

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



" Lupinus Spp. UN RECURSO VEGETAL DE JALISCO
CON POTENCIAL ALIMENTICIO "

TRABAJO QUE CON CARACTER DE :
T E S I S
P R E S E N T A :
ALINA ASTRID CARDENAS MONTES DE OCA
PARA OBTENER EL TITULO DE :
LICENCIADO EN BIOLOGIA
DIRECTOR DE TESIS :
M.C. MARIO ALBERTO RUIZ LOPEZ
A S E S O R :
M. C. MARTIN TENA MEZA
GUADALAJARA, JAL., AGOSTO 1994



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Facultad de Ciencias Biológicas

Expediente.....
Número
Sección

C. ALINA ASTRID CARDENAS MONTES DE OCA
PRESENTE. -

Manifestamos a usted, que con esta fecha ha sido aprobado
el tema de tesis "Lupinus sp. UN RECURSO VEGETAL DE JALISCO CON POTENCIAL
ALIMENTICIO" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como
Director de dicha Tesis el M.en C. Mario Alberto Ruiz López.

A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"

Las Agujas Zapopan, Jal. 13 de Enero de 1994

EL DIRECTOR

[Handwritten signature of Dr. Eulogio Pimentel Barrios]

DR. EULOGIO PIMIENTA BARRIOS



FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

EL SECRETARIO

[Handwritten signature of Georgina Guzman Godinez]

M. EN C, MA. GEORGINA GUZMAN GODINEZ

- c.c.p.- El M.en C. Mario Alberto Ruiz López, Director de Tesis.-pte.
c.c.p.- El expediente del alumno

EPB/MGGG/cglr.

Al contestar este oficio cítese fecha y número

Dedico el presente trabajo a Dios por todo lo que me ha concedido.

A mi madre Ma. Esther Montes de Oca por su esfuerzo, su buen ejemplo y su enorme cariño con el que siempre me ha dirigido.

A mi esposo Enrique por todo su amor y comprensión y a mi futuro bebito que ha soportado mis carreras y que concederá la suerte de realizarme como madre y profesionista a la vez.

A mi amigo Mario Alberto Ruiz López por sus grandes muestras de amistad y enorme apoyo para la realización del presente trabajo.

Y mi más sincero agradecimiento:

Al Lic. Raúl Padilla López, Rector de la Universidad de Guadalajara por toda su confianza.

Al maestro Martín Jena, maestra Ma. del Refugio Mora Navarro y al Ing. Raymundo Ramírez por su colaboración en el presente trabajo.

Y a toda la administración del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y agropecuarias especialmente al Biol. Guillermo Barba Carrillo.

Y a todos los integrantes de mi familia, Sonia, Esmeralda, Perla, Ricardo y Carlos por toda su ayuda y hospitalidad.

El presente trabajo forma parte del proyecto titulado "Incorporación de leguminosas silvestres de grano a la alimentación humana y/o animal", que fue aprobado por la Secretaría de Educación Pública, mediante el convenio No. 91-01-14-001-982.

CONTENIDO

	PAGINA
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACION	18
HIPOTESIS	19
OBJETIVOS	20
MATERIA Y METODOS	21
RESULTADOS	23
DISCUSION	31
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFIA	36

RESUMEN

Las leguminosas silvestres son consideradas una alternativa interesante de alimento debido a su alto contenido de proteínas que presentan en sus semillas, sin embargo actualmente se han realizado pocos trabajos para conocer el potencial nutricional de las leguminosas nativas de Jalisco. Debido a esto, en el presente trabajo se evaluó la abundancia y localización de las especies del género Lupinus en el Estado. Asimismo se practicó un análisis bromatológico a las semillas, vaina y follaje a Lupinus reflexus, ya que esta especie fue de las que se localizó en el mayor número de localidades y en gran abundancia. El análisis químico reveló una alta concentración promedio de proteínas en la semilla, de 35.6 % cantidad superior a la mayoría de leguminosas cultivadas y silvestres estudiadas. En las vainas se cuantificaron niveles altos de fibra cruda (51%), asimismo los resultados del follaje mostraron cantidades importantes de carbohidratos o E.L.N. con 53.7%. Estos estudios nos señalan la viabilidad de utilizar a esta leguminosa o a otras especies de Lupinus como fuente de alimento para consumo humano o animal, una vez que se realicen estudios nutricionales con animales y pruebas toxicológicas para eliminar las sustancias indeseables presentes en estas plantas.

INTRODUCCION

En nuestro país un gran porcentaje de la población se encuentra mal alimentada debido a condiciones económicas precarias agudizadas por la crisis actual. En zonas aisladas se acentúa más el problema pues sencillamente no llegan productos alimenticios variados y de buena calidad, además de la existencia de prejuicios de no consumir algunos alimentos por considerarlos nocivos para la salud.

Aunado a lo anterior se encuentra la competencia por la biodisponibilidad de alimentos entre el hombre y los animales domésticos, donde más del 80% de la producción de granos y cereales son destinados a la alimentación de animales monogástricos (cerdos y aves); asimismo las grandes compañías forrajeras se han dedicado a utilizar en mayor medida las tierras cultivables para producir plantas forrajeras útiles en la producción avícola, porcina y bovina principalmente, ocasionando un decremento en la autosuficiencia alimentaria que anteriormente se basaba en el maíz, frijol y posteriormente el trigo (27, 44).

Para resolver este problema se han realizado estudios que presentan nuevas opciones alimentarias, gracias a los avances de las Ciencias Biológicas tales como la genética de plantas y animales, la fisiología de la reproducción, la nutrición vegetal y animal y la biotecnología, entre otras.

Una alternativa viable es la incorporación de alimentos no convencionales que actualmente no se consumen o son poco consumidos y de los que la naturaleza dispone en magnitud considerable y además son ricos en proteínas, tales como las leguminosas silvestres (41).

Las leguminosas son una familia de plantas que no se han explotado con suficiente amplitud, ya que éstas son de las más versátiles en cuanto a número de especies y adaptación a diferentes ambientes, además presentan un alto potencial alimenticio para el hombre y sus animales domésticos, especialmente como fuente de proteínas y lípidos.

Entre las especies cultivadas para el consumo humano y animal se encuentran las siguientes: Cacahuete (Arachis hypogaea), garbanzo (Cicer arietinum), soya (Glycine max), lenteja (Lens esculenta), frijol (Phaseolus vulgaris), chícharo (Pisum sativum), haba (Vicia faba) y alfalfa (Medicago sativa) (31).

Las especies del género Lupinus son de las leguminosas que más prometen como fuente de alimento, principalmente por su alto contenido de proteínas, por lo que diversos países europeos y americanos han puesto interés en estas especies y han utilizado sus semillas como alimento para consumo humano y como ingrediente en la elaboración de raciones para la alimentación de prácticamente todas las especies animales domésticas en sustitución de la soya; además de utilizar el follaje de la planta para animales en pastoreo, cabras, ovejas y bovinos (19, 43).

A pesar de estas cualidades, los lupinos presentan algunas sustancias tóxicas y antinutricionales que limitan su uso como alimento (principalmente alcaloides), por lo que se les debe de dar un tratamiento de desamargado previo a su consumo (10).

Sin embargo, en nuestro país estas leguminosas no son cultivadas a pesar de que existen las condiciones agroclimáticas adecuadas para su cultivo.

Por otra parte, México cuenta con una gran riqueza de Lupinus nativos y específicamente el Estado de Jalisco, donde crecen estas especies aún inexploradas. Por tal motivo es necesario conocer la abundancia y localización de estas leguminosas, así como evaluar las propiedades nutricionales de estas especies para considerarlas como fuente potencial en la alimentación humana y/o animal.

