

**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**UNIDAD DE POSTGRADO**

**Las Especies de *Lupinus L.* (Fabaceae) y de sus  
simbiontes en el distrito de Corongo-Ancash**

**TESIS**

para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas

**AUTOR**

**Pedro Bernardo Lezama Asencio**

**ASESOR**

**José S. Gómez Carrión**

**Lima – Perú**

**2010**

*A mi esposa **Clorinda**, por su apoyo  
constante durante el desarrollo de mis  
actividades*

*A mis queridos hijos **Martha Karina** y **Pedro Alex**,  
fuentes de inspiración y apoyo para la culminación  
de este trabajo*

*A familiares y amigos que anónimamente siempre  
me brindaron su apoyo*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi maestro y Asesor de esta tesis, Doctor José Gómez Carrión, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por su constante apoyo y gestor de mi interés en el campo de las Bacterias Fijadoras de Nitrógeno.

Al Doctor Michael O. Dillon, del Field Museum de Chicago (USA), por el apoyo logístico, académico y bibliográfico brindados para la culminación de este estudio, y especialmente por brindarme el software NTsys. V. 2.2

Al Doctor Tomasz Stepkowski, del Institute of biorganic Chemistry, Polish Academy of Sciences de Polonia, por su gentil apoyo con bibliografía y material de investigación para las bacterias fijadoras de Nitrógeno.

A los Doctores Mario O. Aguilar (Instituto de Bioquímica y Biología Molecular de La Plata) y Alejandro Peticari (INTA, Castelar), Argentina; por su constante apoyo bibliográfico y dotación de cepas de rizobios, que permitieron la culminación de este trabajo de Tesis.

A los profesores del Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima, quienes contribuyeron en mi formación académica, de manera particular a los miembros del Jurado Informante de esta Tesis por sus valiosas sugerencias, que enriquecieron este trabajo.

A la Doctora Magda Chanco Estela, por su constante estímulo para la ejecución y sustentación de este trabajo, y sus invaluable sugerencias para mejorar la redacción de la misma.

A colegas y amigos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. De manera especial a Segundo Leiva González y Mario Benavente Palacios, por su valioso apoyo durante la ejecución y culminación de la Tesis.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	6
II. ÁREA DE ESTUDIO	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1 Material Biológico	28
3.2 Medios de cultivo	28
3.3 Métodos y Técnicas	28
IV. RESULTADOS	35
4.1 Tratamiento Sistemático	
Ubicación Taxonómica	35
Descripción de la Familia Fabaceae	35
Descripción del género <i>Lupinus</i>	36
Fenogramas obtenidos	40
Análisis de suelo	43
4.2 Clave para la identificación de las especies de <i>Lupinus</i> estudiadas en el Distrito de Corongo- Ancash	45
4.3 Descripción de las especies de <i>Lupinus</i>	49
V. DISCUSIÓN	89
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES	108

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109
ANEXOS	121
1. Composición del Medio de Cultivo YMA para rizobios	122
2. Descriptores para Lupinus	123
3. Descriptores para los Nódulos y rizobios	133
4. Matriz de datos para Lupinus	136
5. Matriz de datos para rizobios	139

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Altitud y coordenadas para las localidades de estudio en el distrito de Corongo – Ancash,	31
Tabla 2. Altitud, coordenadas y especies presentes en las localidades de estudio del distrito de Corongo - Ancash,	38
Tabla 3. Especies de <i>Lupinus</i> y sus rizobios colectadas en el distrito de Corongo – Ancash	39
Tabla 4. Análisis de suelo correspondientes a las localidades de colección de las especies de <i>Lupinus</i>	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del distrito de Corongo, provincia de Corongo, departamento de Ancash	26
Figura 2. Localización geográfica del distrito de Corongo, provincia de Corongo, departamento de Ancash	27
Figura 3. Zonas de distribución de las especies de <i>Lupinus</i> en el distrito de Corongo - Ancash	30
Figura 4. Fenograma para las especies de <i>Lupinus</i> obtenido del análisis de sus descriptores	41
Figura 5. Fenograma para las especies de <i>Lupinus</i> obtenido del análisis de los descriptores de los rizobios	42
Figura 6. Árbol de consenso estricto para <i>Lupinus</i> – rizobios obtenido a partir del análisis de ambos descriptores	42
Figura 7. Diversidad gamma, $\gamma$ , entre áreas de colección de <i>Lupinus</i> y sus nódulos	43
Figura 8. <i>L. brachypremnon</i> C.P Sm.	52
Figura 9. <i>L. paniculatus</i> Desr.	56
Figura 10. <i>L. subtomentosus</i> C.P. Sm.	60
Figura 11. <i>L. eriocladus</i> Ulbr.	64
Figura 12. <i>L. lindleyanus</i> J. Agardh	68

Figura 13. <i>L. weberbaueri</i> Ulbr.	72
Figura 14. <i>L. mutabilis</i> Sweet	76
Figura 15. <i>L. aff mutabilis</i>	80
Figura 16. <i>L. aridulus</i> C.P. Sm.	84
Figura 17. <i>L. carazensis</i> Ulbr.	88



## RESUMEN

El estudio del género *Lupinus* L. (Fabaceae) presenta un elevado número de especies y ha ocasionado muchas controversias en su taxonomía, razones que han motivado realizar el estudio de las especies de este género y sus simbiosis en el distrito de Corongo, provincia de Corongo, departamento de Ancash, no existiendo aún antecedentes de estudios semejantes en esta zona. Se colectaron muestras botánicas y nódulos bacterianos, realizando un análisis *in situ*, y en laboratorio, utilizando descriptores estandarizados. Con estos datos se confeccionaron matrices para las diez especies estudiadas del género *Lupinus*: *L. subtomentosus* C.P. Sm, *L. mutabilis* Sweet., *L. brachypremnon* C.P Sm, *L. carazensis* Ulbr., *L. lindleyanus* J. Agardh, *L. aff mutabilis*, *L. eriocladus* Ulbr, *L. aridulus* C.P. Sm, *L. weberbaueri* Ulbr., *L. paniculatus* Desr; y sus correspondientes bacterias simbióticas; siete de las cuales pertenecen al género *Bradyrhizobium* y tres a *Mesorhizobium*, obteniéndose fenogramas independientes, para luego generar un árbol de consenso, usando para cada caso el algoritmo UPGMA con el software NTSys 2.2, con cuyo análisis se llega a la conclusión de que las características de los nódulos bacterianos y sus simbiosis podrían ser usados para mejorar los estudios taxonómicos del género *Lupinus*, al menos bajo las condiciones de estudio. Así mismo, se amplía el área de distribución de *L. aridulus* para la zona de estudio en el departamento de Ancash.

**Palabras clave:** *Bradyrhizobium*, *Lupinus*, *Mesorhizobium*, nódulos bacterianos, simbiosis, UPGMA.

## ABSTRACT

While many botanical groups have received study, some plant genera lack complete information on their number of species. Such is the case with the genus *Lupinus* L. (Fabaceae), which has many described species and their taxonomy remains controversial. With this a background, we have investigated studies into the diversity of *Lupinus* species and their symbiotic bacteria in the District of Corongo, Province Corongo in the Department of Ancash on the western slope of the Andes in northern Peru. Both botanical and bacterial nodules samples were collected, including an *in situ* analysis, and subsequently in the laboratory using standardized descriptors. Using these data, a matrix was constructed for ten species of *Lupinus*: *L. subtomentosus* C.P. Sm, *L. mutabilis* Sweet., *L. brachypremnon* C.P Sm, *L. carazensis* Ulbr., *L. lindleyanus* J. Agardh, *L. aff mutabilis*, *L. eriocladus* Ulbr, *L. aridulus* C.P. Sm, *L. weberbaueri* Ulbr., *L. paniculatus* Desr; and their nodules and bacteria, usually *Bradyrhizobium* but three species with *Mesorhizobium* also. Phenograms for each were generated and a consensus tree constructed using the algorithm UPGMA of NTsys 2.2 software. Our analysis suggest that nodules and their characteristic bacteria may be useful as additional taxonomic markers, at least under these specific study conditions. Besides, the distribution area for *L. Aridulus* is extended to District of Corongo – Ancash.

**Key words:** *Bradyrhizobium*, *Lupinus*, *Mesorhizobium*, bacterial nodules, symbiosis, UPGMA

## I. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad tiene diferentes acepciones, sobre todo dado el interés para su conservación, pero existe concordancia en que ésta involucra la variedad y variabilidad entre los organismos vivos y la complejidad ecológica en la que ellos ocurren. De manera clásica, se refiere a la riqueza o número de especies, contextualizado como diversidad alfa; y a nivel molecular la variabilidad genética que se presenta a nivel intraespecífico, constituyendo la fuente primordial para la evolución de las especies, esto es la diversidad genética; y a un nivel superior la biodiversidad se refiere a las variaciones entre los ecosistemas y las interrelaciones que entre ellas existe, denominándose a ella diversidad beta, y desarrollado en la heterogeneidad geográfica, o diversidad gamma (Primack, 2004), por lo tanto su desarrollo está influenciado por los procesos naturales que se presentan y por acción del ser humano (Halffter, 2005).

La biodiversidad no es uniforme en todas las regiones del orbe, por el contrario existen zonas con un elevado número de especies endémicas llamadas "Hotspot", localizados generalmente en los trópicos, en zonas históricamente limitadas al impacto humano y generalmente muy productivas, aunque como resultado del crecimiento de la población humana y el impacto que ellas ocasionan cada día se está deteriorando, amenazando la estabilidad de la diversidad biológica (Myers et al., 2000). En este contexto, el Perú está considerado como un país megadiverso por su alta diversidad biológica y gran variabilidad de

ecosistemas; razones suficientes para que pese a los estudios hasta ahora realizados, no conozcamos con certeza el número real de especies que habitan en nuestro país, haciéndose imprescindible continuar trabajos de esta naturaleza.

En los vegetales, la división Magnoliophyta, o plantas con flores son el grupo más grande de plantas, con aproximadamente 250,000 especies (WCMC, 2007), de ellas Fabaceae, es la tercera familia más grande, con aproximadamente 750 géneros y más de 20,000 especies (ILDIS, 2007), de gran importancia económica para actividades de tala, drogas, alimentos, medicamentos (Linderman & Glover, 1996), fertilizante, leña, sistemas agroforestales, entre otras (Giller & Vargas, 1996). Las fabaceas al igual que otros grupos de plantas, se distribuyen también de acuerdo a fenómenos geográficos y climáticos, creciendo desde el nivel del mar hasta sobre los 4 800 m (Barneby, 1989). Dentro de esta familia, el género *Lupinus* es cosmopolita y se distribuye en una variedad de hábitats, pero concentrándose en el Mediterráneo – África (Hemisferio oriental) y en América (Hemisferio occidental), de ellos en esta última región se encuentra el mayor número de especies, y con su máxima diversidad en el Perú debido entre otros factores a la influencia de la Cordillera de los Andes (Kurlovich, 2002). Hasta la fecha, no se conoce exactamente el total de especies que habitan en esta zona, la misma puede deberse a la inaccesibilidad de algunos lugares donde estas plantas crecen, falta de trabajos científicos, amplitud en la variabilidad, estrechez en la variabilidad de caracteres, área demasiado extensa y literatura inconsistente (Kurlovich, 2002).

Una particularidad de las fabaceas es la simbiosis que establecen con ciertas bacterias fijadoras de nitrógeno, teniendo una vital contribución en la

productividad del suelo (García & Döbereiner, 1992), puesto que el nitrógeno, elemento indispensable para la nutrición vegetal, pese a su abundancia en la atmósfera (78%), se halla en cantidades deficientes en los suelos tropicales y subtropicales (Larcher, 1995).

A la fijación biológica de nitrógeno (FBN) se considera como una gran alternativa para lograr una agricultura sostenible, y la Familia Fabaceae incluye diversidad de géneros y especies que realizan dicho proceso (Campillo et al., 2003). El género *Lupinus* es sin duda uno de los mejores que participa activamente en el sistema de FBN (Kurlovich et al., 2002), habiéndose comprobado que es nodulado por el género bacteriano *Bradyrhizobium*, y probablemente *Mesorhizobium*, ambos con cepas específicas para las especies o al menos para los grupos, pudiéndose usar como un marcador taxonómico (Graham & Vance, 2000).

El Perú no cuenta con trabajos completos sobre la diversidad de *Lupinus*; sin embargo, las cifras existentes están basados principalmente en acopios bibliográficos de diversos trabajos publicados desde Flora of Perú hasta los más recientes; así tenemos un reporte de 183 especies (Brako & Zarucchi, 1993), aunque análisis posteriores han demostrado que existen muchas sinonimias, e incluso controversias en las identificaciones realizadas por los taxónomos, hecho que se visualiza en las etiquetas de los herbarios revisados; por ello, por razones de sustento bibliográfico los análisis de las especies se han efectuado tomando como base los trabajos de Flora of Peru, del Field Museum y la del Missouri Botanical Garden y su base de datos correspondiente (Brako & Zarucchi, 1993); por ello se estima que con el uso de técnicas moleculares el total de especies se

reduciría aproximadamente a 100 (Stepkowski, 2007. Com. Per.). El problema se acentúa por la capacidad de *Lupinus* de generar híbridos específicos, y sobre todo la falta de un diagnóstico preciso de sus principales características (Kurlovich et al., 1990), por lo que para un mejor entendimiento y diagnóstico adecuado, y así clarificar su taxonomía y sistemática es necesario usar más de un criterio, tales como estudios morfológicos, fitoquímicos, y moleculares (Bermúdez et al., 2002); mucho menos se ha investigado los aspectos de la simbiosis rizobio-lupino, por lo que se hace prioritario esclarecer el número real de las especies y su distribución.

