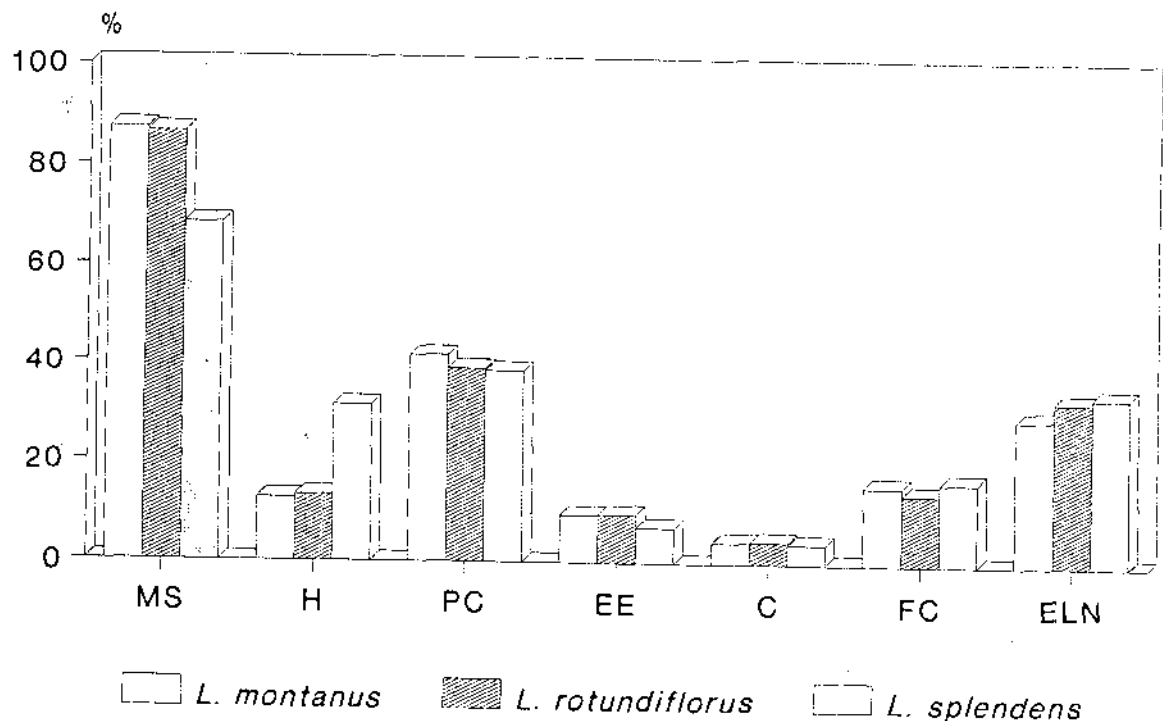
4.4 Cuantificación de alcaloides.

El contenido de alcaloides totales quinolizidinicos de las muestras en semilla enteras de las tres especies se presentan en el Cuadro 5. Se observa que la muestra del *L. montanus* posee el mayor contenido (5.98%) y a *L. splendens* como el de menor contenido (2.11%) (Gráfica 4).

ESPECIE	% DE ALCALOIDES
<i>L. montanus</i>	5.98
<i>L. rotundiflorus</i>	2.31
<i>L. splendens</i>	2.11