ANTECEDENTES

La desnutrición y malnutrición es un gran problema que afecta a la mayoría de la población en países de Asia, Africa y Latinoamérica, donde los alimentos que se consumen son deficientes en proteínas y energía, debido a que la producción de alimentos de buena calidad es muy baja y costosa; lo anterior es ocasionado por factores sociales, económicos y culturales (12).

Debido a esto surge la necesidad de encontrar nuevas fuentes de alimentos para complementar los recursos agropecuarios tradicionales y poder satisfacer las necesidades de una población en constante aumento.

Una opción en este sentido la representan los recursos naturales principalmente la flora y la fauna. La flora representa para México un gran potencial debido a su enorme diversidad biológica, ecológica y cultural ya que es una de las más ricas del mundo con casi 25,000 especies estimadas y de estas alrededor de 600 representan un alto valor alimenticio potencial (35).

Es así como se han estudiado diversas especies vegetales con posibilidades de utilizarse como fuentes alternativas de alimentación: el lirio acuático (*Eichania crassipes*), dátiles (*Simmonsia chinensis*), pastos silvestres (*Panicum spp.*), achote (*Bixia orellana*), calabacita loca (*Curcubita foetidissima*), alegría (*Amaranthus spp.*), entre otros

(32).

Las especies de la familia Leguminosae son las más prometedoras debido a su alto contenido proteico. Estas han sido de las primeras plantas cultivadas por el hombre, ya que por registros fósiles, se tienen que se les cultivó desde la época del neolítico, período en que el hombre pasó de la caza a la recolección de frutos, para formar sus comunidades agrícolas (45).

Los países que presentan problemas de malnutrición y desnutrición cuentan con igual o mejores recursos naturales que los países desarrollados, con una gran variedad de leguminosas silvestres potencialmente útiles para la alimentación humana o animal (41).

FAMILIA LEGUMINOSAE

Morfología

Plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas con raíces promiscuas, provistas de nudosidades debido a la simbiosis con bacterias del género Rhizobium.

Hojas generalmente alternas, compuestas y estipuladas. **Floras** zigomorfas o actimorfas normalmente hermafroditas, con la floración valvar o atejada, cáliz con 5 pétalos libres o algo desiguales. Estambres generalmente 10, con los filamentos libres o soldados, anteras biloculares, dorsifijas, introrsas de dehiscencia longitudinal gineceo súpero, unicarpelar, unilocular, con uno o varios óvulos. El **fruto** típicamente es una legumbre con una o varias semillas, dehiscente

o indehiscente (28).

Taxonomía

Es una familia muy amplia con más de 550 géneros y unas 18,000 especies distribuidas en todo el globo.

Se divide en tres subfamilias, elevadas a la categoría de familias por algunos taxonomistas.

-Mimosoideae, consta de unos 50 géneros y 3000 especies, la mayoría son árboles y arbustos, por lo general son plantas leñosas, sus principales géneros son: Mimosa, Acacia, Prosopis y Leucaena que son de amplio uso en la alimentación animal.

-Caesalpinoideae, con aproximadamente 150 géneros y más de 2,800 especies. La mayoría de estas son árboles. Cassia, Bauhinia y Caesalpinia, son sus principales géneros, pocas son utilizadas con fines alimenticios.

-Papilionoideae, posee cerca de 400 géneros con aproximadamente 12,000 especies. La mayoría son plantas herbáceas. Sus géneros representativos son Astragalus, Aeschynomene, Adesmia, Desmodium y Crotalaria, otros géneros como Phaseolus, Lens, Glycine, Pisum, Medicago, Trifolium, Indigofera, Lupinus y Arachis son sumamente importantes para la alimentación humana y animal (20).

En la actualidad se tienen registradas alrededor de 18,000 especies de esta familia de las cuales sólo aproximadamente unas 20 son cultivadas con fines alimenticios (31).

Las leguminosas poseen en sus semillas un porcentaje de proteínas que varía del 17 a 30% y en algunos casos, como en la soya y el tarwi (Lupinus mutabilis) este porcentaje llega hasta el 40%. Asimismo estas especies poseen alrededor del 60% de carbohidratos lo que las convierte en una buena fuente de energía. El contenido de grasa oscila entre 1 y 3% en promedio, aunque hay algunas como la soya, el tarwi y el cacahuate con porcentajes de 18, 20 y 40 % respectivamente. Son más ricas en calcio que los cereales y se consideran como buena fuente de hierro y vitaminas del complejo B (7, 9).

Por otra parte las leguminosas benefician de manera indirecta a la agricultura, ya que en sus raíces forman nódulos donde algunas bacterias del género Rhizobium toman el nitrógeno atmosférico y lo fijan al suelo formando compuestos nitrogenados biodisponibles, beneficiando de esta manera el crecimiento de los cultivos y enriqueciendo el suelo, lo que permite aumentar el rendimiento de las cosechas de leguminosas y cereales cultivados en rotación (9).

México tiene regiones de climas y vegetación muy variados en los que abundan las leguminosas, actualmente se tiene reportado alrededor de 1,500 especies en el país y sólo un pequeño porcentaje de estas son utilizadas con fines alimenticios (41).

En el año de 1974 Giral et al, iniciaron investigaciones sobre la composición química de la flora silvestre mexicana, para proponer su uso en la alimentación, ya sea de manera directa o mediante procesos tecnológicos para eliminar componentes indeseables (41).

Desde entonces se han estudiado más de 200 plantas silvestres mexicanas, principalmente leguminosas. El material recolectado se compone principalmente de semillas, que son las que almacenan el mayor contenido proteínico.

El siguiente cuadro muestra el contenido bromatológico efectuado a 30 semillas de leguminosas silvestres (expresado en porcentaje y en base seca) (14, 40).

NOMBRE	HUMEDAD	GRASA	PROTEÍNA	FIBRA	CENIZAS	CARBÓN.
<u>Albizia lobbach</u>	9.4	3.1	33.6	13.1	3.5	35.3
<u>Prosopis juli- flora</u> (mezquite)	1.3	2.0	1.3	27.5	3.6	53.3
<u>Acacia collia- cantha</u> (quinolo)	7.2	2.2	31.1	14.1	3.3	49.1
<u>A. cornigera</u> (cornezuelo)	5.7	2.5	26.7	19.7	4.3	46.5
<u>A. farnesiana</u> (Huizache)	3.8	3.3	25.1	18.2	3.8	49.4
<u>A. pennatula</u> (algarrobo)	8.5	4.1	28.1	18.4	4.8	43.5
<u>Bahinia purpurea</u> (pata de vaca)	2.1	15.1	30.6	4.8	3.8	45.5
<u>Caesalpinia spp.</u> (mochudilla)	9.7	6.3	17.1	20.5	3.1	52.9
<u>C. cristata</u> (bejuco de agua)	2.0	21.4	24.7	14.8	3.3	35.6
<u>C. velluda</u> (guajillo)	0.44	16.2	17.7	18.0	3.1	44.8
<u>Cassia fruticosa</u>	5.3	11.7	24.0	20.0	4.5	36.0
<u>C. occidentalis</u> (mezquitillo)	4.9	3.2	22.4	14.2	4.4	55.6
<u>C. spectabilis</u> tis (conchis)	10.0	1.1	14.6	51.4	5.0	27.7
<u>Crotalaria vite-</u>	2.5	2.6	24.1	13.6	3.8	56.8