Considerando que en nuestro país la taxonomía del género *Lupinus* es aún controversial, salvo ciertas investigaciones agronómicas y nutricionales para la especie cultivada *Lupinus mutabilis* pero sin mayores datos sobre la diversidad de sus simbiosis, es posible que, los estudios morfo-taxonómicos de las especies de *Lupinus* relacionándolos con la de sus simbiosis, podría dilucidar al menos en parte, los problemas taxonómicos del género (Kurlovich, 1990; Kurlovich et al., 2002), toda vez que , analizando los caracteres morfológicos, fisiológicos y bioquímicos de las cepas microbianas que nodulan a un género o especie se dan los pasos iniciales para un mejor conocimiento taxonómico, y su posterior estudio y confirmación molecular, con cuyos resultados puede efectuarse estudios filogenéticos y biogeográficos (Iribarne et al., 1998), dando lugar a la taxonomía polifásica (Weir, 2007)

Hasta la actualidad, tenemos datos controversiales, por lo que se hace indispensable estudiar la diversidad genética de estas cepas principalmente aquellas con alta efectividad en la FBN (Gram & Vance, 2000), y usarlas posteriormente como ayuda para fertilizar los terrenos de cultivo, ya que *Lupinus*

crece y desarrolla en ambientes altoandinos con gran facilidad y sobre todo dado la tendencia actual de disminuir en lo posible la aplicación de agroquímicos en la agricultura.

Dado las dificultades para conocer el número real de especies del género *Lupinus* y de sus simbioses, y observando su presencia en el distrito de Corongo, departamento de Ancash, y no existiendo trabajos de esta naturaleza en la zona, e incluso en el país, se ha planteado el siguiente problema: ¿Cuáles son las especies del género *Lupinus* L. y sus simbioses en el distrito de Corongo, provincia de Corongo, Departamento de Ancash?

Para el desarrollo de la presente investigación, se ha planteado el siguiente objetivo:

- Estudiar las especies de *Lupinus* L. y sus simbioses en el distrito de Corongo - Ancash.

## **ANTECEDENTES**

Una forma elemental y básica de medir la biodiversidad es por el número de especies, y a la fecha se han descrito aproximadamente 1,75 millones de especies. Sin embargo, se estima que el número real fluctúe entre 3,6 millones a más de 100 millones de especies (The Royal Society, 2003), de ellas muchas se han extinguido aún sin haberse descrito, y pocas deben estar surgiendo debido al intercambio de genes y los procesos de especiación (Master et al., 2000), complicando con ello el conocimiento de la diversidad biológica en su verdadera dimensión (Achard, 2002).

Durante la última centuria, la erosión de la biodiversidad ha ido en incremento, con tasas de extinción de hasta 200 especies por día, lo cual representa cientos de veces mayores que en el pasado (Gentry, 1995). En vegetales se estima que uno de cada ocho especies están amenazadas con la extinción, debido principalmente a la tala excesiva y la consiguiente deforestación desmedidas, dando lugar a la destrucción de hábitats (Jørgensen & León-Yáñez, 1999), lo cual traería como consecuencia una práctica ecológica no sustentable, considerando también la baja tasa de la especiación, y el avance de las tasas de extinción por actividad humana, al transformar los diversos hábitat en pasturas, tierras de cultivo, huertos, fincas (Primack, 2004).

Las fabáceas son cultivos de suma importancia por su aporte en la alimentación humana y animal, dado su alta calidad nutritiva y elevado contenido



proteico. Son también importantes dentro de la práctica de rotación de cultivos, debido a que incrementan el nitrógeno del suelo, disponible para cultivos de especies que no son fabáceas en campañas agrícolas posteriores, favoreciendo de esta manera la economía de los agricultores (Grierson & Covey, 1997).

Las plantas para su nutrición necesitan nitrógeno como macronutriente, pero pese a su abundancia en la atmósfera (78%), se halla en cantidades deficientes en los suelos tropicales y subtropicales ya que rápidamente es eliminado por procesos de nitrificación, desnitrificación, lixiviación (Larcher, 1995), y volatilización de amonio (Soule & Piper, 1994); más aún, a diferencia de otros nutrientes no puede ser reemplazado por la descomposición de las rocas o partículas del suelo, pudiendo incorporarse al suelo por una serie de fenómenos físicos tales como las radiaciones ionizantes, descargas eléctricas y precipitaciones (Dixon & Wheeler, 1993). También se incorpora por el proceso denominado Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN), a través de algunas bacterias y hongos (Mohr & Schopfer, 1995), ya sea en forma libre como *Clostridium pasteurianum*, *Azotobacter spp.*, *Oscillatoria spp.*, *Nostoc spp.*, *Anabaena spp.*; o simbióticamente como es el caso de la Familia Fabaceae con bacterias Gram negativas del orden Rhizobiales (Larcher, 1995); los cuales presentan una gran variedad de cepas y estirpes (Weir, 2006), cuyas poblaciones pueden haberse formado por selección, mutación o deriva génica (Kozusny & Lemos, 1992).

Conocemos que, en las especies vegetales que fijan nitrógeno, ya sea en forma simbiótica, por asociación o de vida libre, el proceso de FBN y su eficiencia son el resultado de una compleja interacción genéticamente controlada entre los organismos involucrados y el medio ambiente (Olmedo et al., 1992), siendo los

factores ambientales, principalmente las del suelo, los limitantes de la simbiosis, la misma que se traducirá posteriormente en una nodulación efectiva (Singleton, 1986), o fijación efectiva por aquellos de vida libre, tal como el género *Azospirillum* (Dixon & Wheeler, 1993), que actúan principalmente en asociación con gramíneas (Döbereiner, 1993).

La FBN es un proceso biológico catalizado por la nitrogenasa, que reduce el  $N_2$  a  $NH_4^+$ , la cual está sujeta a regulación por el estatus de nitrógeno, las mismas que están correlacionadas de manera negativa, así como la razón C:N en la raíz, tallo y los nódulos, las que muestran una correlación positiva; aunque obviamente la eficiencia de todo ello está sujeta a los genotipos bacterianos y vegetales (Bacanamwo & Harper, 1996). Además, las fabáceas pueden utilizar el  $NO_3^-$  de la solución del suelo, previa reducción catalizada por la enzima nitrato reductasa, existiendo un efecto inhibitorio del nitrato sobre la fijación biológica de nitrógeno y la incidencia de la nodulación y el metabolismo del nitrato (Arias & Sagardoy, 1987).

El uso de la FBN ha viabilizado económicamente el cultivo de diversas fabáceas, ya que el nitrógeno tiene mayor efecto en la dinámica de la descomposición de la materia orgánica y en el crecimiento del cultivo (Franco, 1996). En sistemas productivos, la introducción de bacterias diazotróficas asume un papel importante, no solamente como fijadoras de nitrógeno, sino también como fuente de biodiversidad, otro pilar de la sustentabilidad; por ello los genes, las especies, y los otros componentes de la biodiversidad son inseparables de los procesos ecológicos y evolutivos (Reid & Miller, 1994).

Dentro de la Familia Fabaceae Lindl., uno de los géneros de importancia

es *Lupinus* L., con alrededor de 200 especies en el continente americano y por lo tanto con mayor diversidad genética que las especies europeas (Barrera et al., 1996), que cuenta aproximadamente con 100 especies; de las cuales, hasta ahora han sido domesticadas solamente cuatro especies; tres de ellas *L. albus*, *L. luteus* y *L. angustifolius* tienen su centro de origen en la región del mediterráneo y *L. mutabilis* Sweet en Sud América (Gladstones, 1972). Esta última es comestible, denominado comúnmente "chocho" o "tarwi", es una especie agrícola ancestral, y cultivado desde hace aproximadamente 2,000 años y probablemente ha sido la fuente para la nutrición proteica del poblador andino (Gross, 1988), ya que su contenido proteico en semillas secas oscila entre 40 - 45%, además de otros elementos nutritivos como grasas y carbohidratos (Nat. Res. Counc., 1989), habiéndose determinado también que el aceite de tarwi tiene efectos antioxidantes, dado su contenido en beta carotenos y tocoferol (Msika et al., 1998). En las semillas de *Lupinus albus* se han encontrado un nivel elevado de ácido linoleico (17%) y linolénico (9%), y en Chile se usa y comercializa la harina de esta especie y *L. angustifolius* para sustituir parcialmente la harina de pescado en la preparación de dietas para estadios juveniles de truchas (Serrano, 2004).

Actualmente, solo *L. albus*, *L. luteus* y *L. angustifolius* tienen valor comercial para la preparación de alimentos para ganado (Nelson & Delane, 1990), y muy poco para el hombre ya que presentan alcaloides que le confieren un sabor amargo. Por ello, los esfuerzos están centrados en obtener cultivares comerciales con bajo contenido de estas sustancias, cuyo logro ha sido la obtención de variedades de *L. albus* y *L. angustifolius* en Australia con 0,007-0,022%, y 0,008-0,010% de alcaloides respectivamente (Pettersson et al., 1997), considerándose

desde entonces una alternativa para la preparación de salsas, harinas, panes, queques y pasta (Pearson & Carr, 1977). A partir de esos logros, actualmente Australia es el más grande productor y exportador de granos de *L. angustifolius* y *L. albus* con un promedio de 1,5 millones de toneladas entre 1999-2006 (Martínez et al., 2006).

Además, a diferencia de otras fabáceas, no contiene lectinas ni inhibidores de proteasas (Eggum et al., 1993), tampoco factores antinutricionales, o sus niveles son más bajos, tales como, inhibidores de tripsina, ácido fítico, taninos, saponinas, por lo cual puede ser incorporado a los alimentos, con ventajas incluso en relación a la soya (Brebaum & Boland, 1995).

Dadas las bondades de la harina de "chocho", actualmente están en ejecución investigaciones en diversos países, tales como Inglaterra, Chile, Polonia, Rusia, Sud África, Alemania, e inclusive Australia, principalmente por su riqueza en lisina, de tal modo que se incorpore a la alimentación humana (Nat. Res. Counc., 1989) y en México, Polonia, Argentina se está investigando la diversidad de rizobios simbiotes (Barrera et al., 1996), habiéndose ya reportado en trabajos europeos, la aplicación de sus alcaloides y quinolonas para el tratamiento de afecciones cardíacas y como antioxidante (Msika et al., 1998); confiriéndole también resistencia contra herbívoros y microorganismos patógenos (Bermúdez et al., 2002); así mismo muestran acción hipocolesterolémica (Martins et al., 2005), como larvicida para algunas especies de lepidópteros, y para la eliminación de ectoparásitos (Nat. Res. Counc., 1989)

El poblador de la zona andina en su afán de producir más, muchas veces ha descuidado las prácticas agronómicas tradicionales, haciendo uso por el contrario

de tecnología importada e inadecuada, causando con ello el deterioro y empobrecimiento del suelo traducido en una baja fertilidad, por ello la utilización de fabáceas como abono verde, ha sido una de las alternativas más usadas para restablecer o mantener la fertilidad de los suelos (Hernández et al., 1996).

Es de conocimiento general, que existen ciertas regiones en la tierra que son particularmente ricas en variabilidad genética de plantas, fenómeno relacionado con las formas ancestrales de las especies. Estas regiones denominadas Centros de origen, diversidad o genético, generalmente son áreas casi aisladas, entre las cuales está restringido el intercambio genético, de allí que se usan en programas de mejoramiento genético de los cultivos para introducir genes de resistencia deseados en una población, a partir de su pool de genes cuya interacción con el ambiente expresa los caracteres morfológicos, fisiológicos, anatómicos y bioquímicos del individuo (Primack, 2004).

Estos centros genéticos de plantas son también fuentes muy importantes para la variabilidad genética de la FBN; ya sea respecto al macrosimbionte (planta huésped), así como el microsimbionte (rizobio), estando bien establecido que nuestros actuales cultivares tienen una base genética estrecha, debido al uso de un número limitado de genotipos exitosos en los programas de mejoramiento, basado en cepas aisladas de cultivares modernos (Lie et al., 1996).

Conocemos que, el proceso de simbiosis de los microorganismos y la planta es una relación gen a gen (Reid & Miller, 1994), y a pesar que muchos suelos ya contienen poblaciones indígenas de rizobios compatibles y eficientes en la FBN con el chocho (Gómez, 1995), una alternativa sería la inoculación de las semillas al momento de la siembra y mejorar la fijación de nitrógeno (Gómez, 1998). Por ello,

no conociendo de estudios de distribución y diversidad de rizobios que nodulan a especies del género *Lupinus* es necesario caracterizarlos adecuadamente a fin de seleccionar la cepa más eficiente para cada especie a fin de optimizar su FBN; logrando con ello las siguientes ventajas:

- a. **Desde el punto de vista agronómico**, el género *Lupinus* tienen un enorme potencial como mejoradores del suelo al incrementar la cantidad de nitrógeno en el suelo, y como abono verde (Barrera et al., 1996), ya que estudios de campo han demostrado que *L. mutabilis* es capaz de fijar alrededor de 200 Kg de nitrógeno por hectárea (Altieri & Merrick, 1994), alcanzando de manera experimental una producción de hasta 7,000 kg/ha. (Mujica, 1994), y desde los albores de nuestra civilización se utilizan cultivos asociados, práctica que hasta la fecha se mantiene (Hernández et al., 1996) y en la zona andina de nuestro país es común la asociación frejol - maíz. Por lo tanto, el cultivo de chocho con una óptima fijación de nitrógeno sería una alternativa para rotación de cultivos y cultivos asociados. Así mismo, se ha demostrado que los rizobios son capaces de participar en la biorremediación del suelo al eliminar residuos de insecticidas organofosforados (McGrath et al., 1998); con ello se estaría desarrollando una agricultura basada en principios ecológicos, manteniendo la diversidad biológica, y en el futuro, permitiría restaurar los efectos nocivos de la sequía, salinidad, y daño de pesticidas (Leung et al., 2000); incluso con la posibilidad de incrementar la eficiencia de FBN seleccionado cepas, o por transferencia de genes (u operones) que coadyuven en este proceso permitiendo su utilización en la fertilización agrícola (de Bruijn, 1994), reduciendo así los problemas de contaminación que

ocasionan los fertilizantes químicos sintéticos; puesto que se sabe que del total de los fertilizantes nitrogenados adicionados al suelo tan solo es absorbido entre un 45 - 55%, perdiéndose el resto por percolación y/o mineralización. Por eso, se estaría contribuyendo a una mejor conservación del suelo y con ello a la preservación de nuestro ambiente (Larcher, 1995); más aún, en los rizobios se están identificando una serie de compuestos agrupados bajo la nominación PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*), que actúan incrementando la producción vegetal a través de la actividad de sideróforos, antibióticos, fitohormonas y acción antifúngica (Soria et al., 1996).