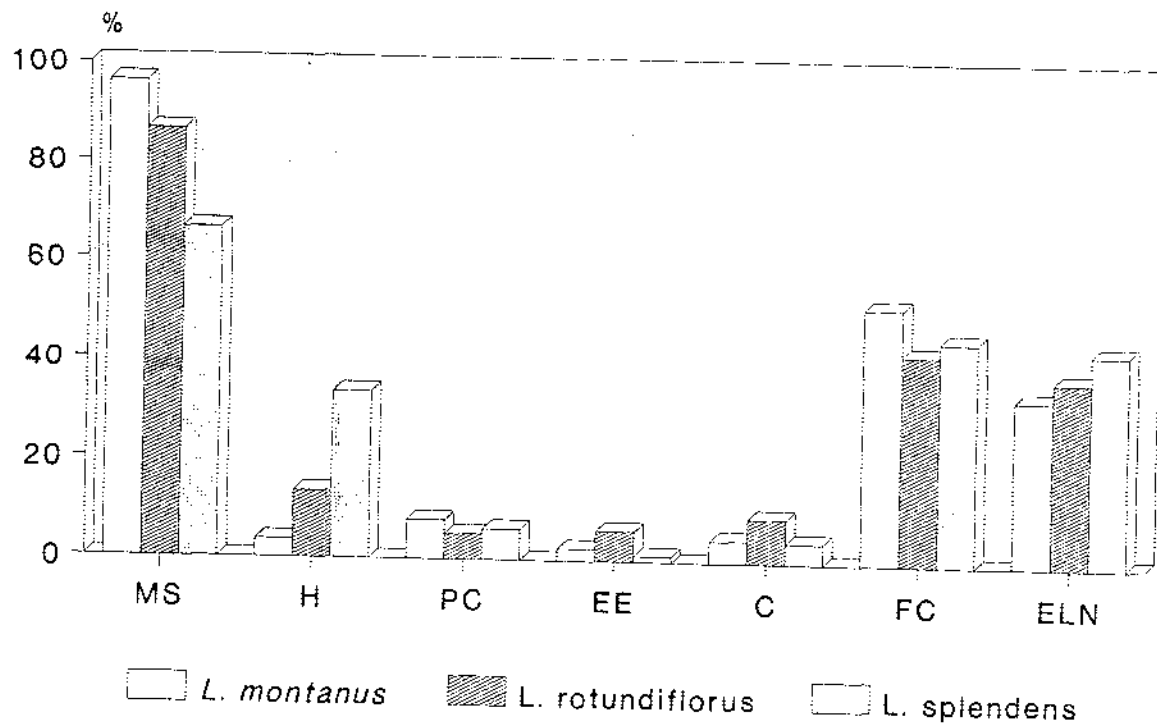
Cuadro 5. CONTENIDO DE ALCALOIDES TOTALES EN SEMILLA DE TRES ESPECIES DE *Lupinus*.

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE SEMILLA DE TRES ESPECIES DE *Lupinus*.



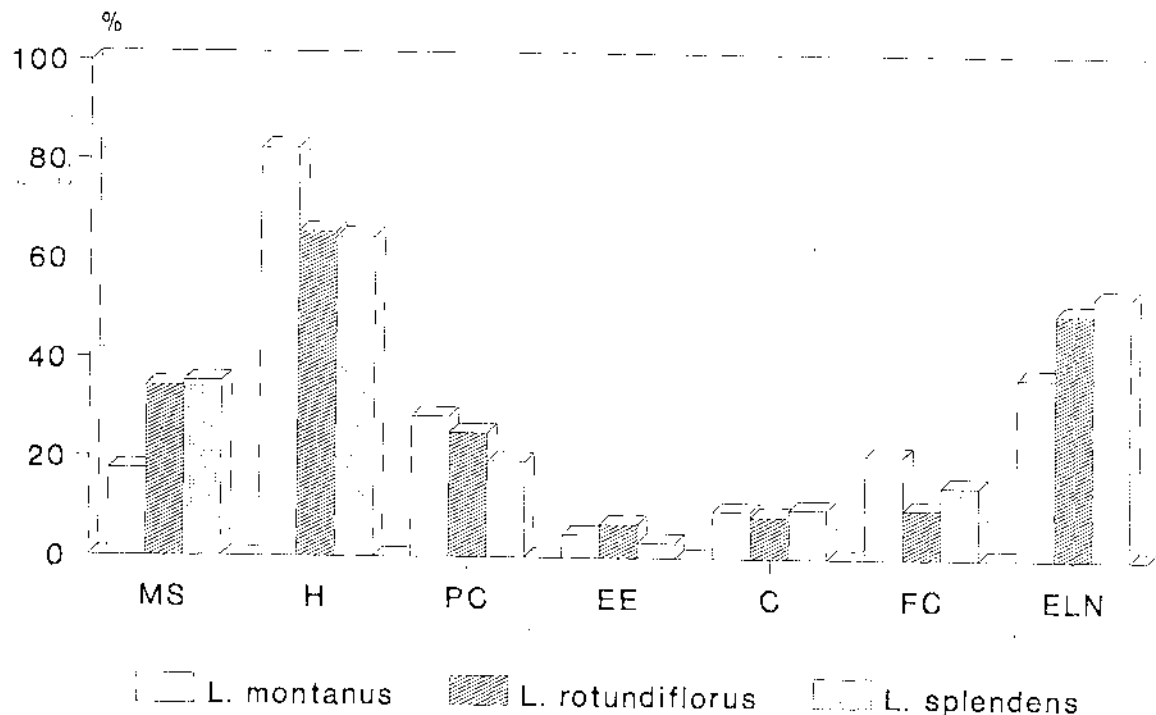
Gráfica 1.