<u>lina</u>						
<u>Cymbopetalum</u>	7.1	27.6	11.2	47.3	2.5	11.2
<u>penduliflorum (orojuolo)</u>						
<u>Delonix regia</u>	7.6	2.2	17.8	27.0	3.8	50.0
(labachin)						
<u>Entada polystachia</u>	3.9	24.4	24.5	4.8	5.3	40.8
(ojo de aguila)						
<u>E. scandens</u>	6.36	13.8	24.3	1.9	3.2	56.5
(alampepe)						
<u>Enterlobium cyclocarpum</u>	8.3	1.7	21.2	16.1	3.0	57.2
(parota)						
<u>Hymenaea courbaril</u>	10.0	8.1	10.6	10.9	1.8	68.0
(guapinola)						
<u>Inga radians</u>	10.8	1.2	25.5	3.1	2.8	67.2
(junicuil)						
<u>Leucaena pulverulenta</u>	65.7	0.9	37.8	12.9	5.5	42.7
(guaje morado)						
<u>L. macrocarpa</u>	68.4	0.7	35.3	17.9	6.3	39.6
(guaje verde)						
<u>Lysiloma acapulcense</u>	5.8	12.9	33.9	13.5	3.8	35.7
(lopeguaje)						
<u>L. bahamensis</u>	14.9	6.1	35.1	18.7	7.2	30.6
<u>Mucuna argyrophylla</u>	8.9	3.0	24.5	1.74	3.2	67.4
(chupabaya)						
<u>Phaseolus caracalla</u>	8.9	2.3	22.8	30.9	5.9	37.8
(caracol)						
<u>Pithecollobium flavicuale</u>	8.2	14.2	31.5	14.6	3.4	35.3
(maguacata)						
<u>P. undulatum</u>	2.1	5.3	28.5	15.9	4.0	46.0
(palo fierro)						
<u>Swarzia guatemalensis</u>	0.92	0.7	15.0	9.2	1.7	73.1
(frijolillo).						

Así mismo en el estado de Jalisco se han realizado pocos estudios con las leguminosas nativas para conocer sus propiedades nutricionales, donde se tiene reportado que crecen cerca de 500 especies de esta familia, de las cuales sólo algunas son consumidas en forma empírica sin conocer su valor nutricional real.

Hasta la fecha sólo se conoce la composición químico proximal de más de 20 de estas especies, destacando su alto contenido de proteínas y carbohidratos (38).

Por otra parte se tienen reportes de la presencia de especies del género Lupinus en Jalisco, sin tener datos acerca de su uso como planta alimenticia.

CARACTERÍSTICAS DEL GENERO Lupinus.

Descripción botánica

REINO: VEGETAL
SUBREINO: EMBRYOBIONTA
DIVISION: MAGNOLIOPHYTA
CLASE: MAGNOLIOPSIDA
ORDEN: LEGUMINOSALES
FAMILIA: LEGUMINOSAE
SUBFAMILIA: PAPILIONACEAE

TRIBU:
GENERO:

GENESSEA
Lupinus

Morfología

Los lupinos son plantas herbáceas generalmente robustas, rara vez arbustos y son comunes en zonas montañosas.

Raíz pivotante, poco ramificada en su parte superior, los nódulos casi siempre abundantes.

Tallo muy ramificado, en algunos casos desde la base.

Hojas estipulas libres u odonatas del peciolo, generalmente compuestas digitadas con 3 a 15 foliolos.

Inflorescencias terminales, en ocasiones sencillas, las flores solitarias y remotas en las axilas de las brácteas, corola azul violácea, variegada, raras veces blancas, en ocasiones amarillas. Cáliz o corola bilabiado con el labio superior bipartido y el inferior tripartido, quilla aguda muy arqueada hacia arriba. Estandarte arcular; estambres soldados en tubo cerrado estilo glabro y estigma apical, rodeado de un anillo de cerdas o papilas. **Fruto** seco, peludo dehiscente, la dehiscencia es ventral longitudinal.

Semillas adheridas por la chalaza a las paredes de la cavidad de la vaina que es de color jaspeado, café oscuro y negro, de varios tamaños y de forma casi plana a casi esférica (28).

Distribución

Existen cerca de 300 especies de este género, la mayoría son nativas del continente americano (alrededor de 200), y que se

distribuyen desde el sur de USA hasta las cordilleras andinas de Sudamérica, por lo general estas especies crecen en altitudes bastantes elevadas desde los 900 a 3500 o más m.s.n.m. así como en diversos tipos de vegetación (36).

ASPECTOS NUTRICIONALES DE LOS LUPINOS.

El uso de estas especies es debido a su alto contenido de proteínas en sus semillas, tal y como lo revela el análisis bromatológico que se presenta en el siguiente cuadro.

	M.S.	P.C.	E.E.	F.C.	C.	ELM
<u>Lupinus albus</u>	91.9	34.0	8.0	10.1	4.1	43.8
<u>L. luteus</u>	90.0	42.0	4.1	14.5	3.6	35.8
<u>L. angustifolius</u>	88.2	30.2	4.0	16.2	3.3	46.3
<u>L. mutabilis</u>	90.2	40.5	20.0	9.5	3.9	21.6

M.S. = Materia Seca, P.C. = Proteína Cruda, E.E. = Extracto Etéreo o Grasa, F.C. = Fibra Cruda, C. = Cenizas o Minerales.

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno o Carbohidratos.

USO DEL LUPINO EN LA ALIMENTACION HUMANA Y ANIMAL.

En la alimentación humana los lupinos son consumidos en diferentes países, en Ecuador las semillas del tarwi son cocinadas y desamargadas con lavados en corrientes de agua, este proceso generalmente lo realiza el pequeño productor para autoconsumo o venta en mercados locales. Una vez que el lupino es lavado se expende a comerciantes minoristas, o a las amas de casa, donde se utiliza en diferentes preparados ya sea entero o molido en mezclas con otros granos, condimentos, verduras, carnes, etc. (37).

En Chile se ha introducido la harina del lupino (L. albus) como sustituto de leche para niños y como componente de varios alimentos populares, así como para utilizarlo como harina en la elaboración de galletas en sustitución de la harina de trigo para consumo humano, en donde se tiene como resultado un alto contenido de proteínas en las galletas (5).

La producción de los lupinos (L. mutabilis) en el Perú es totalmente para consumo humano, constituyendo uno de los alimentos básicos de la población que es de un nivel de vida muy bajo, gracias a esta leguminosa, los indios y mestizos de las cordilleras andinas pueden cubrir sus necesidades de proteínas a pesar de su pobre y poco variada dieta alimenticia (37).

El uso del altramuz (L. albus) en España es como golosina, aunque en la práctica toda la producción se ha destinado a la alimentación del ganado (21).

Para la alimentación de animales, se han utilizado los lupinos con buenos resultados como suplemento proteico en sustitución de soya en bovinos, cerdos, pollos de engorda y gallinas, así como en algunas especies menores, como peces, pavos, conejos y animales de laboratorio (6, 11, 15, 17, 18, 23, 24, 29).

En la U.S.A. y Australia se utiliza a L. angustifolius para la producción de follaje como planta para pastoreo de ovinos y caprinos principalmente y en ocasiones en bovinos y equinos (30, 36).

LIMITACIONES DEL USO DE LAS ESPECIES DE Lupinus COMO ALIMENTO.

Existen factores tóxicos y antinutricionales en estas plantas las cuales son una limitante para incorporar a estas leguminosas como alimento. Sin embargo, se han encontrado diversas formas de eliminar o disminuir estas sustancias mediante el remojo de las semillas en agua con sal, por tratamientos térmicos como la cocción o el simple calentamiento, por tratamientos físicos tales como el descascarado o molido, por fermentaciones, por tratamientos químicos con ácidos, álcalis, bicarbonato de sodio, etc. (2, 25).