- b. **Desde el punto de vista económico**, aplicando lo anterior, el egreso que genera un agricultor para la fertilización sería mucho menor, lo cual se traduciría inclusive en menor deterioro de sus terrenos de cultivo. Así mismo, dado su contenido en aceites y ácidos grasos esenciales, obteniendo una óptima producción, podría industrializarse y luego comercializarse tal como se hace con el de soya, semilla de girasol, maíz, olivo y otros, constituyéndose en fuente potencial de ingreso para los agricultores y la constitución de pequeñas empresas agroindustriales.
- c. **Desde el punto de vista nutricional**, dado su riqueza en proteínas, básicamente aminoácidos esenciales, aceites y carbohidratos, el consumo del chocho es una alternativa frente a los problemas de desnutrición, no solamente para el poblador andino, sino para la población en general, ya que se puede obtener diversos productos derivados; e inclusive para la preparación de alimentos para animales.
- d. **Desde el punto de vista científico**; a través de los estudios genéticos

sabemos que la simbiosis entre fabáceas y bacterias noduladoras de la raíz, presentan una serie de etapas estrechamente relacionadas, producto de una coevolución, por lo cual existe especificidad al menos entre algunas asociaciones, aunque otras son menos específicas (Thompson, 2003). Desde un punto de vista taxonómico, las investigaciones se han concentrado geográficamente al denominado Viejo Mundo, Norte América, Argentina y especies brasileñas unifoliadas, por lo que la diversidad específica en México, y países andinos como Perú, Bolivia, Ecuador, son poco conocidos o están incompletos, dando lugar a muchos nombres específicos no válidos. Los dos tercios de los aproximadamente 1,800 nombres específicos han sido propuestos por Smith en *Species Lupinorum*, desconociéndose el real número de especies, aunque se estima debe fluctuar entre 150 – 600 (Hughes, 2001).

De manera general, las investigaciones del Field Museum a través de su Programa “Flora of Peru”, registra para nuestro país 84 especies del género *Lupinus* (Macbride, 1943), y publicaciones más recientes han reportado 183 especies (Brako & Zarucchi, 1993). Para Europa, se tienen registradas 99 especies (Stepkowski et al., 2007), lo cual indica la versatilidad en la literatura y las controversias existentes para las especies de este género. Lo que sí se conoce es que, tiene amplia distribución geográfica y ocupa diversos hábitats (Gladstones, 1998), concentrándose en dos grandes regiones del hemisferio oriental y occidental (Kurlovich et al., 2002), y si consideramos que, las diversas especies asociadas con otras de manera interespecífica han coevolucionado, sobre todo bacterias, hongos, insectos y sus hospederos (Thompson, 2003), *Lupinus* no sería la excepción, puesto que la simbiosis entre fabáceas y sus bacterias fijadoras de



nitrógeno son altamente especializadas desde un punto de vista filogenético, genético y ontogénico, toda vez que es una coevolución dinámica, y los patrones de especialización pueden haberse obtenido a partir de los centros de origen, pero dado los caracteres climáticos particulares en los centros de distribución le han conferido una estrecha coevolución (Thompson, 2003).

A nivel internacional, uno de los primeros investigadores que emprendió la necesidad de coleccionar, estudiar y preservar las especies fue Vavilov, sobre todo en las regiones agrícolas, con especial énfasis en las fabáceas en general y el género *Lupinus* en particular considerándolo como una fuente de proteínas y un medio de incrementar la fertilidad del suelo (Kartuzova & Kurlovich, 2002), ya que esto es un problema de alta prioridad en las ciencias biológicas y agrícolas para el desarrollo de una agricultura sostenible (Kurlovich et al., 2002). Trabajos de esta naturaleza han permitido obtener los primeros conocimientos sobre diversidad, producto del análisis en diversas condiciones ecogeográficas, debidamente sistematizadas y preservadas, las que posteriormente han servido como modelo para que el establecimiento de los centros de origen y distribución de las especies.

Para las plantas cultivadas, el desarrollo de centros de diversidad está condicionado por la existencia de especies capaces de ser introducidas en determinada área, y la presencia de una civilización ya establecida en dicha zona. Ambas condiciones para *Lupinus*, están presentes en la región del Mediterráneo y el continente americano, sobre todo el actual territorio de Perú (Kyle, 1994), donde se desarrolla *Lupinus mutabilis*, corroborado con estudios de impresión de sus hojas en fósiles, que datan de los siglos VI y VII antes de Cristo (Kartuzova & Kurlovich, 2002), pese a que la morfología de sus semillas no era igual a la actual,

aunque desde entonces eran más grandes que sus pares silvestres, lo cual sería una prueba que fue introducido como planta cultivada (Kurlovich et al., 2002), a partir de las cuáles se han mejorado sus características y propiedades biológicas por selección masal y cruzamientos, tendientes sobre todo a mejorar sus caracteres organolépticos, ya que como género presentan una serie de sustancias tóxicas, sobre todo en su forma silvestre, como el caso de alcaloides que le confieren un sabor amargo (Kartuzova & Kurlovich, 2002), razón por la que en los tiempos modernos se está empleando la biotecnología para reducir el contenido de los mismos. Este proceso de domesticación, las variantes biogeográficas y microambientales han dado lugar probablemente a la generación de complejos patrones morfológicas, dificultando aun más el conocimiento del género *Lupinus* (Dunn, 1984), reflejado en la literatura dispersa y confusa, lo cual significa que la delimitación y descripción de especies debe efectuarse no solo desde un punto de vista geográfico, sino también con datos filogenéticos y de domesticación. Entre ellos se tienen la revisión regional de las especies andinas efectuada por Barneby, con material almacenado en The New York Botanical Garden, encontrando en ella muchas sinonimias de los nombres propuestos, por lo que es necesario efectuar toma de datos *in situ* (Hughes, 2001).

A nivel molecular, el análisis cladístico de secuencias de la región del espaciador interno transcrito (ITS) del DNA ribosomal del núcleo, a partir de 44 taxa del género *Lupinus*, usando cinco out groups, indica que el género es monofilético, característica de la Tribu Genisteeae. De dicho análisis, se ha establecido que los lupinos están distribuidos en cinco clados, de acuerdo a su origen geográfico. En el Viejo Mundo, casi todas las unidades taxonómicas han

sido resueltas. La ITS ha revelado una inesperada relación entre las Secciones *Angustifoli* y *Lutei*. De la misma manera estos estudios sugieren una división geográfica entre los *Lupinus* de la parte oriental y occidental del Nuevo Mundo; demostrado por los hallazgos en los Grupos *Lupinus Microcarpi* – *L. Pusilli*, *L. spariflorus* - *L. arizonicus*, *L. mexicanus* - *L. elegans*, de las vertientes occidentales y el grupo *L. multiflorus* – *L. paraguariensis*, de las vertientes orientales y con presencia de *Lupinus* perennes unifoliados probablemente originados de un ancestro común. Sin embargo, las interrelaciones dentro del género permanecen aún confusas y no resueltas por el análisis ITS, probablemente debido a una dispersión radial y efecto del tiempo generacional en la historia evolutiva de las especies del género *Lupinus* (Abdel-Kadera & Randall, 1999).

Las investigaciones desarrolladas en las dos últimas décadas, han mejorado el conocimiento taxonómico y sistemático del género *Lupinus* del Viejo Mundo; sin embargo, en las del Nuevo Mundo aun permanece compleja, difícil y confusa, donde numerosos taxa o grupos han sido diferenciados basados en algunos inconsistentes caracteres morfológicos (Dunn, 1984). En algunas revisiones, a las especies del Nuevo Mundo se le considera como especies polimórficas, estableciéndose algunos grupos y complejos, como las 22 especies perennes unifoliadas, colectadas hasta ahora solamente de la región centro oriental de Sud América (Monteiro & Gibbs, 1986), y el grupo que muestra combinación de hojas simples y compuestas como *L. paraguaiensis* (Planchuelo & Dunn, 1984); y el grupo de los *Lupinus* con hojas compuestas tanto de la Región Andina de Sud América y las de Norte y Centro América (Monteiro & Gibbs, 1986)

Se ha estudiado también el número de cromosomas de algunas especies de *Lupinus*, estableciéndose que el número cromosómico común es  $2n = 48$ , con algunos ocasionales de  $2n = 96$ , siendo las excepciones *L. texensis* y *L. subcarnosus.*, que tienen  $2n = 36$ . Para las especies de Sud América, no se cuenta con datos cromosómicos, excepto para *L. mutabilis*, que también muestra  $2n = 48$  (Dunn, 1984). Del análisis anterior se ha concluido que las especies del Nuevo Mundo tiene como número base  $X = 6$ , estando relacionado con series paleopoliploides que se transformaron a diploides, hecho refrendado por el comportamiento de los perfiles isozímicos (Wolko & Weeden, 1989).

Pese a su alta diversidad, los lupinos son considerados como un grupo natural y diferente, sin una clasificación infragenérica; y de acuerdo a las revisiones sistemáticas más recientes, se incluyen en la Sub Tribu monotípica Lupininae, Tribu Genisteeae, aunque siempre existe alguna controversia, la que está siendo dilucidado por estudios moleculares a nivel de DNA de cloroplastos (DNAcp), obtenido por secuenciación de genes *rbcL* o mapeos de los sitios de restricción. Apoyan el origen monofilético común de las especies del Viejo y Nuevo Mundo, una aparente subdivisión geográfica oriental-occidental, las interrelaciones entre las especies de Norte y Sud América y el reconocimiento del grupo Platycarpus. Sin embargo, aun quedan muchas interrogantes por resolver a nivel de la filogenia del género, que podrían dilucidarse usando los caracteres apropiados, ya sea a nivel molecular (nuclear o plastidial), o en combinación con un análisis cladístico de datos morfológicos, y de esa manera reconstruir y entender la historia evolutiva del género *Lupinus* (Abdel-Kadera & Randall, 1999). Para el departamento de Ancash, no se cuenta con trabajos completos acerca del

número de especies del género *Lupinus*, mucho menos para el distrito de Corongo. Sin embargo, en la revisión de la literatura se ha encontrado un reporte de 17 especies para el departamento (Brako & Zarucchi, 1993), y dentro del ámbito del Parque Nacional Huascarán, que abarca las provincias de Huaylas, Yungay, Carhuaz, Huaraz, Recuay, Bolognesi, Pomabamba, Huari, Mariscal Luzuriaga y Asunción y con una extensión de 340,000 hectáreas, se han identificado siete especies, y registrado ocho indeterminadas (Smith, D. N, 1988), no encontrándose trabajos similares para otras provincias

## **II. ÁREA DE ESTUDIO**

### **Ubicación**

La Provincia de Corongo, cuya capital es la ciudad de Corongo se localiza al norte del departamento de Ancash, limita al norte con la Provincia de Pallasca, al este con la Provincia de Sihuas, al sur con la Provincia de Huaylas y al oeste con la Provincia del Santa; está dividida en siete distritos: Corongo, Aco, Cuzca, La Pampa, Yánac, Bambas y Yupán (Figura 1). Se ubica a 3,027 m, entre las coordenadas 77° 54'38.41" Longitud Oeste y 8° 34'25.34" Latitud Sur (Figura 2).

### **Geología, edafología, geomorfología y relieve**

La provincia de Corongo, es parte de la unidad geográfica denominada Conchucos, y ocupa una superficie aproximada de 988.01 km<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente el 48.6% es superficie estéril para las actividades agrarias, y con altitudes que fluctúan desde 800 m, hasta los nevados como el Champará con 5,850 m (PEISA, 2004).

Se conoce que, las formaciones litológicas son de origen marino y continental; de allí que algunos estratos, especialmente en los límites del río Santa contienen fósiles marinos, y hacia el este se han encontrado fósiles de cuerpos orgánicos y animales que probablemente existieron en tiempos geológicos antes de la aparición del hombre. Estas cuencas sedimentarias fueron deformadas posteriormente por el emplazamiento de rocas plutónicas, así como movimientos orogénicos y epirogénicos que generaron esfuerzos de compresión, tensión y

cizallamiento generando el levantamiento de los Andes y un gran número de estructuras geológicas debido al avance y choque de las placas de Nazca y Sudamericana, ocasionando fallas, pliegues y sobreescurrecimientos, que han alcanzado su mayor desarrollo en el sector conocido como Tres Cruces, al Sur de la provincia de Corongo. Las formaciones litológicas permiten identificar rocas sedimentarias (calizas, areniscas, conglomerados), metamórficas e igneas, intrusivas (granitos, dioritas) y extrusivas como derrames, aglomerados y material piroclástico principalmente (Cárdenas, 1996). Todo este material sedimentario – metamórfico se han formado a lo largo de cuatro épocas: Jurásico superior, Cretácico inferior, Cretácico medio a superior y Terciario inferior, originando finalmente suelos básicamente de origen aluvio – coluvial, superficiales, de textura fina a gruesa, con regular contenido de materia orgánica, y cuyas particularidades dependen de su localización y maduración evolutiva (Cárdenas, 1996), dando lugar a los típicos suelos arenosos, arcillosos, limosos, y combinaciones de ellas.