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA VAINA EN TRES ESPECIES DE *Lupinus*.



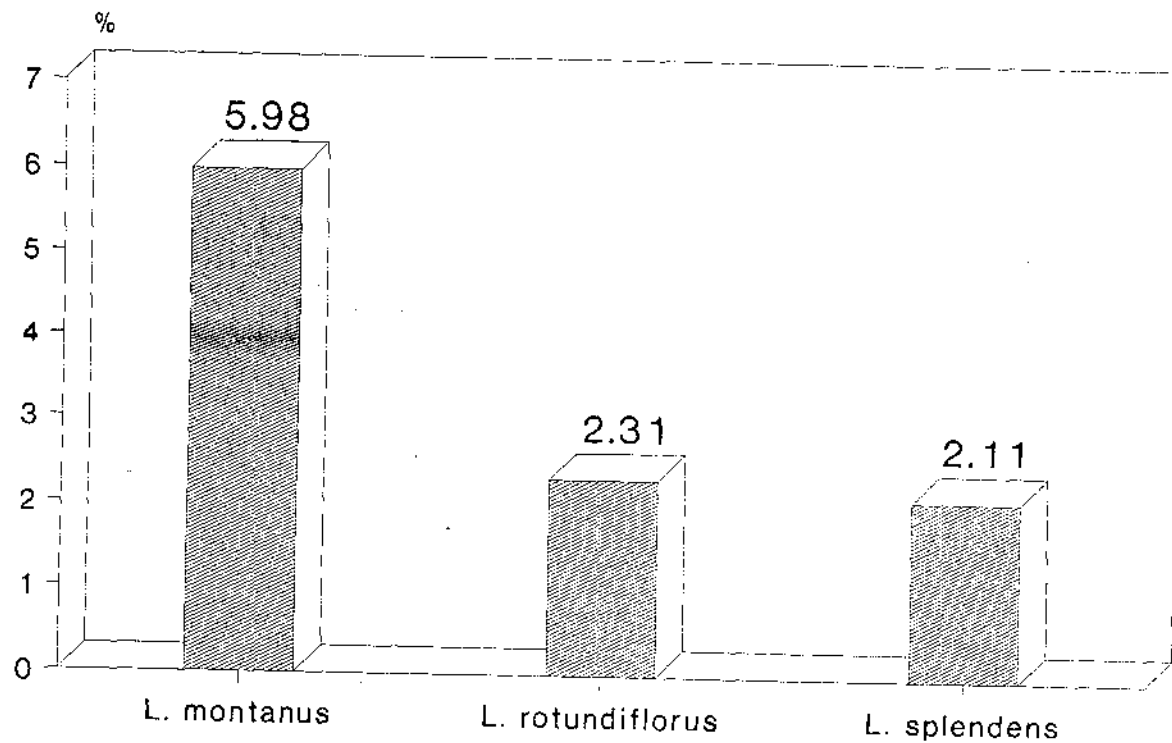
Gráfica 2.

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL EN EL FOLLAJE DE TRES ESPECIES DE *Lupinus*.



Gráfica 3.

CONTENIDO DE ALCALOIDES EN SEMILLA DE TRES ESPECIES DE *Lupinus*.



Gráfica 4.

5.- DISCUSIÓN.

En México se encuentran prácticamente todos los tipos de biomas que se han descrito para el mundo, por lo que posee una diversidad vegetal muy importante (Rzedowski, 1988). El estudio de los recursos vegetales según Palomino (1991), adquiere gran importancia sobre todo en especies silvestres emparentadas con las especies cultivadas utilizadas tradicionalmente como fuente alimenticia.

En este sentido Martínez (1991) señala que en la actualidad existen cinco familias las que representan importantes alternativas para la búsqueda de nuevos cultivos.