Se ha comprobado en bovinos que el consumo de especies de lupinos en estado de floración es patógeno debido a la toxina llamada lupanina, pero también se ha comprobado que las semillas maduras pueden consumirse una vez que la lupanina es eliminada.

Asimismo a principios de siglo, investigadores alemanes iniciaron la selección con el aislamiento del lupinos libre de alcaloides como

mutantes naturales (22).

A partir de entonces se ha evaluado toxicológicamente variedades dulces de Lupinos en ratas que consumían hasta un 20% de estas especies y no se han observado efectos patológicos en órganos como pulmones, riñones, corazón, órganos linfáticos ni en glándulas adrenales (5).

ASPECTOS AGRONOMICOS DE LOS LUPINOS

En la agricultura se emplea el lupino para ayudar a fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, gracias a la simbiosis específica de esta leguminosa con la bacteria Rhizobium lupini, el cual es aprovechado por los pobladores de diversos países sudamericanos al cultivar en rotación al tarwi con otros cultivos, como papas o cereales beneficiando a estos últimos (9).

Actualmente se tiene interés especial en cuatro especies de lupinos, en las que se ha diversificado la producción e investigación en distintos países. Estas son L. albus que se cultiva en países como Francia, Alemania, U.S.A, España, Chile, etc. L. angustifolius, se cultiva preferentemente en Australia, L. luteus cultivado en Alemania y Polonia y L. mutabilis originario de Sudamérica y que actualmente se cultiva en Chile, Perú, Ecuador, Francia e Inglaterra (1, 16, 39).

Cultivo del lupino

El *L. albus* y *L. mutabilis*, han sido cultivados para la producción de granos hace más de 3,000 años, en la cuenca del mediterráneo y en las altas colinas de América del sur, respectivamente (21).

La utilización de los lupinos se ha basado en la habilidad de esta planta para crecer en suelos pobres poco fértiles, junto con su utilidad para mejorar el suelo, un alto contenido proteico y eventualmente en aceites, su semilla es de germinación rápida que produce plantas vigorosas y robustas de buen crecimiento, son resistente a heladas y sequías.

El lupino es muy sensible a suelos alcalinos por lo que no debe cultivarse en suelos con pH superiores a 6.8 o que tenga calcio activo. Por otra parte, como todas las leguminosas, el lupinus no prospera en suelos muy volteados, húmedos y asfixiantes, sin drenaje.

En los lupinos cultivados, la floración se da alrededor de los 110 días según la especie.

Las enfermedades que afectan a estas plantas la principal es la roya, que se presenta en días nublados, fríos durante tres días seguidos y con lluvias ligeras o intensas, pero se controlan con fungisidas con actividad sistémica y de contacto (16).

La cosecha de la semilla se realizan cuando los tallos principales están completamente secos y esta se puede realizar con cosechadora o manualmente.

Se tienen reportes de rendimientos de 1,000 a 2,000 y hasta 5000 kg/ha, dependiendo de la especie y las condiciones de cultivo,

cantidades muy superior al del frijol (580-620kg/ha) y al de la soya (2000-2500 kg/ha) (16).

Actualmente se realizan estudios con la selección por rendimiento, calidad de las variedades existentes mediante métodos comparados de selección, por cruzamientos y por mutaciones (22).

JUSTIFICACIÓN

La desnutrición es un problema que afecta sobre todo a la población de países en desarrollo debido a una deficiencia en el consumo de proteína de buena calidad que son de alto costo para su producción.

Por lo que en los últimos años se han buscado fuentes alternativas de proteínas de buena calidad y a bajo costo, como son las leguminosas, las cuales poseen un alto contenido de proteínas que va del 17 al 30% y en ocasiones llegan hasta el 40%, además suplementadas con cereales brindan una proteína de tan buena calidad comparada con la de origen animal.

En Jalisco abundan especies silvestres del género *Lupinus*, que actualmente en diversos países se han domesticado y cultivado cuatro especies de este género representando una fuente rica en proteínas para consumo humano y animal; por lo que es necesario realizar estudios orientados a conocer y aprovechar el potencial alimenticio y nutricional de estos recursos naturales para poder considerarlos como un alimento alternativo sobre todo en poblaciones marginadas, ya que en muchos de estos lugares crecen los lupinos en forma espontánea.

HIPÓTESIS

Existen especies de *Lupinus* que son utilizadas en diversos países para consumo humano y animal por lo que los lupinos silvestres de Jalisco podrían representar un recurso vegetal con potencial alimenticio.

CUCEBA



BIBLIOTECA CENTRAL

OBJETIVOS

- 1.- Evaluar la distribución y localización de las especies de Lupinus en Jalisco.
- 2.- Seleccionar en base a su distribución y disponibilidad una especie de lupinus para estudiar su composición bromatológica.
- 3.- Realizar un análisis bromatológico a semilla, vaina y follaje de la especie seleccionada, para conocer su composición de humedad, materia seca, proteínas, grasa, fibra, minerales totales y carbohidratos (E.L.N.).

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevo a cabo en el laboratorio de Biotecnología Vegetal, Departamento de Botánica y Zoología, División de Ciencias Biológicas, U. de G.

Para conocer la localización de estas leguminosas en el Estado, se revisaron y consultaron ejemplares de las especies de *Lupinus* reportadas para Jalisco, y que se encuentran depositadas en el herbario IBUG, además se realizaron salidas de campo a los lugares donde crecen estas plantas.

Se colectaron muestras de plantas completas para su descripción e identificación botánica en base a su morfología y comparación con los ejemplares de herbario existentes, asimismo se recorrieron las localidades donde crecen estas leguminosas para valorar su abundancia, disponibilidad y al mismo tiempo sean accesibles para la realización del estudio.

Para la obtención de semillas maduras, las colectas se realizaron en diferentes localidades y durante la época de fructificación de las especies.

A la especie colectada se le separó el follaje, vainas y semillas maduras en forma manual, cada parte de la planta por separado y de las diferentes procedencias se sometieron a deshidratación a una temperatura constante de 60°C durante 48 h, una vez eliminada la humedad de las muestras, éstas se molieron en partículas de 0,5 cm

de diámetro, en un molino eléctrico de cuchillas para poderles realizar los análisis químicos proximales por duplicado, siguiendo las técnicas descritas en la A.O.A.C. (1980) (4), y conocer el contenido de humedad, que se calcula al deshidratar las muestras a peso constante; materia seca, por diferencia de la pérdida de humedad; proteína cruda, utilizando el método Kjendhal el cual determina el nitrógeno total y se usa el factor de corrección 6.25; grasa con el método Soxlet, que es una extracción liposoluble con solventes orgánicos (como extracto etéreo, hexano, etc.); fibra cruda, sometiendo las muestras a hidrólisis ácida y luego alcalina; minerales totales, como cenizas al calcinar y eliminar los compuestos orgánicos, y por último se determinaron los carbohidratos totales, expresados como extracto libre de nitrógeno por diferencia de la proteína, extracto etéreo, fibra y cenizas; estos análisis se practicaron a cada una de las partes de la planta ya mencionadas (semillas enteras, vainas y follaje).

RESULTADOS

LOCALIZACIÓN DE LAS ESPECIES DE Lupinus EN JALISCO

En la consulta de los ejemplares de herbario y en las salidas de campo, se pudo observar una amplia distribución de las especies de Lupinus en el Estado de Jalisco, en donde actualmente se tienen registradas 12 especies conocidas de este género, las cuales crecen en diversas localidades y además presentan una muy variada y amplia época de fructificación, en algunas especies (Cuadro 1).