Geomorfológicamente, la provincia de Corongo está tipificada por el desglose de dos contrafuertes cordilleranos conocidos como Cordillera Blanca en el flanco oriental y Cordillera Negra en el occidental, después de haber ocurrido el gran nudo de Huaylas conocido comúnmente como el Cañón del Pato. Por su peculiar localización es difícil situar a la provincia de Corongo en el Callejón de Huaylas o Conchucos, pero se acepta que pertenece al Conchucos Bajo, e influenciado por ambas cordilleras; que desde su divergencia y en su recorrido casi de forma paralela hacia el Noroeste, vuelven a unirse en las cercanías del nevado Pacra a 5,718 m al norte de la provincia de Corongo (PEISA, 2004). La fuerte erosión de la Cordillera Blanca en el lado Este de Corongo ha generado una

aparente planicie de unos 15 km en vista recta que abarca los poblados de Urcón y Tarica hasta más allá de Huarirca originando así el paso de Cahuacona. Este desgaste cordillerano ocurrido entre el Cenozoico medio y superior fue acelerado por la retirada de los glaciares en el cuaternario reciente, quedando como rezago el atalaya de Capcha con 4,448 m y el gran domo que desciende por el cerro Huauyán en el distrito de Cuzca (Cárdenas, 1996).

De acuerdo a las características físicas, disposición y forma de la superficie como actualmente los conocemos, se distinguen tres unidades geomorfológicas: Etapa de Superficie Puna, Etapa Valle de Erosión y Etapa de Cañón de Erosión. La Etapa de Superficie Puna, se caracteriza por su relieve llano a ondulado con ciertas modificaciones por la presencia de pequeños acantilados emergentes, con alturas que superan los 4,000 m y con cubierta vegetal de Poaceas. La Etapa de Valle de Erosión, es el resultado de la constante erosión de la Superficie Puna, apreciándose valles con abundante vegetación y presencia de ríos, habiéndose elegidos como hábitat de poblaciones humanas, y con plataformas típicas para la agricultura; a veces interrumpido por quebradas sinuosas con depósitos aluviales; y la Etapa de Cañón de Erosión, producto de la presión ejercida por el agua acumulada en el valle sobre un acantilado macizo que se resiste a dar salida hacia un nivel inmediato inferior, tal como se aprecia en el Cañón de Huatrac-Shutcu al sur de la ciudad de Corongo (Cárdenas, 1996).

### **Hidrografía**

La hidrografía tiene mucho que ver con la geomorfología, especialmente con la formación de la Cordillera de los Andes que delineó un espacio geográfico sobre el



cual se estableció finalmente la provincia de Corongo; este espacio experimentó un desgaste sucesivo producto de la erosión de los depósitos sedimentarios y las aguas dando lugar a las Cuencas de los ríos Manta y Chunyay. El primero, es el eje hidrográfico más importante de la provincia, abarcando las confluencias de las aguas de casi todos los distritos a excepción de Bambas. Este río recorre de norte a sur en una extensión aproximada de 50 km desde su origen en los pantanos de Pariachuco, distrito de Cuzca hasta su desembocadura en el Río Santa a la altura de El Chorro, generando en su recorrido varias subcuencas. Para el distrito de Corongo, destacan las subcuencas del Río Yanamayu o Río Negro que recorre la parte occidental del distrito y el del Río Corongo, que nace al norte de la provincia en la Laguna de Pocoj, y en su trayectoria cruza la ciudad de Corongo aproximadamente por la parte central, siendo considerado la configuración hidrográfica más joven de la Cuenca del Manta (Cárdenas, 1996).

Corongo, como casi todas las provincias de la zona andina del Departamento de Ancash, presentan en sus partes altas embalses naturales que almacenan las aguas provenientes de las lluvias y el deshielo de los nevados pertenecientes a la Cordillera Blanca, entre los que destacan Pacra, Gaico, Rosko, Cashcaracra y El Champará, que superan los 5,000 m. En cuanto a lagunas se tienen registradas aproximadamente 60, básicamente entre las coordenadas 77°45' – 77°55' LO (Cárdenas, 1996).

### **Clima**

De manera general varía con la estación del año, pero también de acuerdo a la localización altitudinal, y la influencia de los diversos factores climáticos, destacando la temperatura, precipitación, vientos. Así tenemos, que en la parte

baja, aproximadamente a 800 – 1,500 m, el clima es cálido, con temperaturas que oscilan entre 18-25 °C y precipitaciones que no superan los 250 mm anuales; un clima templado, con temperatura promedio de 13 – 17 °C. Entre 1,500 – 2,400 m, se alcanza una precipitación media anual de 400 – 500 mm en el lado oeste, y 700 – 800 mm en el lado noreste. Sobre los 2,400 se aprecia un clima frío, con temperaturas que en determinadas horas puede fluctuar entre 9 – 12 °C, o estar por debajo de 0 °C, sin menoscabar la influencia de las precipitaciones que pueden superar los 1,300 mm anuales. Los vientos están distribuidos en diferentes pisos y direcciones que se relacionan con la topografía de las zonas; pero en su mayoría soplan de SO hacia NE, alcanzando velocidades que superan los 50 km/h en los meses de agosto, principalmente sobre los 2,800 m (Cárdenas, 1996).

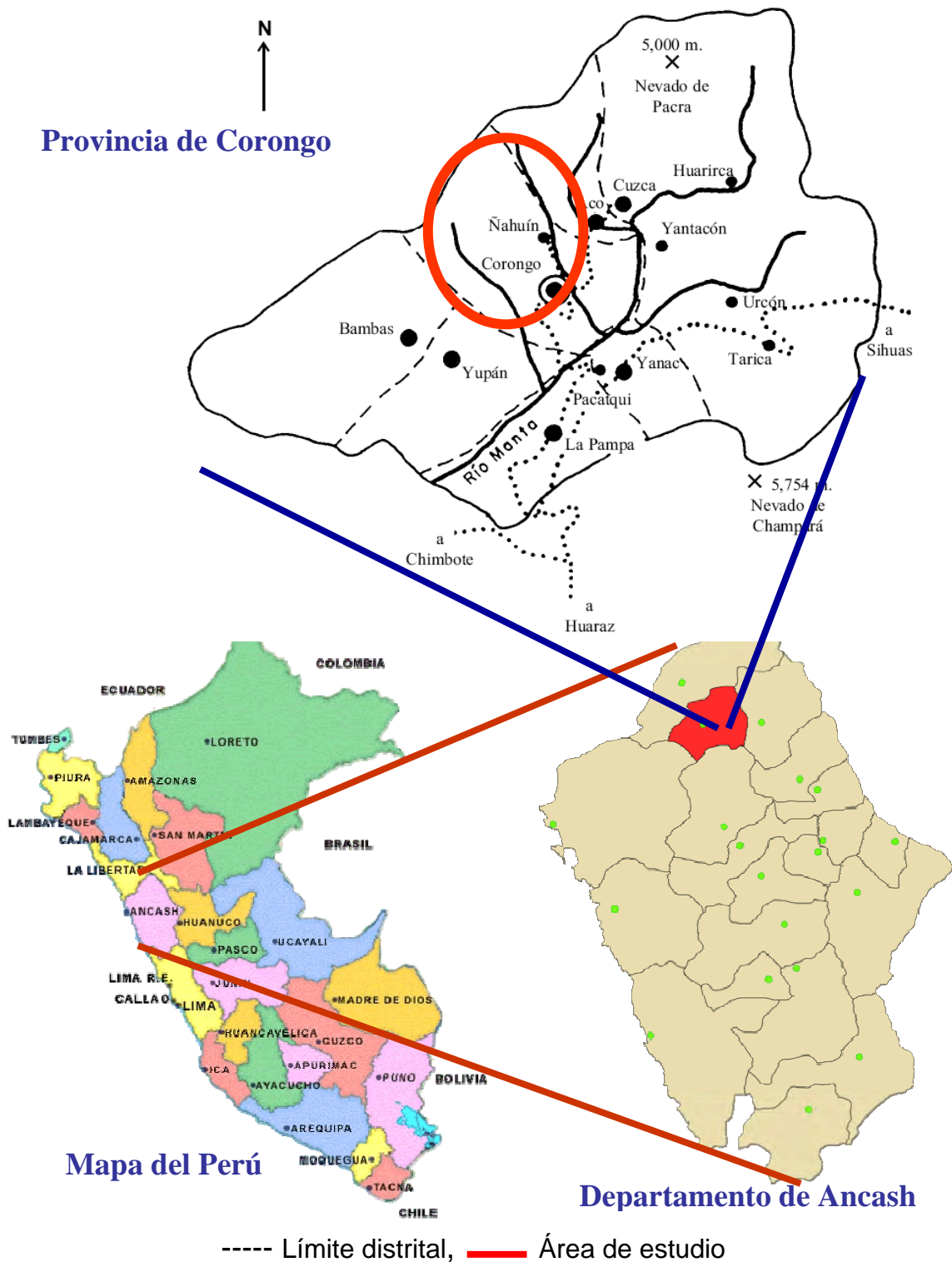
## **Ecología**

La interacción de los diversos factores han originado microclimas, determinando formaciones y pisos ecológicos diversos. Así tenemos el **Matorral desértico pre-montano**, desde 800 – 1,950 m, hasta la **tundra nival andina** a más de 5,000 m, identificándose en su caleidoscopio ecológico una diversidad biológica impresionante, aun no estudiada adecuadamente y microclimas diversos, que reciben nombres típicos de la zona. Se asigna la nominación de “**temple**” para los pisos cálidos, con alturas entre 800 a 1,900 m, y cuyos cultivos principales son yuca, camote, frejol de palo, árboles frutales, caña de azúcar. En este piso son endémicas algunas enfermedades como la Leishmaniasis “uta” y el paludismo “terciana”. A las estepas espinosas, de 2,000 hasta 2,800 m aproximadamente, se le denomina “**Jetrrua**”, caracterizados por su clima templado y sembríos de

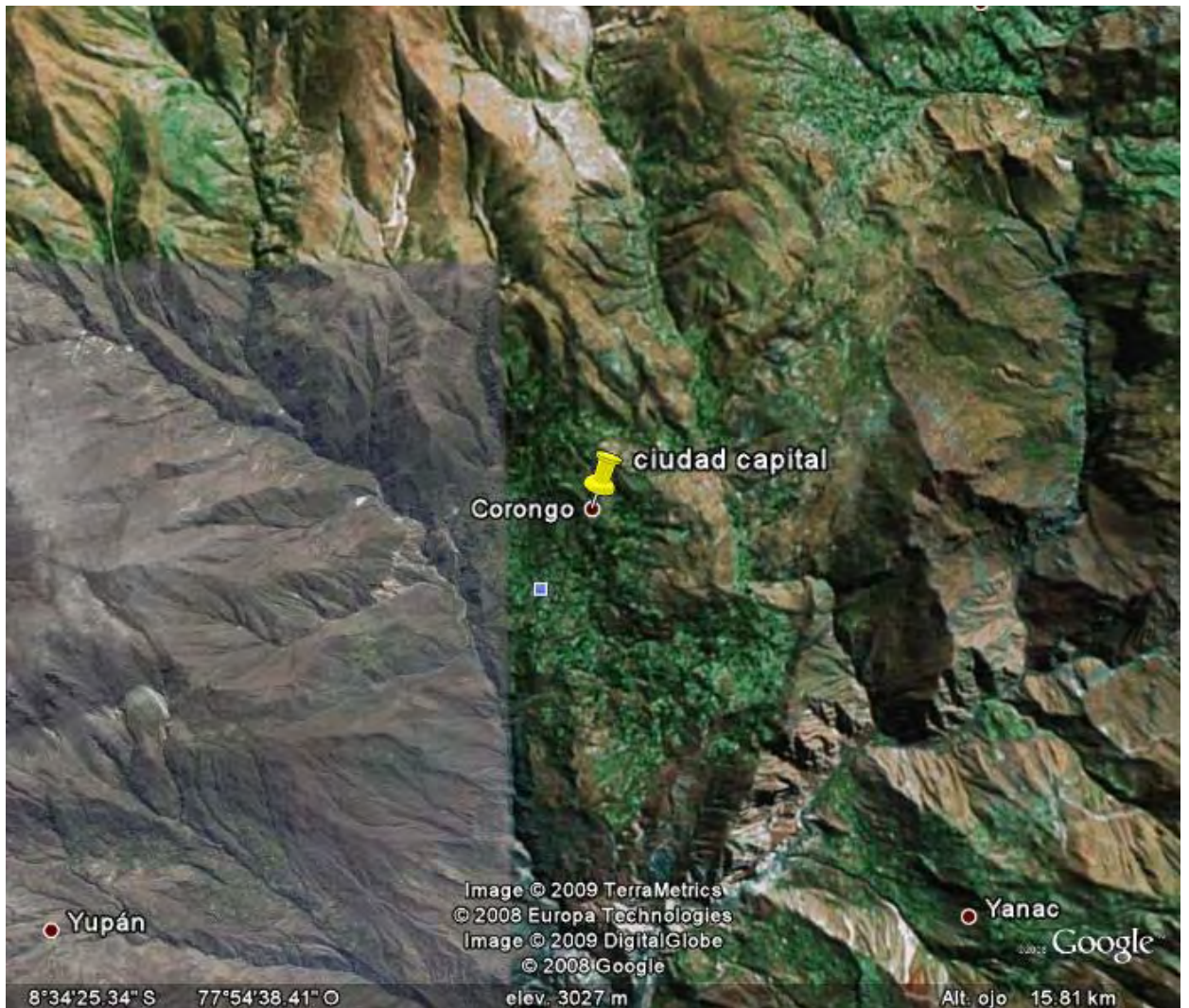
árboles frutales como melocotones y pacaes, así como alfalfa, maíz, algunas variedades de yuca, camote, papas, verduras. El nivel siguiente corresponde al **bosque húmedo montano** (3,000 – 3,700 m aproximadamente), donde se encuentran los terrenos bajo riego y de secano preferentemente, que son cultivados con periodos de descanso pre establecidos. En los primeros se cultivan básicamente maíz, frijoles o “ñumias”, calabazas, zapallos, arvejas, trigo, papa; mientras en los de secano predominan cultivos de papa, olluco, trigo, cebada. La formación de **Páramo húmedo**, con alturas desde 3,900 a 4,400 m, en quechua denominado “**Allja**”, donde los cultivos de plantas alimenticias son pocas, pero de importancia como el tarwi, algunas variedades de papas, ocas, ollucos, habas y arvejas; predominan los terrenos de pastoreo por la abundancia de ichu; y sobre los 4,500 m se encuentran la **jalca o cordillera**, donde se encuentran grandes lagunas y nevados (Cárdenas, 1996).