Entre estas familias se encuentran las leguminosas que no han sido utilizada con suficiente amplitud en cuanto a su potencial como alimento para el hombre o sus animales domésticos, especialmente como fuente de proteína y de lípidos. Dentro de esta familia el género *Lupinus* es de los de mayor importancia y a los que se deben de impulsar para su utilización en México (Martínez, 1991).

En Jalisco se reportan 12 especies nativas de este género (McVaugh, 1987). Dentro de estas, *L. montanus* Kunth in H.B.K., *L. rotundiflorus* M.E.Jones y *L. splendens* Rose. Se consideraron candidatos interesantes para aprovecharse como un cultivo potencial alimenticio de alto valor nutricional. Además McVaugh (1987) menciona que estas tres especies, se encuentran floreciendo la mayor parte de el año, es decir, de 7 a 10 meses; lo que quizás demuestra una alta producción de semillas.

Al colectar las especies estudiadas se comprobó que son excelentes productoras, por la cantidad de vainas, las cuales contienen de 7 a 9 semillas las que, por lo general, maduran completamente.

En las localidades donde se encontraron las especies, se observó que son muy abundantes, sobre todo en los bosques de pino, pino-encino, en claros y a orillas de los caminos donde se comportan como malezas (González y Pérez, 1987).

ANÁLISIS QUÍMICO.

Mediante el análisis químico proximal, se pudo observar que el valor bromatológico de las especies estudiadas resultó satisfactorio, al presentar altos contenidos de proteína en las semillas, estos valores son similares a los reportados en otros lupinos silvestres de Jalisco como *L. exaltatus* (38.41%), *L. reflexus* (38.8%) y *L. mexicanus* (36.7%) y bajos en comparación con otras del centro del país que presentan valores de 42.4% para *L. campestris*, 44.8% para *L. splendens* y 45.7% para *L. montanus*. (Juárez, 1991; Rodríguez, 1992; Ruiz, 1994). Por otro lado estos valores son más bajos que las especies cultivadas *L. luteus* (45.3%) y *L. mutabilis* (43.0%), pero más altos que *L. albus* (39%) y *L. angustifolius* (34%) (Haq, 1993; Chango *et al*, 1993).

En cuanto a la proteína los valores obtenidos en la semilla resulto mucho mayor que otras leguminosas cultivadas, tales como el cacahuete (*A. hypogaea*) 24.8%, el garbanzo (*C. arietinum*) 19%, el frijol (*P. vulgaris*) con 22.5%, el haba (*V. faba*) 22.9%, la lenteja (*L. esculenta*) 23.1% y comparable con el contenido de proteína de la soya que es del 38% (Anónimo, 1979; Bourges, 1987); la cual es la especie vegetal con el más alto valor nutricional, según Paredes *et al*(1983).

Por lo anterior puede decirse que las semillas de lupinos se podrían situar entre las fuentes más ricas de proteína de origen vegetal; pero se recomienda realizar estudios específicos de los aminoácidos presentes en la proteína, así como de su calidad nutricional.

Aunque el contenido de proteína es alto, la posibilidad de ser utilizado se ve limitada por presentar cantidades elevadas de fibra, que superan al nivel adecuado para animales monogástricos que es del 5% (I.N.J.A., 1985), por lo que deberían ser utilizados con ingredientes bajos en fibra.

Los valores de extracto etéreo en semilla son comparables con los de las otras especies silvestres de Jalisco y del centro del país cuyos valores se encontraron entre 6.6 y 10.3% (Juárez, 1991 y Ruiz, 1994).

Así mismo estos porcentajes de EE son superiores a los de *L. luteus*(5.5%) y *L. angustifolius*(6.0%) e inferiores a los de *L. albus*(11%) y *L. mutabilis*(18%), (Hag, 1993; Chango *et al*, 1993).

Además superan a los presentados por las leguminosas cultivadas, exceptuando a la soya (16.5%), y al del cacahuete (46.7%).

Las otras determinaciones en semilla, se encuentran en los rangos de las otras especies cultivadas (Boutges, 1987).

Los análisis practicados a la vaina de las tres especies en FC fueron más bajos que el *L. exaltatus* 52.3, y comparables con *L. reflexus* 51.2 y *L. mexicanus* 51.7 (Ruiz, 1994).