Asimismo Lupinus reflexus Rose. fue de las especies con la mayor distribución ya que se localiza en los municipios de Cd, Guzmán, Sn. Gabriel, Tonila, Gómez Farias, Jalpa, Mascota, Mazamitla, Ojuelos, Sn. Juan de los Lagos y Chiquilistlán.

Las muestras colectadas y analizadas proceden de localidades de Cd. Guzmán, Sn. Gabriel, Tonila, Gómez Farias, Jalpa y Mascota, lugares donde esta especie es abundante y es componente de los bosques de Pino, Pino-Encino y de Abies.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE EN ESTUDIO

L. reflexus Rose. es una planta arbustiva o semiarbórea, que por lo general mide de 2 a 5 m de altura, presenta tallos gruesos de 7 a 25 cm de diámetro en la base. así como en las hojas, tallos y

ocasionalmente en la inflorescencia. Hojas compuestas con 7 a 10 foliolos cortos y pubescentes. Las brácteas son de forma lineal-lanceoladas, adpresas. Flores de color azul o moradas en ocasiones rojizas. El fruto es estrechamente oblongo, densamente piloso de 2.5 a 4.3 cm de largo y de 6 a 8 mm de ancho, posee pelos largos (de 2 a 4 mm de longitud) en las vainas, cada vaina produce de 5 a 8 semillas de forma ovalada y de color café claro.

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

En el Cuadro 2 se pueden observar los resultados del análisis químico realizado a L. reflexus procedente de las diferentes localidades, en donde se tiene que en las semillas, los rangos de valores de Humedad (H) se cuantificaron en 2 a 17.2 %, la Materia Seca (M.S.) fue de 82.8 a 98.0 %, Proteína Cruda (P.C.) en 31.1-38.8 %, Extracto etéreo (E.E.) 2.8-6.6 %, Fibra Cruda (F.C.) 15.2-15.7 %, Cenizas (C) 4.8-7.3 % y Carbohidratos o Extracto Libre de Nitrógeno (E.L.N.) de 32.2 a 45.6%.

Los valores de vaina en H oscilaron entre 6 y 17.4 %, la M.S. fue de 82.6 a 94.0 %, P.C. de 6.2-10.8 %, E.E. de 0.3-0.4 %, la F.C. fue de 50.9 a 51.2 %, C. en 2.6-4.1 % y 33.5-40 % de E.L.N. (Cuadro 2).

El follaje presentó los siguientes resultados: 80.0-80.4 % de H, 19.6-20.0 % de M.S., 3.6-17.3 % de P.C., 1.7-6.9 % de E.E., 16.6-23.5 % de F.C., 10.8-12.2 de C. y 48.4-59.1 % de E.L.N. (Cuadro 2).

Los resultados promediados para esta especie de Lupinus de todas las localidades colectadas y analizadas, para semillas fueron los siguientes: H de 11.3 %, M.S. en 88.7 %, P.C. 35.6 %, E.E. 4.7 %, F.C. 15.4 %, C. 5.9 % y E.L.N. de 53.9 % (Gráfica 1).

En las vainas se cuantificaron promedios de H, M.S., P.C., E.E., F.C., C. y E.L.N. de 11.8, 88.8, 92.8, 7.3, 0.3, 51.0, 3.5 y 37.1 % respectivamente (Gráfica 2).

El follaje reveló los siguientes porcentajes promedios: H. de 80.2, M.S. de 19.8, P.C. 9.3, E.E. 3.7, F.C. 20.0, C de 11.6 y E.L.N. 53.7 % (Gráfica 3).

DISTRIBUCION Y EPOCA DE FRUCTIFICACION
DE LAS ESPECIES DE *Lupinus* EN JALISCO.

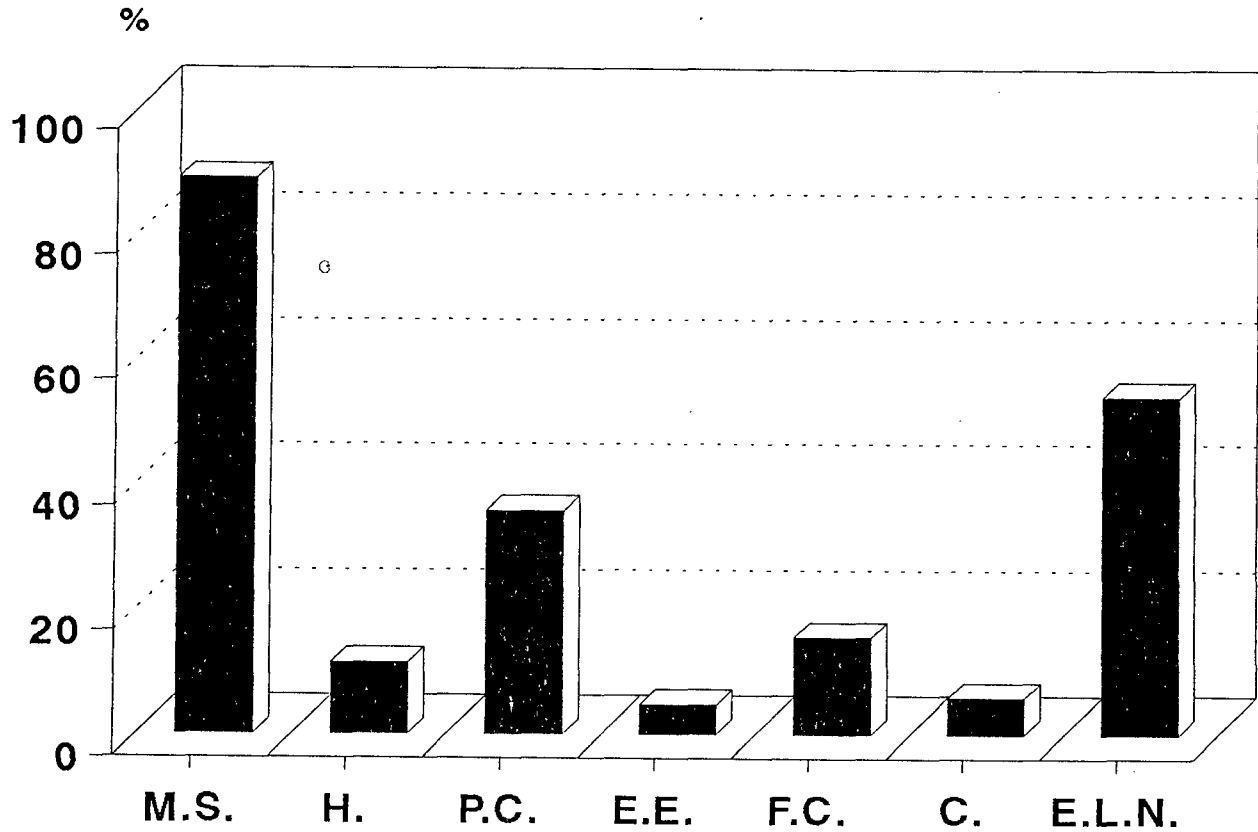
ESPECIE	LOCALIDAD	FRUCTIFICACION
<i>L. aschenbornii</i>	Autlán.	Sep-Ene
<i>L. elegans</i>	Autlán, Cd. Guzmán, Cuahutitlán, Gómez Farias, Mezquitic y Bolaños.	Nov-Sep
<i>L. exaltatus</i>	Sn. Gabriel, Cd. Guzmán, Tonila, Autlán, Tapalpa, Cuahutitlán, Tuxpan, Tecalitlán y Sayula.	Dic-Jul
<i>L. leptocarpus</i>	Mezquitic.	Ago-Oct
<i>L. madrensis</i>	Cuahutitlán, Bolaños, Talpa y Autlán.	Mar-May
<i>L. mexicanus</i>	Cd. Guzmán, Cuqio, Acatic, Arandas, Juanacatlán, Yahualica, Gómez Farias, Talpa, Lagos de Moreno, Teuchitlán, Ojuelos, Villa Obregón, Zapopán y Etzatlán.	May-Nov
<i>L. montanus</i>	Sn. Gabriel, Cd. Guzmán, Zapotitlán, Bolaños, Tonila y Mezquitic.	Jun-Nov
<i>L. reflexus</i>	Cd. Guzmán, Tonila, Sn. Gabriel, Talpa, Mascota, Mazamitla, Sn. Andres Ixtlán, Ojuelos, San Juan de los Lagos y Chiquilistlán.	Sep-Jul
<i>L. rotundiflorus</i>	Mascota, Talpa, Tapalpa, Cd. Guzmán.	Nov-Sep
<i>L. simulans</i>	Talpa.	Nov-Ene
<i>L. splendens</i>	Tuxpan, Jocotepec, Autlán, Tequila, Ameca y Mascota.	Nov-Feb
<i>L. stipulatus</i>	Talpa, Mazamitla, Tapalpa, Autlán, Zapopán y Mezquitic.	Oct-Mar