### **Actividades económicas**

La población se dedica principalmente a la agricultura y ganadería, básicamente de manera tradicional y para consumo interno únicamente. Por ello, conocedores que desde tiempos ancestrales se cultiva *Lupinus mutabilis* “tarwi”, y existen especies silvestres de este género, es importante realizar trabajos para su mejor conocimiento y con ello buscar alternativas para mejorar estas prácticas culturales.



**Figura 1.** Ubicación del distrito de Corongo, provincia de Corongo, departamento de Ancash – Perú (Adaptado de Gran Enciclopedia del Perú - Lexus con esquemas de los archivos de la Municipalidad Provincial y Centro de Salud de Corongo).



**Figura 2.** Localización geográfica del distrito de Corongo, provincia de Corongo, Ancash (Captado usando Google Earth).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizaron estudios de campo y de laboratorio; los primeros a través de muestreos periódicos cada 3 meses por 15 días consecutivos al distrito de Corongo, provincia de Corongo, para la colección de material botánico y nódulos bacterianos. Los cultivos bacterianos fueron desarrollados en el Laboratorio de Bioquímica de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. En cada uno de ellos se usaron los materiales y técnicas que se detallan posteriormente.

#### **3.1 MATERIAL BIOLÓGICO**

- Especies del género *Lupinus* que crecen en la zona de estudio
- Cepas de rizobios que nodulan a especies del género *Lupinus*.

#### **3.2 MEDIOS DE CULTIVO**

- Para los rizobios: Agar manitol levadura (YMA), cuya composición se presenta en el Anexo 1.

#### **3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS**

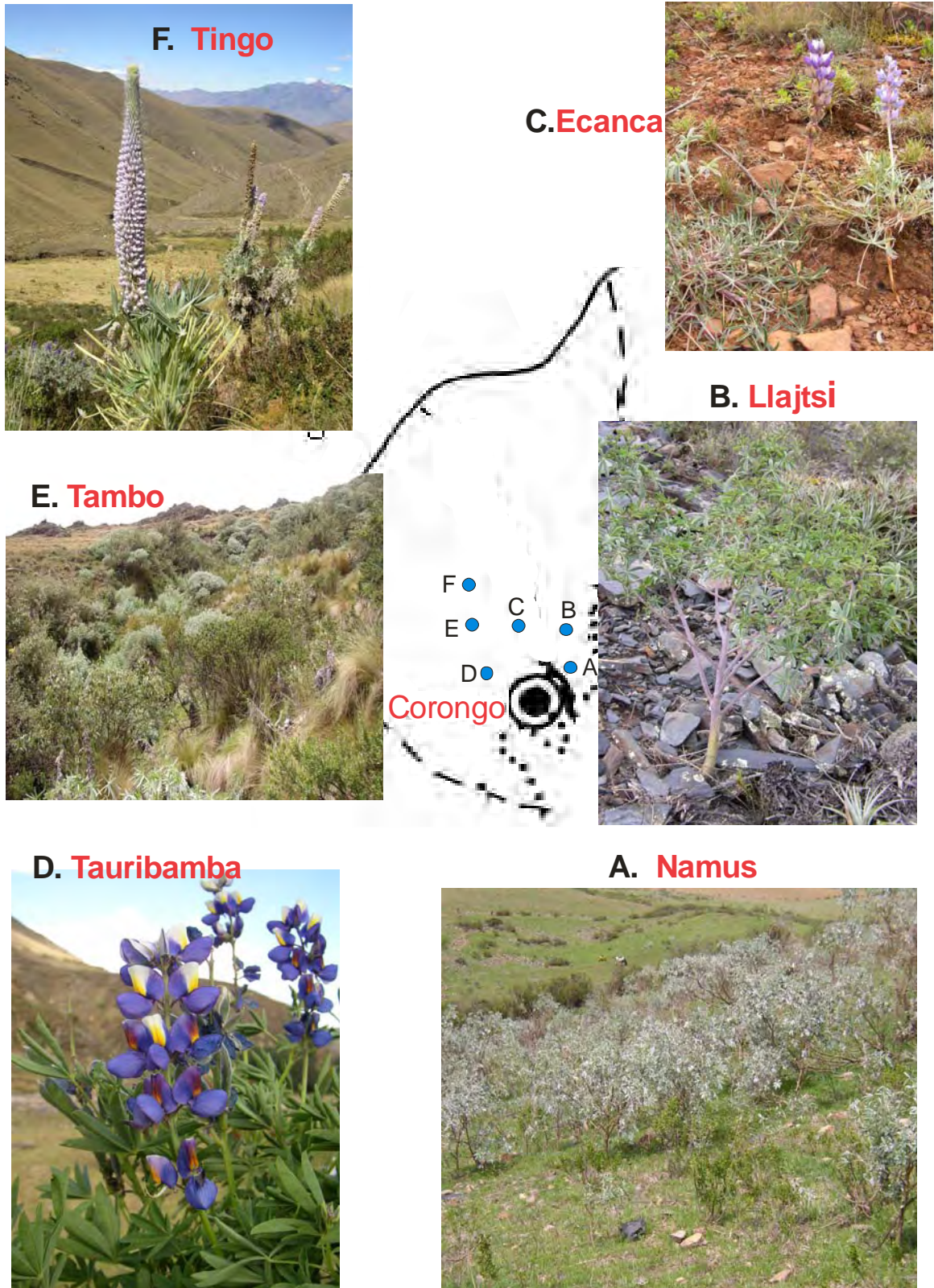
##### **Análisis de Suelos**

En el lugar de las colecciones de campo se tomaron muestras de suelo para efectuar análisis físicos y químicos: porcentaje de arena, arcilla, y limo para determinar su textura, así como materia orgánica, nitrógeno total, fósforo y potasio disponible. Los análisis se hicieron de acuerdo a los criterios del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, considerando que

tiene los parámetros estandarizados y usados a nivel mundial.

### **Colección y Herborización de las especies de *Lupinus* y Nódulos bacterianos**

- Las colecciones se realizaron en el distrito de Corongo, y tomando como referencia su localización respecto a la ciudad capital del mismo nombre; 1) al Noreste: Namus, Lljajtsi, Ecanca; 2) al Noroeste: Tauribamba, Tambo, Tingo (Fig. 3; Tabla 1).
- En cada una de ellas, se realizó la caracterización *in situ* de los *Lupinus* colectados usando los descriptores para este género (Faverova, 2001), las que fueron registrados adecuadamente en plantillas construidas para este fin (Anexo 2).
- Las muestras botánicas de las especies de *Lupinus*, se colectaron empleando las técnicas estándares conocidas, utilizando las prensas botánicas y su traslado al Herbario HAO de la Universidad Privada Antenor Orrego para el secado correspondiente.
- Paralelo a la actividad anterior, de cada uno de los especímenes de *Lupinus* se colectaron los nódulos bacterianos, cuyas características fueron registradas en plantillas construidas para ello (Anexo 3). Estos nódulos fueron colocados en sobres de papel conteniendo silica gel para su traslado al laboratorio y conservación, etiquetándose convenientemente la muestra botánica y la microbiana con el mismo número, para efectuar los análisis complementarios



**Figura 3.** Zonas de distribución de las especies de *Lupinus* en el distrito de Corongo – Ancash (A. Namus, B. Llajtsi, C. Ecanca, D. Tauribamba, E. Tambo, F. Tingo)



**Tabla 1.** Altitud y coordenadas para las localidades de estudio en el distrito de Corongo - Ancash

Localidades de estudio	Altitud	Coordenadas
<b>Al NE de Corongo</b>		
<b>Namus</b>	3510 m	08°33.896 LS; 77°52.818' LW
<b>Llajtsi</b>	3540 m	08°33.729' LS; 77°52.443 LW
<b>Ecanca</b>	3520 m	08°34.218' LS; 77°53.883' LW
<b>Al NO de Corongo</b>		
<b>Tauribamba</b>	3250 m	08°31.660' LS; 77°54.706' LW
<b>Tambo</b>	3430 m	08°30.142' LS; 77°55.312' LW
<b>Tingo</b>	3750 m	08°28.943' LS; 77°55.930' LW

### **Manejo de los nódulos microbianos y rizobios en laboratorio**

En el laboratorio, los nódulos fueron previamente hidratados y desinfectados, permitiéndonos aislar y purificar los rizobios, los que fueron mantenidos como cepario, de acuerdo a protocolos ya establecidos (Vincent, 1975).

El aislamiento y purificación, se realizó bajo condiciones de asepsia, utilizando para ello una cámara aséptica casera y mecheros de alcohol para generar el flujo de aire. Los nódulos seleccionados fueron colocados en placas Petri conteniendo agua estéril para hidratarlos, agitándolos con fuerza a fin de eliminar toda impureza de su superficie. Luego de repetir el lavado por 2-3 veces, los nódulos se desinfectaron sumergiéndolo en alcohol absoluto durante 1 minuto. Luego se transfirió a otra placa conteniendo agua oxigenada al 5% por 1 - 2 minutos, para finalmente

pasarlo a otra placa Petri conteniendo agua destilada estéril, para lavarlo nuevamente por 3 - 5 veces.

Los nódulos así preparados fueron transferidos a una placa Petri conteniendo el medio agar manitol levadura (YMA) y luego triturados con una pinza recta, obteniéndose un jugo lechoso que fue sembrado en superficie utilizando el asa de platino, e incubándolo a 28°C.

Al cabo de 3 días y subsiguientes hasta 8 días se analizaron las placas Petri en busca de colonias aisladas a lo largo de las estrías trazadas al realizar la siembra, basándose en las características macroscópicas de las colonias, repicando la colonia así seleccionada en otras placas Petri y tubos de ensayo con tapa esmerilada 100 x 13 mm, conteniendo siempre el mismo medio de cultivo, hasta lograr la uniformidad en las placas y la eliminación de contaminantes.

A las colonias de rizobios así obtenidos se evaluó sus caracteres culturales y morfológicos: tiempo de aparición, diámetro, forma, elevación, borde, consistencia, color, afinidad al rojo congo (Anexo 3).

De manera paralela; dentro de las pruebas bioquímicas se evaluó el crecimiento bacteriano cultivándolos en medios donde el manitol como fuente carbonada fue reemplazado con maltosa, galactosa, lactosa y sacarosa; y también usando el medio TSI (Anexo 3).

En las bacterias se determinó así mismo la resistencia intrínseca a los antibióticos ampicilina (AC 30), cloramfenicol (C 30) y tetraciclina (Te 30), usando discos de sensibilidad comerciales con una concentración de 30 microgramos y como medio de cultivo YMA (Anexo 3).

### **Mantenimiento del cepario de los rizobios**

Las colonias de bacterias ya seleccionadas y aisladas fueron repicadas en agar inclinado con el medio correspondiente (YMA), se etiquetaron y conservaron en tubos de ensayo, y mantenidos en refrigeración entre 0 – 2 °C, para ser reactivados cuando lo requerimos para efectuar las evaluaciones.

### **Inoculación cruzada de especies de *Lupinus* y sus simbios**

Se sembraron las semillas colectadas de cada especie de *Lupinus* en cada uno de las muestras de suelo obtenido del lugar de colección.

### **Construcción del fenograma**

Se utilizó el método Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA), considerado como uno de los más simples para la construcción de fenogramas taxonómicos, es decir, árboles que reflejan las similitudes fenotípicas entre los OTUs.

Para ello se confeccionaron las matrices adecuadas usando los descriptores para *Lupinus* (Anexo 4) y los rizobios (Anexo 5), utilizando el programa Excel, las mismas que fueron transformadas y analizadas por separado siguiendo los pasos del Programa NTSys 2.2, para entorno Windows, obteniendo las figuras correspondientes a cada uno de ellos (Figura 4 y Figura 5), para luego determinar el fenograma de consenso respectivo (Figura 6).

Para evaluar la similitud de la diversidad biológica de *Lupinus* en las áreas de estudio, se confeccionaron fenogramas en base al Coeficiente de Similitud de Sørensen, usando el algoritmo UPGMA (Figura 7).