También resultaron superiores al de algunas leguminosas cultivadas, como la lenteja con 29%, el algarrobo con 27.3% y comparables con el garbanzo, que tiene 48.4% (Anónimo, 1979).

Los valores de proteína en vaina, resultaron ser superiores a los de *L. mexicanus* (2.7%), comparables con el *L. exaltatus* (8.4%), y más bajos que *L. reflexus* (10.8%) (Ruiz, 1994).

Además superan al garbanzo con 5.8% y al algarrobo con 5.6% e inferiores al de la lenteja de 12.6% (Anónimo, 1979).

El contenido de C y ELN se encuentran dentro de los rangos de las leguminosas tanto silvestres como cultivadas, y solo el contenido de EE es mayor al de las otras especies, tanto silvestres como cultivadas (Anónimo, 1979).

Debido al alto porcentaje de fibra, presente en las vainas, éstas se podrían utilizar en dietas para animales principalmente rumiantes, como una fuente excelente de este nutriente.

El análisis practicado al follaje de las tres especies presentaron valores de proteína superiores a los otros lupinos silvestres exceptuando al *L. exaltatus* 23.4% (Ruiz, 1994), y comparables con las leguminosas forrajeras, como la alfalfa (*Medicago sativa*) y los tréboles (*Trifolium* spp) con 24.5 y 20.7%, y más altos que el del cacahuete (17.5%), chícharo (17.2%), garbanzo (13%) y la soja (10.2%) (Gohl, 1982 y Flores, 1991).

Los valores de proteína bruta encontrados son comparables con los de los tréboles (*Trifolium spp.*), con 5.3%, la soja 3.8% y el chícharo 3.0% y superiores a los de la alfalfa 2.6%, el cacahuate 2.2% y el garbanzo 2.2% (Gohl, 1982).

También comparados a los lupinos silvestres, *L. mexicanus* 3.2% y superiores al de *L. reflexus* 1.7% y *L. exaltatus* 1.4% (Ruiz, 1994).

Los valores de fibra son comparables con los del follaje del cacahuate 20.1% y la alfalfa 16.2%; así mismo, hay similitud con los porcentajes de *L. mexicanus* (14.9%) y menores a los del *L. exaltatus* (26.4%) y *L. reflexus* (23.5%) (Ruiz, 1994); y menores que el 25.9% del chícharo, 27.2% del garbanzo, 22.5% de los tréboles y 33.6% de la soja (Gohl, 1982 y Flores, 1991).

En las determinaciones de C se encontraron dentro de los niveles de las especies silvestres y cultivadas como forrajeras; solo el ELN del Lm, fue más bajo que los anteriores (Gohl, 1982).

El follaje puede utilizarse como forraje, junto con otros ingredientes, para la alimentación de animales tanto rumiantes como monogástricos, variando la proporción de cada uno de acuerdo a sus requerimientos.

Por otra parte se recomienda hacer pruebas de digestibilidad y palatabilidad en monogástricos y rumiantes, para conocer la mejor forma de utilizar a estas leguminosas.

CONTENIDO DE ALCALOIDES

Sin embargo se debe considerar que el principal limitante para la utilización de los lupinos en la alimentación humana o animal, son las sustancias tóxicas presentes particularmente los alcaloides. En las especies estudiadas se observaron valores altos en la semilla de *L. montanus*, pero bajos en las otras dos especies; estos valores superan a los de otras especies del Estado reportadas, a excepción de *L. mexicanus* que presentó 8.4% de alcaloides totales (Ruiz, 1994).

Con respecto a las especies cultivadas los valores resultaron altos y comparables con el del *L. mutabilis* que presenta 3.9% (Haq, 1993).

La mayoría de las semillas de lupinos amargos contienen de 1 a 2% de alcaloides, niveles que presentan diferentes formas en la toxicidad para el consumo de mamíferos (Gladstones, 1970). También hay diferencias en el grado de toxicidad, ya que por lo general es necesario una dosis elevada, en un período breve para causar la muerte (González, 1989).

Juárez (1991), menciona que la concentración de alcaloides residuales en la semilla del lupino para la alimentación humana, no debe sobrepasar el 0.05%, sin embargo se considera un margen de seguridad inferior al 0.02%.