Cuadro 1

RANGOS DE LA COMPOSICION BROMATOLOGICA DE *L. reflexus*

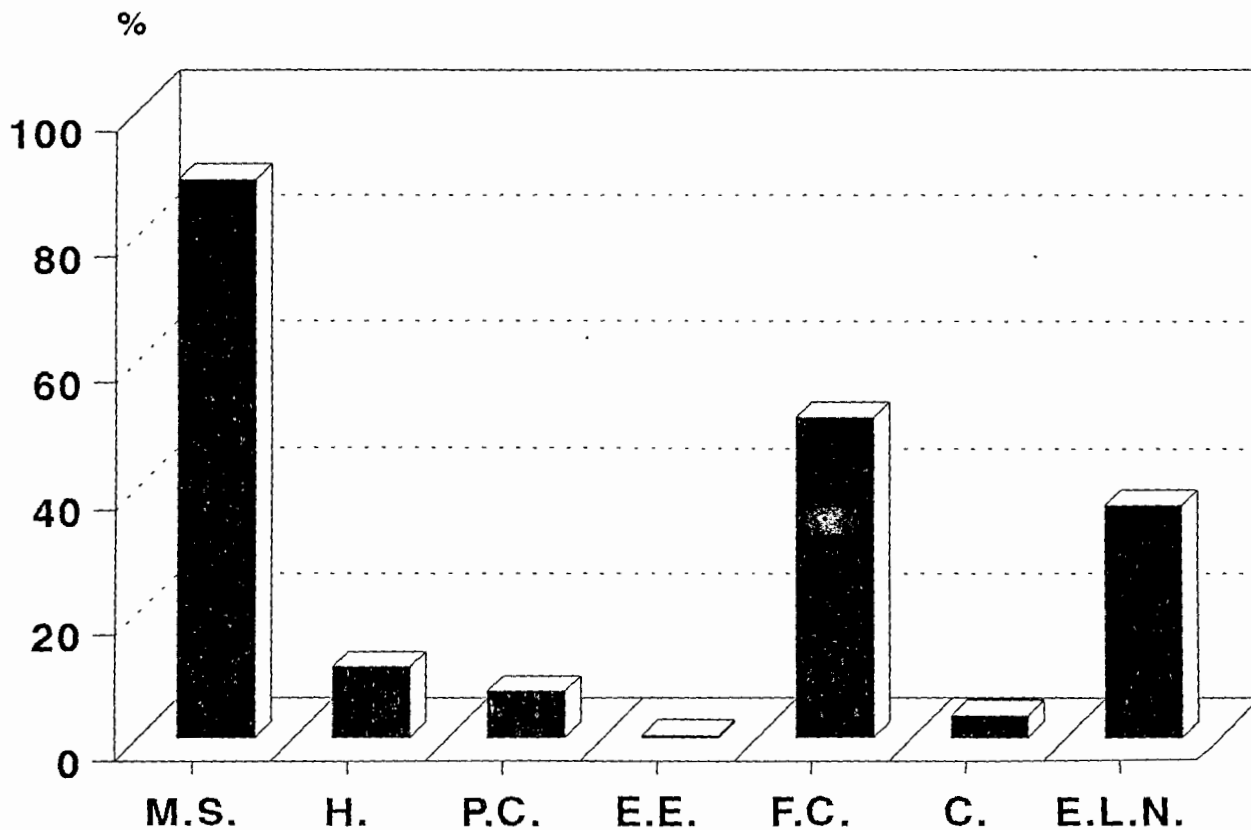
	SEMILLA	VAINA	FOLLAJE
%			
M.S.	82.8-98.0	82.6-94.0	19.6-20.0
H.	2.0-17.2	6.0-17.4	80.0-80.4
P.C.	31.1-38.8	6.2-10.8	3.6-17.3
E.E.	2.8-6.6	0.3-0.4	1.7-6.9
F.C.	15.2-15.7	50.9-51.2	16.6-23.5
C.	4.8-7.3	2.6-4.1	10.8-12.1
E.L.N.	32.2-45.6	33.5-40.0	48.4-59.1