### **3.4 DETERMINACION BOTANICA**

La determinación botánica de las muestras colectadas se realizó mediante:

- Revisión de la literatura especializada, incluyendo textos y revistas donde se publicaron las descripciones originales de los tipos, o isotipos.
- Estudio de muestras de herbario y verificación de las especies identificadas, en los Herbarios: Universidad Nacional de Trujillo (HUT), Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego (HAO), Trujillo; Universidad Nacional Mayor de San Marcos (USM), Lima; Herbario del Field Museum of Natural History (F), Chicago, USA, y del Missouri Botanical Garden (MO), St. Louis, USA.
- Envío de muestras críticas a los especialistas de las instituciones: Field Museum, Chicago, USA, Missouri Botanical Garden, St. Louis, USA, Instituto Botánico de Córdoba, Argentina.
- Descripción de las especies estudiadas, siguiendo el modelo establecido por Judd et al., (2004) y elaboración de claves dicotómicas, tomando como base los caracteres señalados en los descriptores correspondientes (Anexo 2).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 TRATAMIENTO SISTEMÁTICO

#### Ubicación Taxonómica

Reino	Eucaryota
División	Magnoliophyta
Subdivisión	Magnoliophytina
Clase	Magnoliopsida
Sub Clase	Magnoliatae
Super Orden	Rosanae
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Tribu	Lupineae
Género	<i>Lupinus</i> L
Sub género	Platycarpus

#### **Familia Fabaceae** Lindley

**Hierbas, arbustos, árboles o lianas trepadoras**, con zarcillos.  
**Raíces** básicamente axonomorfa, frecuentemente asociado con nódulos bacterianos fijadores de nitrógeno. **Hojas** principalmente alternas (rara vez opuestas), usualmente pinnadas, bipinnadas y palmada compuestas, con venación pinnada, usualmente los folíolos modificados en zarcillos, pulvínulos

en hojas y foliolos bien desarrollados, estípulas presentes. **Inflorescencia**, casi siempre indeterminadas, algunas veces reducida a una sola flor terminal o axilar. Flores irregulares, perfectas, agrupados en cabezuelas, racimos o espigas, bisexuales. Sépalos usualmente 5, connados, valvados o imbricados, pétalos 5 (rara vez menos) diferentes, distribuidos de la siguiente manera: uno superior (Estandarte o Vexilo), que nace externamente sobre los otros y por lo general más grande que los demás pétalos; dos pétalos laterales (Alas), libres o por lo general conniventes distalmente, y dos pétalos inferiores connados (Quilla), distalmente rodeando al androceo y gineceo. Estambres usualmente 10, ocultos por el perianto o exsertos, comunmente monodelfos o didelfos (9 connados y 1 libre); pistilo unicarpelar, 1 locular. **Fruto** usualmente legumbre, a veces samara o lomento, aquenio o drupa; **Semillas** de pocas a muchas, usualmente con una cubierta dura.

### **Género *Lupinus* L.**

**Hierbas** anuales o perennes, **subfrútice** o **arbustos**. **Raíces** axonomorfas que pueden alcanzar hasta 1-2 m de profundidad; asociado a nódulos bacterianos capaces de fijar nitrógeno atmosférico. **Tallo**, compacto o fistuloso, prominente o no, erecto, semierecto o decumbente, glabro o pubescente en diferentes grados, de color amarillo, verde o gris de diferente intensidad. **Hojas** generalmente compuestas, palmadas, algunas veces unifoliadas, longipecioladas unidas al tallo por el pulvínulo, presencia de estípulas; foliolos elípticos, lanceolados o lineales, pubescentes o glabros, tanto en el haz como el envés. **Inflorescencia** racimosa, con flores alternas,

semiverticiladas y verticiladas. Flores zigomorfas y papilionácea; cáliz, profundamente bilabiado, 2-3 dentados; corola con alas, quilla y estandarte de colores e intensidades distintas, generalmente amarillo, azul, púrpura, rara vez blanco; el estandarte generalmente con diferente coloración en su banda marginal, manchas centrales y región intermedia de colores variados; estambres 10, monodelfos. **Fruto** legumbre, oblongo más o menos comprimido, bivalvo, septado, glabros o pubescentes, dehiscentes o indehiscentes. Semilla lisas o rugosas, desde esférica a cuboide, mate o brillante, de colores predominantes y secundarios variados, uniformes o con ornamentos variados de diferente intensidad.

### **Especies estudiadas**

En el presente trabajo se dan a conocer las localidades del distrito de Corongo donde se efectuaron las colecciones botánicas y sus rizobios: Ecanca, Lljajsi, Namus, Tingo, Tambo y Tauribamba (Fig. 3) indicando para cada una su altitud, coordenadas geográficas y las especies de *Lupinus* estudiadas en ella (Tabla 2); encontrándose que algunas especies se encuentran en más de una localidad.

Se han estudiado en total 10 especies de *Lupinus*, y para cada una de ellas sus correspondientes rizobios, que pertenecen a los géneros *Bradyrhizobium* y *Mesorhizobium*, con predominio del primero (Tabla 3), los mismos fueron determinados por sus características culturales durante el crecimiento de las colonias.

**Tabla 2.** Altitud, coordenadas y especies presentes en las localidades de estudio del distrito de Corongo – Ancash.

Localidades	Altitud	Coordenadas	Especies de <i>Lupinus</i>
<b>AI NE de Corongo</b>			
<b>Ecanca</b>	3520 m	08°34.218' LS 77°53.883' LW	<i>L. carazensis</i> <i>L. lindleyanus</i> <i>L. mutabilis</i>
<b>Llajtsi</b>	3540 m	08°33.729' LS 77°52.443' LW	<i>L. aff. mutabilis</i>
<b>Namus</b>	3510 m	08°33.896' LS 77°52.818' LW	<i>L. aridulus</i> <i>L. eriocladius</i> <i>L. mutabilis</i>
<b>AI NO de Corongo</b>			
<b>Tingo</b>	3750 m	08°28.943' LS 77°55.930' LW	<i>L. brachypremnon</i> <i>L. carazensis</i> <i>L. paniculatus</i> <i>L. subtomentosus</i> <i>L. weberbaueri</i>
<b>Tambo</b>	3430 m	08°30.142' LS 77°55.312' LW	<i>L. carazensis</i> <i>L. paniculatus</i> <i>L. weberbaueri</i>
<b>Tauribamba</b>	3250 m	08°31.660' LS 77°54.706' LW	<i>L. subtomentosus</i> <i>L. mutabilis</i>



**Tabla 3.** Especies de *Lupinus* y sus rizobios colectadas en el distrito de Corongo - Ancash

<b>Nº</b>	<b>Especie de <i>Lupinus</i></b>	<b>Rizobio</b>
2705	<i>Lupinus subtomentosus</i> C.P. Sm	<i>Bradyrhizobium</i>
2706	<i>Lupinus mutabilis</i> Sweet.	<i>Bradyrhizobium</i>
2707	<i>Lupinus brachypremnon</i> C.P Sm	<i>Bradyrhizobium</i>
2708	<i>Lupinus carazensis</i> Ulbr.	<i>Mesorhizobium</i>
2709	<i>Lupinus lindleyanus</i> J. Agardh	<i>Mesorhizobium</i>
2710	<i>Lupinus aff mutabilis</i>	<i>Bradyrhizobium</i>
2711	<i>Lupinus eriocladus</i> Ulbr	<i>Bradyrhizobium</i>
2712	<i>Lupinus aridulus</i> C.P. Sm	<i>Mesorhizobium</i>
2715	<i>Lupinus weberbaueri</i> Ulbr.	<i>Bradyrhizobium.</i>
2716	<i>Lupinus paniculatus</i> Desr.	<i>Bradyrhizobium.</i>

El género *Bradyrhizobium* se caracteriza porque son cepas de crecimiento lento. En medio YMA presentan colonias circulares, raras veces translúcidas, blanquecinas, convexas, generalmente con un diámetro menor de 1 mm después de 5-7 días de incubación a 28 °C, y productoras de alcali.

*Mesorhizobium*, en medio YMA presentan también colonias circulares y convexas, pero a diferencia de *Bradyrhizobium* generalmente son semitranslúcidas y mucilaginosas, alcanzando en su mayoría un diámetro entre 2-4 mm después de 5-7 días de incubación a 28 °C, aunque algunos no superan 1 mm. Todas las cepas en medio YMA producen ácido.

### **Fenogramas Obtenidos**

La construcción de los fenogramas se basa en el criterio de similitud o diferencia morfológica, anatómica, fisiológica o bioquímica, donde los caracteres poseen igual valor sin tener relación a la historia filogenética; por lo tanto las ramas obtenidas nos proporcionan únicamente un diagrama de relación fenotípica, y la longitud de sus ramas es proporcional al grado de semejanza entre ellas. Se trabajaron usando los descriptores de *Lupinus* y los rizobios.

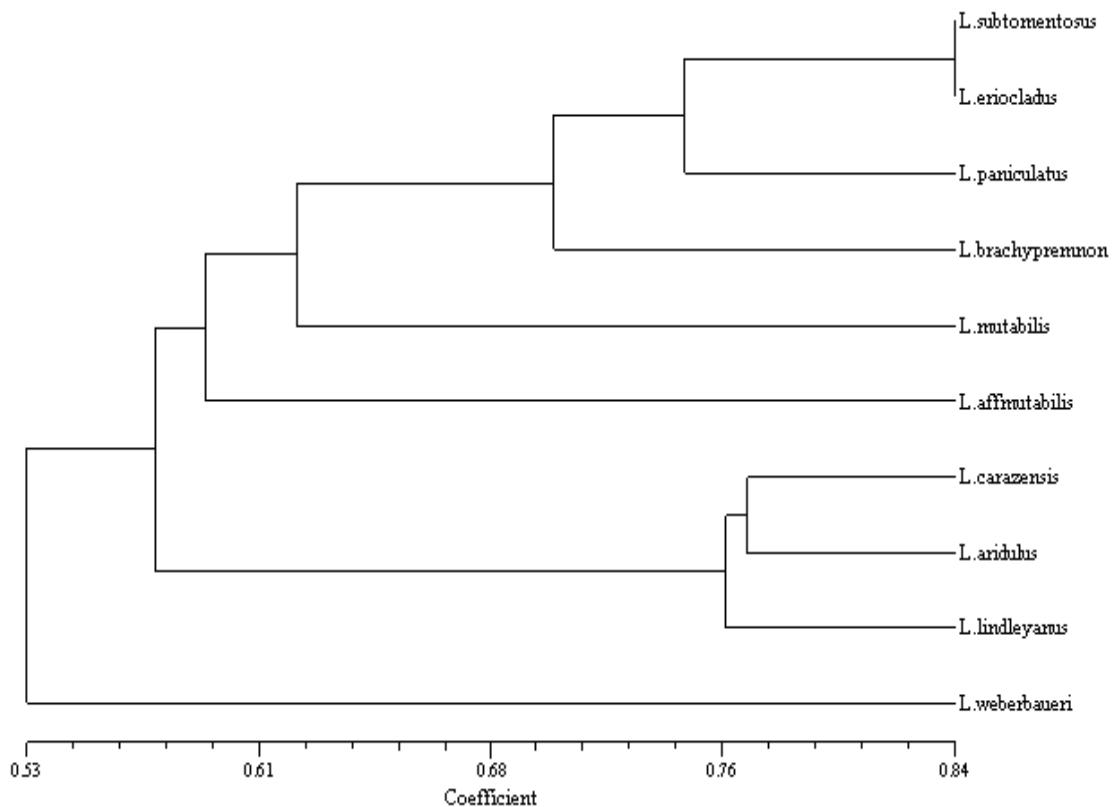
**Usando los descriptores de *Lupinus*:** se observan tres grandes agrupaciones o clusters, la primera con un coeficiente general de similitud de 0,59, conformada por *L. subtomentosus*, *L. eriocladus*, *L. paniculatus*, *L. brachypremnon*, *L. mutabilis*, y *L. aff. mutabilis*, pero distribuidos en 4 subgrupos; el segundo grupo integrado por *L. carazensis*, *L. aridulus* y *L. lindleyanus*, con un coeficiente de 0,76 y el último con una sola especie *L. weberbaueri* (Figura 4).

**Utilizando los descriptores de los rizobios:** se observan básicamente dos grandes clusters; la primera, con una similitud de 0,51 conformada por *L. subtomentosus*, *L. brachypremnon*, *L. eriocladus*, *L. carazensis*, *L. lindleyanus* y *L. aridulus*; y un segundo grupo conformado por *L. mutabilis*, *L. aff. mutabilis*, *L. weberbaueri* y *L. paniculatus* con un coeficiente de similitud de 0,57 (Figura 5).

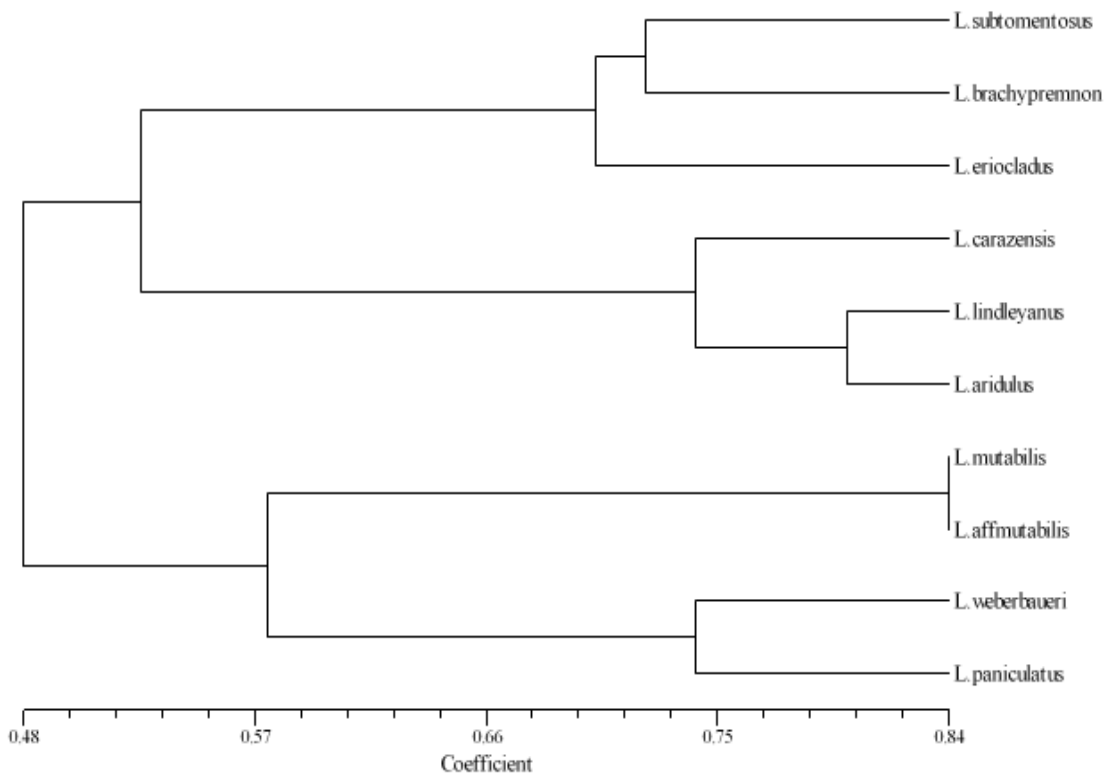
**Árbol de consenso estricto:** al desarrollar el análisis de consenso estricto empleando de manera conjunta los caracteres de *Lupinus* y los rizobios, se determinaron tres grandes agrupaciones. El primer cluster con un coeficiente general de similitud de 0,59, conformada por *L. subtomentosus*, *L. eriocladus*, *L. paniculatus*, *L. brachypremnon*, *L. mutabilis*, y *L. aff. mutabilis*, pero distribuidos en cuatro subgrupos; el segundo con un coeficiente de 0,76 e integrado por *L.*

*carazensis*, *L. aridulus* y *L. lindleyanus*, y el tercero con un coeficiente de similitud de 0,53 respecto a los dos clusters anteriores, conformado por una sola especie. *L. weberbaueri*.