Debido a lo anterior se debe de determinar la presencia individual de los alcaloides reportados como tóxicos (Lupanina y Esparteina) en las semillas de los lupinos estudiados, para conocer su grado de toxicidad, así como buscar técnicas adecuadas para eliminar o reducir su contenido.

6.- CONCLUSIONES.

1. Las especies estudiadas son muy abundantes en las localidades donde se colectaron, además de presentar una buena disponibilidad de semillas por encontrarse en floración la mayor parte del año.
2. Los lupinos presentaron una amplia distribución en el Estado: *L. montanus* en Bolaños, Cd. Guzmán, Mezquitic, Tonila, San Gabriel y Zapotitlán; *L. rotundiflorus* en Cd. Guzmán, Mascota, Talpa y Tapaipa. y *L. splendens* en Ameca, Autlán, Jocotepec, Mascota, Tequila y Tuxpan.
3. Dado el alto contenido de proteína en las semillas, de las tres especies evaluadas, éstas podrían ser utilizadas como fuente proteica en la alimentación humana y en la formulación de dietas para animales, monogástricos y rumiantes, una vez que se haya eliminado o reducido el contenido de alcaloides.
4. La composición proximal en vaina y follaje es aceptable, por lo que se pueden utilizar en las formulaciones de dietas, la vaina como un complemento o fuente de fibra para rumiantes y el follaje como forraje para monogástricos y rumiantes.
5. El porcentaje de los alcaloides resulto alto, sin embargo estas sustancias pueden ser disminuidas con métodos sencillos, como el lavado, remojo, cocción o mediante procesos fitogénéticos.
6. Por sus características morfológicas y fenológicas, estas leguminosas podrían ser utilizadas como un cultivo alternativo proteico en rotación, en las localidades donde crecen; además de ser usado como un mejorador de la fertilidad de los suelos.

7 - LITERATURA CITADA.

- Aguilera J.F. and Frier A. 1978. The revival of the Lupin. **Food Technol.** 32(8): 70-76.
- Anónimo. 1979. Tropical legumes: resource for the future. **Report of an ad hoc panel of the Advisory Committee on Technology Innovation.** National Academy of Science, Washington, U.S.A.
- Aykroyd W.R. y Doughty J. 1964. Las leguminosas en la alimentación humana. **Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.** FAO. Roma, Italia.
- Baer Von D., Hartmut R.E. and Feldheim W. 1979. Methoden zur bestimmung der chinolizidinankaloide in *Lupinus mutabilis*. **Z. Lebensm. Unters. Forsch.** 169: 27-31.
- Bourges R.H. 1987. Las leguminosas en la alimentación humana. **Cuadernos de nutrición.** 1(10): 17-32.
- Chango A., Villaume C., Bau H.M., Nicolas J.P. and Mejean L. 1993. Debittering of lupin (*Lupinus luteus* L.) protein by calcium alginate and nutritional evaluation. **J.Sci.Food agric.** 63: 195-200.
- FAO. 1990. Protein quality evaluation. Report of a join FAO/WHO expert consultation. Edited by: **Food and Agriculture Organization of the United Nation.** Roma, Italia.
- Cubero J.I. y Moreno, M.T. 1983. Leguminosas de grano. Ed. **Mundi-Prensa.** Madrid, España.
- Flores M.J. 1991. Manual de alimentación animal. Vol II. Cap. 6. Leguminosas. 1a. edición. Ed. **Limusa.** México pp 413-518.
- Gladstone J.S. 1970. Lupins as crop plants. **Field Crop Abstracts.** 23: 123-148.
- Gohl B. 1982. Piensos tropicales. Resúmenes informativos sobre piensos y valores nutritivos. **FAO.** 550 p. Roma, Italia.
- González S.A. 1989. Plantas tóxicas para el ganado. 1a edición. Ed. **Limusa.** 273 p. México D.F.
- González V.L.M. y Pérez R. 1987. Guía de la excursión botánica de Jalisco. X Congreso Mexicano de Botánica. Instituto de Botánica. Ed. **Universidad de Guadalajara.**
- Haq N. 1993. Underutilized crops: Pulses and vegetables. Lupins. Edited by **J.T. Williams.** Published by Chapman & Hall. London, U.K.