COMPOSICION BROMATOLOGICA PROMEDIO DE SEMILLAS DE *Lupinus reflexus*



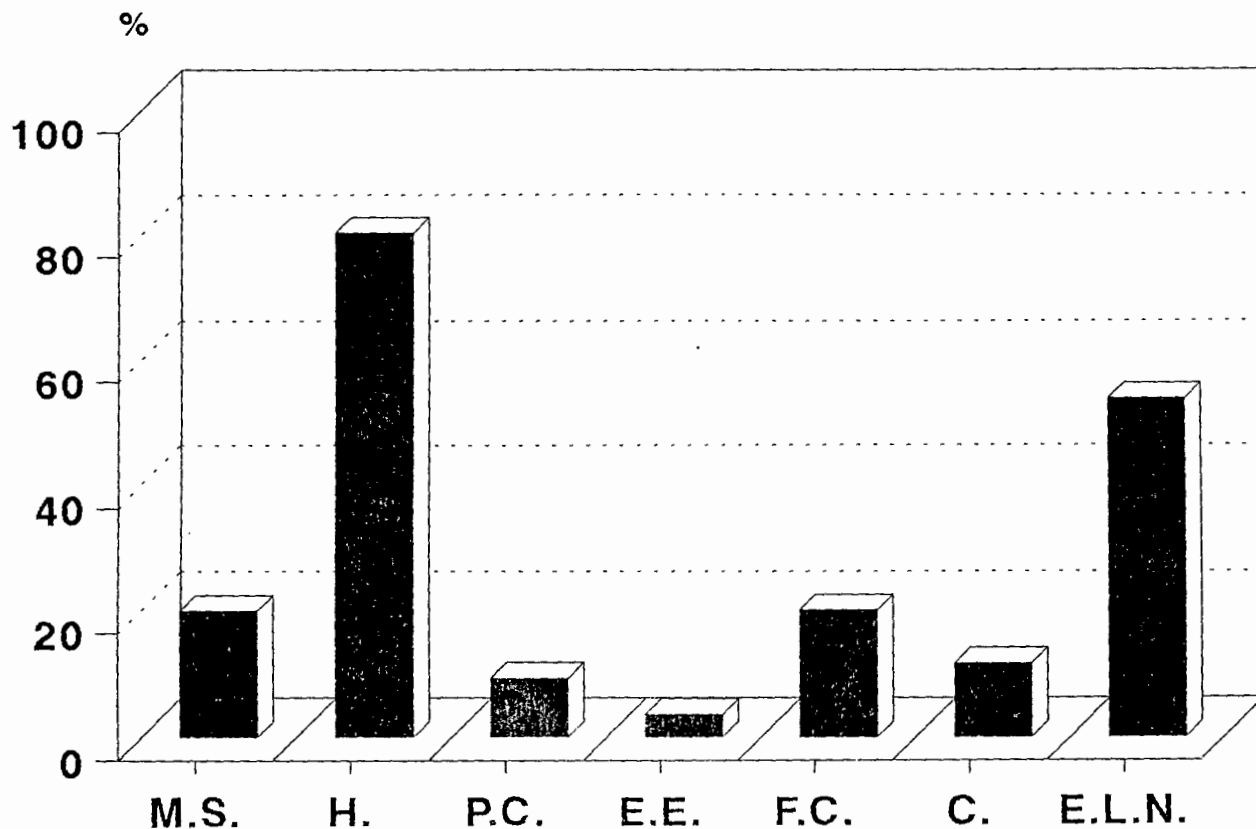
Gráfica 1

COMPOSICION BROMATOLOGICA PROMEDIO DE VAINAS DE *Lupinus reflexus*



Gráfica 2

COMPOSICION BROMATOLOGICA PROMEDIO DEL FOLLAJE DE *Lupinus reflexus*



Gráfica 3

DISCUSIÓN

Las plantas juegan un papel muy importante en la alimentación del hombre y sus animales domésticos, ya que se considera que hasta un 70 % de los alimentos que se consumen son de origen vegetal.

En países subdesarrollados existe una gran dependencia hacia los alimentos vegetales, ya que en estas partes, aproximadamente el 86 % del consumo proviene de productos agrícolas, en cambio en países desarrollados sólo se consume el 40 % de estos productos y el resto es destinado a la alimentación animal (33).

Después de las gramíneas las leguminosas son la segunda fuente de alimento para el hombre y los animales domésticos, sin embargo las leguminosas han desempeñado un papel importante en la dieta de millones de personas en el mundo y para muchas de ellas representan la principal fuente de proteínas (8).

En México se han realizado pocos estudios nutricionales con leguminosas silvestres para incorporarlas a la alimentación, por lo que en el Estado de Jalisco existe un gran desconocimiento del potencial nutricional de las leguminosas nativas, como las del género Lupinus (38).

Sin embargo, se debe de considerar que con las plantas que presentan algún uso potencial es necesario realizar un aprovechamiento sostenido de las poblaciones de estas especies silvestres para no

sobreexplotarlas y evitar una pérdida de estos recursos vegetales. Debido a esto se realizaron estudios para

conocer la abundancia y disponibilidad de las especies nativas de Lupinus.

Es así como en los estudios realizados se obtuvo que existen 12 especies reportadas de Lupinus cantidad similar a la que se reporta para el viejo mundo (34), lo que nos indica la riqueza de especies autóctonas que se pudiera estudiar con fines nutricionales.

La mayoría de las especies de lupinos crecen en abundancia en diversas localidades del Estado, donde no se les da prácticamente ninguna utilidad. Asimismo se tiene a L. reflexus como una de las especies más abundantes, que crece en un gran número de localidades y en los cuales se pudo observar que es una especie abundante, llegando en ocasiones a ser predominante.

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

Los rangos de valores del análisis químico en semillas, resulto muy amplio para H (2-17.2 %) y por consiguiente en M.S. (82.8-98.0 %), en cambio los valores, P.C. (31.1-38.8 %), E.E. (2.8-6.6 %), F.C. (15.2-15.7 %), C (4.8-7.3 %) y E.L.N. (32.2-45.6 %) fueron muy similares entre ellos.

También en las vainas se obtuvieron rangos anchos de H. y M.S. con 6-17.4 % y 82.6-94.0 % respectivamente y pocas variaciones en P.C. de 6.2-10.8 %, E.E. con 0.3-0.4 %, F.C.

de 50.9-51.2 %, C. de 2.6-4.1 % y E.L.N. con valores de 33.5-40.0 %

En el follaje se cuantificaron valores similares de todos los nutrientes.

Los valores promedio en semilla de P.C. y E.E. de los lupinos estudiados resultaron superiores a los que presentan la mayoría de leguminosas cultivadas a excepción de la soya, con valores de 40 y 18% de PC y EE respectivamente, y a los de otras leguminosas silvestres estudiadas, cuyos valores de P.C. son de 10.6-37.8% y EE de 0.7 a 6.3%, las concentraciones de H., M.S., F.C., C. y E.L.N. son similares a las de las leguminosas cultivadas y silvestres (3, 8, 14, 40), asimismo los resultados obtenidos coinciden con la composición proximal reportada en las especies de *Lupinus* cultivadas (16).

El follaje reveló contenidos de H. y M.S. similares a los que se presentan en leguminosas forrajeras (donde el follaje es el principal producto) como el trébol (con H y M.S. de 82 y 18 %) y la alfalfa (80 y 20 % de H y M.S.) (13, 42).

Las vainas mostraron valores promedios elevados de F.C. (51 %) esto es debido probablemente a la presencia característica de vellocidades altamente lignificadas, poco común en otras leguminosas, sin embargo su contenido de P.C. fue pobre (7.3 %).

Con los resultados obtenidos en las semillas, éstas podrían representar una fuente importante de proteínas, sin embargo se deben de realizar pruebas biológicas con animales de laboratorio para conocer

el valor nutricional real, así como su toxicidad debido a la presencia de alcaloides tóxicos y la forma de eliminarlos para poder incorporar a estas leguminosas a la alimentación humana o animal, ya que las leguminosas han figurado entre los principales alimentos de la humanidad, por lo que es necesario continuar con estudios para el aprovechamiento de los recursos vegetales con potencial alimenticio, así como formar sólidos programas de promoción de estos alimentos (26).

CONCLUSIONES

- 1.- Existe una amplia distribución de especies de Lupinus en el Estado de Jalisco en donde la mayoría crece en forma abundante en diversas localidades.
- 2.- Lupinus reflexus Rose es de las principales especies con mayor abundancia y disponibilidad en las diversas localidades donde crece.
- 3.- La semilla de L. reflexus resultó con altas concentraciones de proteínas superior a la mayoría de leguminosas utilizadas con fines alimenticios.
- 4.- El follaje reveló aceptables valores de proteínas, para poder utilizarse como planta forrajera.
- 5.- Se obtuvieron pobres resultados de proteína en las vainas, sin embargo ésta resultaron ser demasiado fibrosas, que sólo podrían ser aprovechadas por animales rumiantes.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguilera J.F. and Frier A. 1978. The revival of the lupin. Food Technol. 32: 70-76
- 2.- Agosin E., D. Diaz, R. Aravena and E. Yañez. 1989. Chemical and nutritional characterization of lupine tempeh. J. Food Sci. 52: 102-107.
- 3.- Akroyd y Doughthy. 1964. Las leguminosas en la alimentación humana. Ed. Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma, Italia.
- 4.- A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 13 st ed. Washington, U.S.A.
- 5.- Ballester D. R., Yañez, R. Garcia, S. Erazo, F. Lopez, E. Haardt, S. Cornejo, A. Lopez, J. Pokniak and Clinton O.C. 1980. Chemical composition, nutritive value and toxicological evaluation of two species of sweet lupine

(Lupinus albus and Lupinus luteus). J. Agric. Food Chem. 28: 402-405.