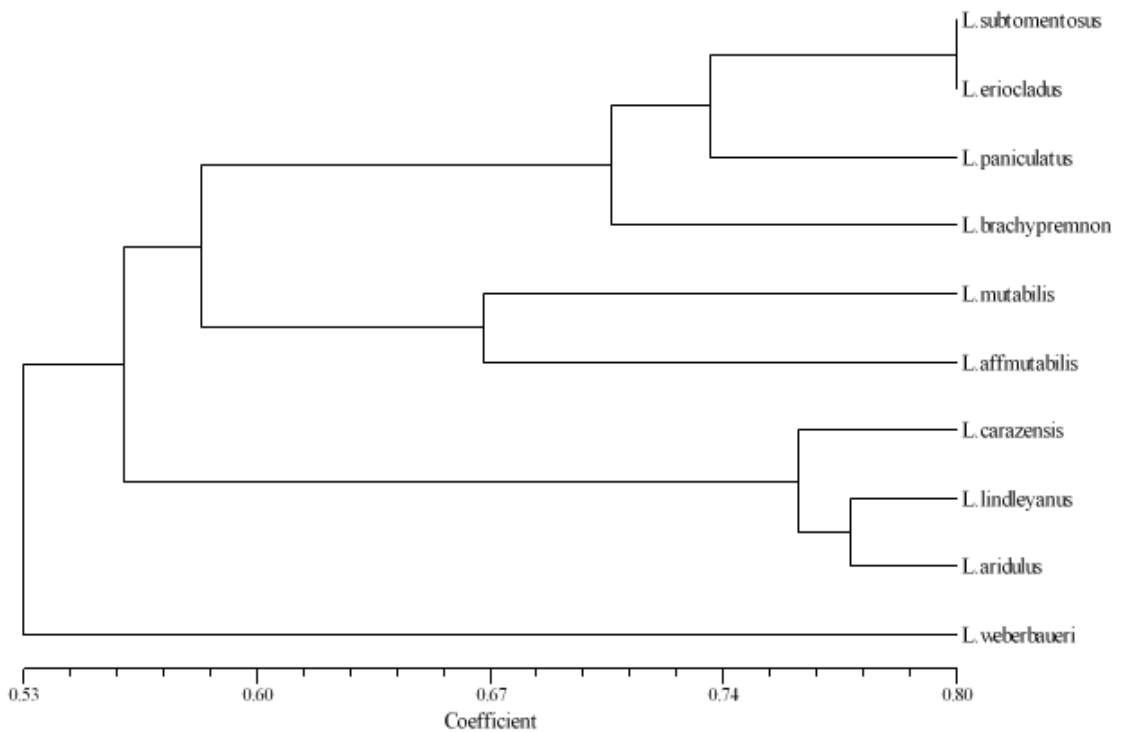
**Diversidad Gamma:** se obtuvo en base a las áreas de colección de *Lupinus* y sus nódulos, determinándose que están agrupados en dos grandes bloques: Ecanca, Namus, Llajtsi, Tauribamba, con una similitud de 0,64; situados los tres primeros al NE de la ciudad de Corongo, y Tauribamba al NO. El segundo grupo conformado por Tingo y Tambo, ambos al NO de Corongo, y con una similitud de 0,70.



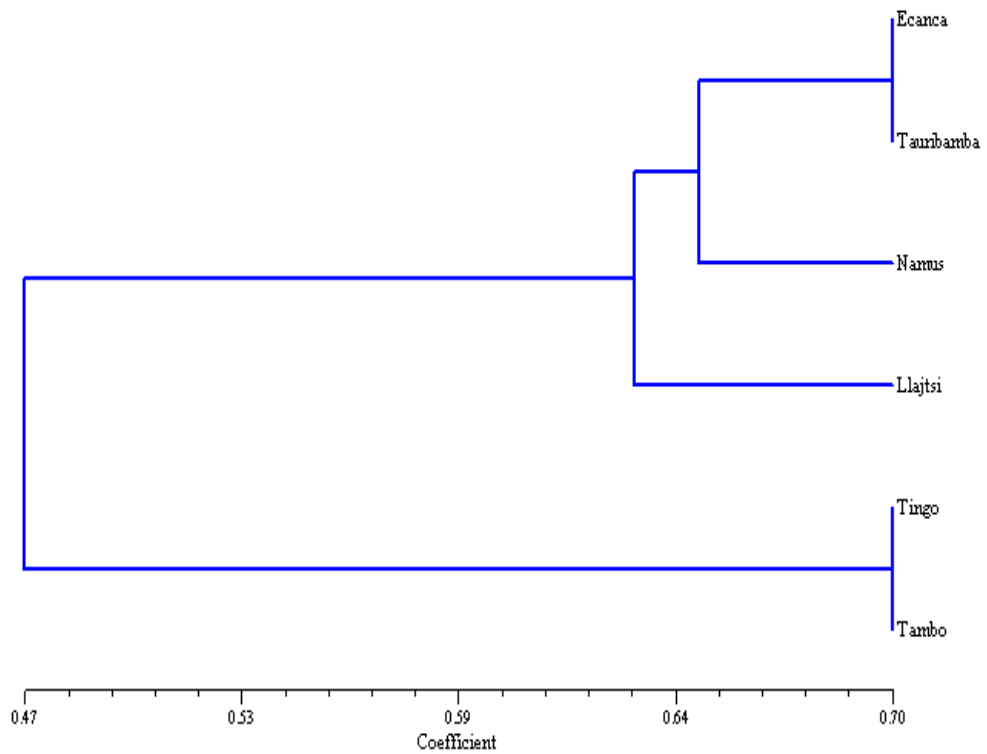
**Figura 4.** Fenograma para las especies de *Lupinus* estudiados, obtenido a partir del análisis de sus descriptores.



**Figura 5.** Fenograma para las especies de *Lupinus*, obtenido del análisis de los descriptores de los rizobios.



**Figura 6.** Árbol de consenso estricto para *Lupinus* – rizobios obtenido a partir del análisis de ambos descriptores.



**Figura 7.** Diversidad Gamma, o entre áreas de colección de *Lupinus* y sus nódulos.

### **Análisis de suelos**

En cada lugar donde se efectuaron las colecciones de campo, se tomaron muestras de suelo para su análisis físico químico correspondiente (Tabla 4), a fin de evaluar su influencia sobre la diversidad de *Lupinus* y sus simbiotes. En cuanto a textura, en las localidades de Ecanca, Llajtsi, Namus, todas situadas al NE del distrito de Corongo, el tipo de suelo fue franco arenoso; en cambio al NO, en cada localidad la textura del suelo fue diferente, arenoso franco en Tingo, franco arenoso en Tambo y arenoso en la localidad de Tauribamba, pese a ser localidades contiguas.

**Tabla 4.** Análisis de suelo correspondientes a las localidades de colección de las especies de *Lupinus*

	<b>Ecanca</b>	<b>Llajtsi</b>	<b>Namus</b>	<b>Tingo</b>	<b>Tambo</b>	<b>Tauribamba</b>
Arena (%)	61.57	67.04	68.69	74.61	56.70	91.16
Arcilla (%)	9.13	5.01	5.06	3.07	7.06	3.22
Limo (%)	29.30	27.95	26.25	22.32	36.24	5.62
Textura	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arenoso	Arenoso franco	Franco arenoso	Arena
Materia orgánica (%)	2.8	3.3	2.4	2.9	3.0	5.4
Nitrógeno Total (%)	0.14	0.13	0.16	0.14	0.13	0.22
Fósforo disponible (ppm)	10.9	3.8	5.5	10.9	3.7	7.1
Potasio disponible (ppm)	284.0	503	376	284	392	354

#### 4.2 Clave artificial para diferenciar las especies de *Lupinus*

1. Arbustos, tallos ramificados, erguidos ..... 2
- 1'. Plantas herbáceas o sufruticosa ..... 5
2. Arbusto hasta un metro de alto, básicamente ramificaciones secundarias, hojas con 7(-8) folíolos elípticos de 5,2-5,3 cm de largo y 1,3-1,4 cm de ancho. Racimos dispuestos en 5-8 verticilos, flores azul oscuro con mácula amarilla, estandarte bidentado. Legumbre villosa, aproximadamente 2 cm de longitud y 1,7 de ancho. Nódulos bacterianos elipsoidales, de 5 –7 y 3 – 4 mm de diámetro, principalmente en raíces secundarias, aisladas o en 2-3 grupos de hasta 20 nódulos que rodean a la raíz ..... ***L. brachypremnon***
- 2'. Arbustos de más de un metro de alto, al menos en la base lignificados, con ramificaciones terciarias o superiores ..... 3
3. Ramificaciones tomentosas, folíolos elípticos, con pubescencia vellosa en ambas caras ..... 4
- 3'. Ramificaciones no tomentosas, folíolos elípticos con pubescencia sericea, más densa en la cara abaxial. Diámetro en cuello de la raíz hasta 11 cm. Racimos de hasta 15 cm, con flores azules y mácula amarilla cremosos, dispuestas en 5-6 verticilos irregulares de 5-6 flores cada uno, pedúnculo floral de 5,3-6,7 cm de largo cubierto de pelos sericeos; pedicelos con pigmentación rojiza en la base. Nódulos bacterianos, ligeramente elípticos o depresas, con ornamentos visibles, de 10-11 y 8-9 mm de diámetro; localizadas en raíces secundarias y terciarias principalmente, aisladas o en grupos de hasta 8 nódulos que rodean a la raíz ..... ***L. paniculatus***

4. Racimo con flores azules y mácula amarillo-cremoso, dispuestas en 5-9 verticilos irregulares de 5 flores cada una, pedúnculo floral de 26-27 mm de largo, pedicelos con ligero pigmento antocianico en la base. Nódulos bacterianos esféricos o elipsoidadales; en plantas jóvenes situado cerca al cuello de la raíz, aislados y en adultas entre la raíz primaria y nacimiento de las secundaria en 1-2 grupos de hasta 18 nódulos ..... **L. subtomentosus**
- 4' Racimo con flores azules y macula amarilla, dispuestas en 5-6 verticilos irregulares de 5 flores cada uno, pedúnculo floral de 10,5-13 mm de largo, pedicelos sin pigmento antocianico en la base. Nódulos bacterianos esféricos o elipsoidales, distribuidas en raíces secundarias y terciarias principalmente, aisladas o en grupos de hasta 5 nódulos que rodean a la raíz .... **L. eriocladus**
5. Planta completamente herbácea .....6
- 5' Sufrutice ..... 7
6. Hierba vellosa, erguida de hasta 30 cm de alto, tallos fistulosos, con 7-10 foliolos elípticos, con ligero pigmento antocianico. Racimo con flores azules y mácula blanco-cremoso dispuestas en verticilos de 4-5 flores. Nódulos bacterianos pleomórficos, aislados o en grupos de hasta 8 nódulos, pero dispuestos en un solo lado de la raíz principal o secundaria .....  
..... **L. Lyndleyanus**
- 6'. Hierba vellosa, erguida de hasta 1,40 m de alto, tallos compactos de 3-3,5 cm de diámetro, con pelos de hasta 11 mm, hojas imbricadas, con 13-15 foliolos elípticos, pubescentes en ambas caras. Racimo de 50-65 cm de largo, con flores lilacinas dispuestos en verticilos completamente irregulares de 300-350 flores. Nódulos bacterianos esféricos, hasta 120 por planta, a veces fusionados



entre sí, situados principalmente en raíces secundarias y terciarias

..... ***L. weberbaueri***

7. Plantas erguidas ..... 8

7'. Plantas postrado-ascendente, con ramificaciones desde la base .....9

8. Tallo fistuloso, hasta 1,50 m, verde claro brillante, partes florales glabras, sin pigmentación antociánica, 7-foliolos, racimo dispuestos en 4-6 verticilos irregulares de 4-5 flores cada una; flores azules con máculas amarillas o blancas, pedúnculo de 8-12 cm de largo, con una ligera pigmentación antociánica en la base. Nódulos bacterianos pleomórficos, hasta 25-30 por planta, algunas veces fusionados, situados principalmente a lo largo de las raíces secundarias y cercanas al cuello de la raíz ..... ***L. mutabilis***

8'. Tallo compacto, hasta 70 cm, verde oscuro, partes florales glabros y con marcado pigmento antociánico, 8-foliolos, racimos irregulares; flores púrpura violáceas con máculas amarillas o cremoso, pedúnculo de 5,5-7 cm de largo. Nódulos bacterianos pleomórficos, hasta 15-30 por planta aislados o algunas veces fusionados entre sí, algunas en raíces primarias, pero principalmente en parte media y terminal de las raíces secundarias ..... ***L. aff. mutabilis***

9. Tallo pubescente y subvelloso, poco ramificado, hasta 15 cm de alto; con 11-12 foliolos, con una sola inflorescencia racimosa, flores azules y mácula blanquecina en 8-9 verticilos de 5 flores cada una, pedicelos con ligera pigmentación antociánica. Nódulos bacterianos redondeados, aislados, hasta 10 por planta; distribuidos principalmente en la parte media y distal de las raíces primarias. .... ***L. aridulus***

9'. Tallo sericeo, muy ramificado, hasta 20 cm de alto; con 6-8 foliolos. Por cada

ramificación, una sola inflorescencia racimosa, flores azules y mácula blanca brillante en 4-5 verticilos de 4- 5 flores cada una, pedicelos con intensa pigmentación antociánica. Nódulos bacterianos redondeados, hasta 15 por planta; distribuidos de manera irregular a lo largo de las raíces primarias .....