- Hughes, B.D., Heath M.E. y Metcalfe D.S. 1970. Forrajes. **Compañía Editorial Continental**, México, D.F.
- Humphreys D.J. 1990. Plantas tóxicas. Toxicología veterinaria. 3a edición. **Ed. McGraw-Hill**, pp 257-258.
- I.N.I.A. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. 1985. Alimentación de animales monogástricos. **Ed. Mundi-Prensa**, Madrid, España.
- Jambrina A.J. 1980. Introducción al cultivo del *Lupinus* (Altramuz). **Editado por: Comunicaciones I.N.I.A.** Serie de Producción vegetal. No 26. 18 p. Madrid, España.
- Jambrina A.J. 1983. La genética de los alcaloides en el género *Lupinus*. **Editado por: Comunicaciones I.N.I.A.** Serie de producción vegetal. No 51. 12 p. Madrid, España.
- Jones B.S. 1988. Sistemática vegetal. **Ed. McGraw-Hill de México**. 2da. Edición). pp 379-383. México, D.F.
- 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.**
- Kay D.E. 1979. Lupin (*Lupinus*) as food legumes. Crops and products digest. No 3. **Tropical products institute**. pp 246-263. London, U.K.
- Martínez A.M.A. 1991. Cinco familias de plantas con potencial económico y genético para México. Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. **Publicado por: Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.**
- Maynard L.A., Loosli J.K. and Loosli H.F. 1979. Nutrición animal. Impreso en México. **Ed. McGraw-Hill**.
- McVaugh R. 1987. Flora novogaliciana. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Vol. V. Leguminosae. **Ann Arbor The University of Michigan Press**. U.S.A.
- Montgomery R.D. 1965. The medical significance of cyanogen in plant foodstuff. **Amer. J. Clin. Nutr.** 17:103-113.
- Morono M.E. 1984. Los problemas de la conservación de granos y semillas en México. **Ciencia y Desarrollo**, 50 (8): 9-17.
- Palomino H.G. 1991. La importancia del enfoque interdisciplinario en el conocimiento de los recursos vegetales de México. **Publicado por: Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.**

- Paredes L.O., Ordorica C.F., Guevara F.L. y Covarrubias M.A. 1985. Las proteínas vegetales: Presente y futuro en la alimentación. En prospectivas de la biotecnología en México. CONACyT. pp 331-349.
- Putnam D.H. 1991. An interdisciplinary approach to the development of lupin as an alternative crop. In: Proceedings of the Second National Symposium of New Crops, exploration, research and commercialization. Edited by: Janick J. and Simon J.E. Purdue University. Indianapolis, Indiana, U.S.A.
- Quintero R. 1984. La alimentación en México: un problema por resolver. **Información Científica y Tecnológica**. 95(6): 46-47.
- Reynoso D.J. 1993. Características generales de las leguminosas y su importancia en el Estado. En: **Memorias del I Congreso Estatal de la biología**. 11-12 de junio. Guadalajara, Jalisco.
- Rodríguez M.R. 1992. Composición bromatológica de *Lupinus exaltatus* Zucc. para su utilización como un cultivo alternativo de alto valor proteico. Tesis profesional. Fac. Agronomía. **Universidad de Guadalajara**.
- Ruiz L.M.A. 1994. Disponibilidad nutricional de tres especies silvestres de *Lupinus* (Leguminosae) del Estado de Jalisco. Tesis de Maestría en Nutrición Animal. **Universidad de Guadalajara**.
- Ruiz L.P. 1977. A rapid screening test for lupine alkaloids **NZ Agric. Res.** 20: 51-52.
- Rzedowski J. y Calderón R.G. 1979. Flora fanerogámica del valle de México. Vol. I. Ed. **C.E.C.S.A.** pp 326-338. México.
- Rzedowski J. 1988. La vegetación de México. 4a. edición Ed. **Limusa**. México. 432 p.
- Sotelo A. 1981. Leguminosas silvestres reserva de proteínas para la alimentación del futuro. **Información Científica y Tecnológica**. 3(54): 28-32.
- Takhtajan A. 1987. Systema magnoliophytorum. **Officina editora «Nauka»**. Sectio Leninopolitana. Leninopoli, Russia.
- Tejada I.H. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Ed. **P.A.I.E.P.E.M.** México, D.F.
- Williams S.W. 1979. Studies on the development of lupins for oil and protein. **Euphytica**. 28: 481-488.