- 6.- Batterham E.S., Andersen L.M., Lowe R.F. and Darnell R.E. 1986. Effect of heat on the nutritional value of lupin (Lupinus angustifolius) seed meal for growing pigs. British Journal of Nutrition, 55: 169-177.
- 7.- Bourges R.H. 1979. Utilización directa de la soya en la alimentación humana. Cuadernos de Nutrición. 4: 69-75.
- 8.- Bourges R.H. 1987. Las leguminosas en la nutrición humana. Cuadernos de Nutrición 1: 17-32.
- 9.- Cubero J.J. y Moreno M.J. 1983. Leguminosas de grano. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- 10.- De la Cruz F.J. 1980. Experimental research in to lupine debittering technology. In: Proceedings of the First International Lupine Workshop. Agriculture and Nutritional Aspects of Lupins. Lima-Cuzco, Perú 12-21 april 1980. Published by: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. German Agency for Technical Cooperation (GIZ). Federal Republic of Germany.

- 11.- 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.
- 12.- FAO/OMS. 1989. El hambre en el mundo. Editado por: FAO/OMS. Dia Mundial de la alimentación. Roma, Italia.
- 13.- Flores M.J. 1991. Manual de alimentación animal. Vol. II. Cap. 6. Leguminosas. 1a edición. Ed. LIMUSA, México, pp. 413-518.
- 14.- Giral F., A. Sotelo, B. Lucas and A. de la Vega. 1978. Chemical composition and toxic factors content in fifteen leguminous seeds. Quart. J. Crude Drug Res. 16: 143-149.
- 15.- Guillame B., D.E. Otterby, J.G. Liss, M.D. Stern and D.G. Johnson. 1987. Comparison of sweet white lupin seed with soybean meal as a protein supplement for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 11: 2339-2348.
- 16.- Haq N. 1993. Underutilized crops. Pulses and vegetables. Edited by: J.J. Williams. Published by Chapman &

Hall. London, U.K.

- 17.- Halvorson J.C., M.A. Shehata and P. E. Waibel. 1983. White lupine and triticale as feedstuffs in diets for turkeys. Pultr. Sci. 62: 1038-1044.
- 18.- Herrera H., Núñez H., Molina B., Mermoud J. and Peña R. 1980. Feeding of rainbow trouts using lupine. In: Proceedings of the First International Lupine Workshop. Agriculture and Nutritional aspects of Lupins. Lima-Cuzco, Perú 12-21 april 1980. Published by: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. German Agency for Technical Cooperation (GIZ). Federal Republic of Germany.
- 19.- Hill G.D. 1977. The composition and nutritive value of lupin seed. Nutr. Abst. Rev., B. 47: 511-529.
- 20.- Isely D. 1982. Leguminosae and Homo sapiens. Econ. Bot. 36: 47-70.
- 21.- Jambrina A. J. 1980. Introducción al cultivo del Lupinus (altramuz). Editado por Comunicaciones I.N.I.A. Serie Producción vegetal. No 28. 18 pp. Madrid, España

- 22.- Jambrina A.J. 1983. La genética de los alcaloides en el género Lupinus (altramuz). Editado por comunicaciones I.N.I.A. Serie Producción vegetal. No 51. 12 pp. Madrid, España.
- 23.- Johnston P.N. and M.E. Uzcategui. 1988. Effect of Lupinus mutabilis (chocho or tarwi) on the lactation and growth of rabbits and ginea pigs. J. Anim. Sci. (suppl. 1): 334.
- 24.- Larbier M. 1980. Feeding value of sweet lupins (Lupinus albus) for laying hens. Arch. Geflugelk. 44: 224-228.
- 25.- Liener J.E. 1962. Toxic factors in edible legumes and their elimination. Am. J. Clin. Nutr. 11: 281-299.
- 26.- Martínez A.M.A. 1991. Cinco familias de plantas con potencial económico y genético para México. En: Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C.
- 27.- Maynard L.A., J.K. Loosli and H.F. Loosli. 1979. Nutrición animal. Ed. Mc Graw Hill. México.

- 28.- Mc. Vaught. 1987. *Flora Novogaliciana. V. Leguminosae. A descriptive account of the vascular plants of western Mexico. Ann Arbor The University Michigan Press. U.S.A.*
- 29.- Młodkowski M., Celejewska-Gębska J. and Młodkowska J. 1978. Nutritive value for broiler chickens of two new varieties of yellow lupin. Roczniki Nauk Rolniczych, 99: 19-27.
- 30.- Mulholland J.G., J.B. Coombe and P.R. Dann. 1976. Use of oat, lupin and field pea stubbles by grazing sheep. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 16: 467-471.
- 31.- National Academy of Science. 1979. Tropical legumes: resource for the future. Report of an ad hoc panel of the Advisory Committee on Technology Innovation. Washington, U.S.A.
- 32.- Olguin P.E. 1985. Producción de alimentos no convencionales para consumo animal. En: *Prospectivas de la biotecnología en México CONACYT*. p. 331-349.
- 33.- Paredes L.O., C. Odorica F., F. Guevara L. y M. Covarrubias A. Las proteínas vegetales: presente y futuro en la alimentación. En: *Prospectivas de la biotecnología en*

México. CONACYT. p. 331-349.

- 34.- Pazy B. 1980. Wild population of native mediterranean lupines. In: Proceedings of the First International Lupine Workshop. Agriculture and Nutritional Aspects of Lupins. Lima-Cuzco, Peru 12-21 april 1980. Published by: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. German Agency for Technical Cooperation (GTZ). Federal Republic of Germany.
- 35.- Pinedo M.A. 1988. Fuentes no tradicionales de alimentos y su empleo en las aves. Estudio recapitulativo 1980-1985. Tesis Profesional de Licenciatura. F.M.V.Z. U.N.A.M.
- 36.- Putman H.D. 1991. An interdisciplinary approach to the development of lupin as an alternative crop. In: Proceedings of the Second National Symposium. New Crops, Exploration, Research and Commercialization. Indianapolis, Indiana, October 6-9, 1991. John Wiley and Sons, Inc.
- 37.- Rodríguez R. y Ortega U. 1981. El chocho, Lupinus mutabilis sweet, en el Ecuador. Cien. y Nat. 22: 82-92.
- 38.- Ruiz L.M.A. y Zamora N.J.F. 1993. Potencial nutricional de las leguminosas silvestres de Jalisco. En:

Memoria del XII Congreso Mexicano de Botánica. Mer,
Yuc. 3-8 de oct.

- 39.- Simpson M.J. and R. McGibbon. 1982. White lupine in cultivation in Iberia. Econ. Bot. 36: 442-446.
- 40.- Sotelo L.A., B. Lucas, A. Uvalle and F. Giral. 1980. Chemical composition and toxic factors content of sixteen leguminous seeds. I. Quart. J. Crude Drug Res. 18: 9-16.
- 41.- Sotelo A. 1981. Leguminosas silvestres, reserva de proteínas para el futuro. Inf. Cient. y Tec. 3: 28-32.
- 42.- Tejada I de H., Berruero J.M. y Merino Z.H. 1980. Análisis bromatológico de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal. Tec. Pec. 38: 31-68.
- 43.- Uauy R. and Yañez E. 1983. Plant food for human protein nutrition: studies on soy, lupin and mixed vegetables source. Qual. Plan. Food Hum. Nutr. 33: 17-28.
- 44.- Vázquez M.J., Aguilera A., Ramírez P.J. 1987. Producción de alimentos balanceados en México. En: Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería,

Durango, 23-25 de Junio, 1987.

- 45.- Zamora N.J.F. y Ruiz L. M.A. Las leguminosas, su importancia en la alimentación humana y animal. Agroc. 21:8.