..... ***L. carazensis***

### 4.3 DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

#### 1. *Lupinus brachypremnon* C.P.Sm. (Figura 8)

Smith, C.P. 1941. Species Lupinorum. 19: 294-295

**Arbusto** de 0,90 – 1 m de alto. **Raíces** alorrizas las primarias y secundarias, de 25 – 30 cm de largo, por 1,5 – 1,7 cm de diámetro en el cuello, blanquecinos, lignificados; **nódulos bacterianos** esféricos, cremosos con ornamentos marrones, distribuidos en el cuello de la raíz y raíces secundarias, reunidos en 2-3 glomérulos de 15-20 nódulos que rodean a la raíz; cada uno 5 – 7 mm de largo por 3 – 4 mm de diámetro, las más viejas distribuidas en el área distal. **Tallos** ampliamente ramificados, de 1,8 – 2 cm de diámetro en la base; cilíndricos, fistulosos, suaves al tacto; tallos viejos glabros marrones con manchas negras, lignificados; tallos jóvenes glabros, glaucos, débiles. **Hojas** alternas. Estípulas deltoideas a filiformes, de 6,5 – 6,7 mm de largo por 1 – 1,2 mm de diámetro, débiles, flexibles, verdes, pubescentes, pelos simples seríceos. Peciolos de 3,5 – 4 cm de largo, por 0,2 – 0,3 cm de diámetro en la base, rojizo el área apical y verde el área basal, resistentes y curvados, rodeados por pelos simples seríceo. Foliolos 7(-8), elípticos, membranáceos, suculentos, verdes, glabros en ambas superficies, foliolos mayores 5,2 – 5,3 cm de largo por 1,3 – 1,4 cm de ancho; foliolos menores 4,9 – 5 cm de largo por 1,3 – 1,4 cm de ancho. Racimos dispuestos en 5 (-8) semiverticilos, pedúnculo basal glauco, distal rojizo, erectos, de (7-) 17 – 21 cm de largo por 2,5 – 2,6 cm de diámetro; opuestos a las hojas, cilíndricos, pubescentes rodeados por pelos simples, seríceos, pedicelos rojizo – vinosos, erectos, filiformes, de 11 – 12 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro rodeados por pelos simples seríceos.

**Flores** 18 en antesis y 6 cerrados en promedio por inflorescencia. Cáliz cortamente tubular, de 13 – 13,1 mm de diámetro en antesis, verde –oscuro, exterior pelos simples, seríceos; interior glabro, tubo de 2 – 2,5 mm de largo por 4,9 – 5 mm de diámetro; 5 dientes (2 superiores de 9 – 9,1 mm de largo por 2,5 – 2,6 mm de ancho; 2 laterales filiformes de 2 – 2,1 mm de largo por 0,5 – 0,6 mm de ancho y uno basal de 9,9 – 10 mm de largo por 3 – 3,1 mm de ancho) deltoideos, succulentos, rodeado por pelos simples seríceos. Corola papilionada, morado de 18 – 19 mm de diámetro en antesis; estandarte de 15,5 – 17 mm de largo por 18 – 20 mm de ancho, con el limbo oblongo morado intenso, con una franja rectangular amarillo en la mitad, externa e internamente glabros, uña obdeltoidea, blanquecino, glabro conde 1,9 – 2 mm de largo por 3,9 – 4 mm de ancho; alas 2, limbo semiorbicular, de 15,5 – 16,2 mm de largo por 12 – 12,5 mm ancho, morado, glabras externa e internamente, uña rectangular, de 3 – 3,1 mm de largo por 2 – 2,5 mm de ancho blanquecino, glabro; quilla (2 lóbulos soldados) falcado, de 12 – 12,5 mm de largo por 8 – 9,5 mm de ancho, blanco en la base y morado intenso en el ápice, con algunos pelos seríceos en el área distal superior; uña rectangular de 2 – 3 mm de largo por 1 – 1,5 mm de ancho, blanquecino, glabra externa e internamente. Estambres 10, exertos, 5 largos de 8,9 – 9 mm de largo y 5 cortos de 3,8 – 4 mm de largo, filamentos con el área libre filiforme, blanquecinos, glabros, de diferente longitud; el área soldado de 8,5 – 9 mm de largo; anteras angostamente cilíndricas, de 3 – 3,1 mm de largo por 0,9 – 1 mm de diámetro, anaranjados, sin mucrón apical. **Ovario** de 5,4 – 5,5 mm de largo por 1 – 1,5 mm de diámetro cilíndrico, adpreso, rodeado por pelos seríceos en el área

distal, estilo filiforme, incluso, blanquecino, de 9 – 10,1 mm de largo; estigma capitado, verde, rodeado de pelos seríceos. **Legumbre** linear de 4,8 – 5,8 cm de largo por 1,2 – 1,4 cm de diámetro, cubierto por pelos, cáliz seco persistente. **Semillas** 5 – 6 por ovario, reniformes, sin ornamentaciones, de 8 – 9 mm de largo por 6 – 6,2 mm de diámetro.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, al norte del Caserío Ñahuin, Área el Tingo 3750 m, 3 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2707(F, HAO).

### **Distribución y Ecología**

Habita en laderas y terrenos abandonados, húmedos y arenosos, al NO de Corongo (Tingo), aunque se ha encontrado también en el distrito de Cuzca, Corongo, Ancash. En la zona estudiada, crece entre plantas de *Astragalus garbancillo*, *Lupinus mutabilis* (Fabaceae), *Jaltomata yungayensis* (Solanaceae), *Achyrocline alata*. (Asteraceae), *Rubus robustus* (Rosaceae), *Rumex acetosella* (Polygonaceae), *Paspalum pygmaeum.*, *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), *Verbena littoralis* (Verbenaceae), *Buddleja bullata* (Loganiaceae), desde los 3300 – 3400 m de altitud. Es una especie abundante en la región, por lo que no está en peligro de extinción; aunque algunos investigadores lo han reportan como una especie vulnerable.



**Figura 8.** *Lupinus brachypremnon* C.P. Sm. **A.** Hábito: arbusto (0.9-1 m), **B.** Inflorescencia racimosa (5-8 verticilos irregulares), **C.** Nódulos bacterianos en raíces primarias y secundarias dispuesto en glomérulos, **D.** legumbre (4.8-5.8 cm), **E.** Colonia de *Bradyrhizobium* em medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2707)

**2. *Lupinus paniculatus*** Desr. (Figura 9)

de Lamarck, J.B. & L. A. J. Desrousseaux, L. A. 1792. Encyclopédie Méthodique, Botanique. 3(2): 624

**Arbusto** de 1,20 – 1,80 (-1,90) m de alto, arbusto. **Raíces** alorizos de 80 – 90 cm de largo por 10 – 11 cm de diámetro a ras del suelo, los principales, y de 1 – 1,10 cm las raíces secundarias, marrón – blanquecinos, lignificados; **nódulos bacterianos** de 10 – 11 mm de largo, por 8 – 9 mm de diámetro, principalmente globosos, algunos depresos, marrón claro a cremosos, con ornamentos, se distribuyen en las raíces terciarias solamente, de 15 – 20 por planta, algunos en glomérulos fusionados de 2-4 nódulos. **Tallos** ampliamente ramificados, de 10 – 11 cm en la base, erectos, compactos, lignificados, cilíndricos, marrón con agrietamiento las antiguas, compactos, cilíndricos, rodeados por una cobertura de pelos, simples seríceos los jóvenes. **Hojas** alternas. Estípulas deltoideas, o ligeramente falcadas, torcidas en el ápice, débiles, verdes, de 11 – 12 mm de largo, por 2- 2,1 mm de diámetro, rodeadas por pelos simples seríceos. Peciolos de 4 – 6 cm de largo, por 0,15 – 0,20 cm de diámetro en la base, débil, succulento, verdes, y rojizos el área basal – superior, rodeada por pelos simples seríceos. Foliolos elípticos 7-8(-9) de 5,8 – 6,5 cm de largo, por 1 – 1,1 cm de ancho, succulentos, verde, rodeado por pelos cortos simples, seríceos, verde la cara adaxial y pelos simples seríceos blancos, la cara abaxial. Racimos con antesis asincrónica, (10 – 18 en antesis y 6 – 10 en botón) dispuestas en 5-6 verticilos irregulares de 4-5 flores cada una; inflorescencia de 9,5 – 10,5(-15) cm de largo. Pedúnculo de 5,3 – 6,7(-9,5) cm de largo por 0,25 – 0,30 cm de ancho, glauco, flexible, succulento, rodeado por una cobertura de pelos simples seríceos; pedicelos de 6 – 9 mm de largo, por 1 – 1,1 mm de diámetro, rojizo,

suculento, débil, rodeado por pelos simples seríceos; **Flores** 16 – 30, por inflorescencia. Cáliz tubular, de 10 – 13 mm en la antesis, morado, tubo de 2 – 2,5 mm de largo por 5 - 5,1 mm de diámetro, rodeado por pelos simples seríceos, 5 dientes (2 superiores de 6 – 6,5 mm de largo por 5 – 5,1 mm de ancho, y 3 inferiores de 9 – 9,1 mm de largo, por 4,5 – 4,6 mm de ancho), rodeado por una cobertura de pelos simples seríceos. Corola papilionada, de 14 – 18 mm de diámetro en la antesis; estandarte de 13 – 13,2 mm de largo por 20 – 20,2 mm de ancho, con el limbo oblongo o ligeramente orbicular, morado el área lateral, amarillo en el centro, vinoso en el ápice, externa piloso, hasta cerca de la base, interior glabro; uña deltoide, de 2,5 – 3 mm de largo por 3 – 3,1 de ancho, blanco, glabro interno y externamente, alas de 15 – 15,5 mm de largo por 10,5 – 11 mm de ancho, limbo semioblongo, azul, glabro externo e internamente, uña lineal, de 2,5 – 3 mm por 0,5 – 1 mm de ancho, blanco, glabro externo e internamente, quilla, de 12 – 12,1 mm de largo por 5 – 5,1 mm de ancho, limbo falcado, lila claro en la base, morado intenso el área apical, glabro externo e internamente; uña linear, de 2,5 – 2,6 mm de largo, por 0,5 – 0,6 mm de ancho, blanca, glabra externa e internamente. Estambres 10, exertos, filamentos con el área libre, verdoso, glabro, 5 largos (de 3,5 – 3,6 mm de largo) y 5 cortos (3,2 – 3,3 mm de largo); anteras oblongas sin mucrón apical, anaranjados, los largos (2,5 – 2,6 de largo, por 1 – 1,1 mm de diámetro), los cortos (0,5 – 0,6 mm de largo, por 0,5 – 0,6 mm de diámetro). Ovario cónico compreso, rodeado por pelos simples seríceos, de 9 – 9,1 mm de largo por 1 – 1,5 mm de diámetro; estilo filiforme, verdoso, de 9 – 9,5 mm de largo; estigma capitado, verde, pelos blancos seríceos. **Legumbre** linear de 23 – 28 mm de



largo, por 9,5 – 10 mm de diámetro, marrón, rodeados por pelos simples seríceos con el cáliz seco persistente. **Semillas** 4 (2 grandes fértiles y 2 pequeños infértiles) por legumbre, reniformes de 4,5 – 5 mm de largo por 3 – 3,1 mm de diámetro, marrón oscuro con manchas negras.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Cerro El Tingo, aproximadamente a 15 km al norte de Corongo, 3800 m, 4 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2716 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Aparentemente endémica de las laderas arenosas y terrenos húmedos al NO del distrito de Corongo (Tingo), se le encuentra siempre cerca de formaciones acuosas, creciendo entre *L. weberbaueri* (Fabaceae), *Calamagrostis brevifolia*, *Stipa ichu* (Poaceae), *Rumex acetosella* (Polygonaceae), *Buddleja bullata* (Loganiaceae), alrededor de 3750 m de elevación. Es una especie abundante en la región, por lo tanto no está en peligro de extinción.



**Figura 9.** *Lupinus paniculatus* Desr. **A.** Hábito: Arbusto (1.20-1.80 m) **B.** Inflorescencia racimosa (5-6 verticilos irregulares), **C.** Nódulos bacterianos en raíces terciarias, **D.** legumbre (23-28 mm), **E.** Colonia de *Bradyrhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2716)

### 3. *Lupinus subtomentosus* C.P. Sm. (Figura 10)

Smith, C. P. 1945. Species Lupinorum 31: 542-543

**Arbusto**, de 1.20 – 1.60 m de alto. **Raíces** alorrizos, las primarias y secundarias de 15 – 30 cm de largo, por (1.5-) 3 – 3.5 cm de diámetro en el cuello, marrones, lignificados; **nódulos bacterianos** 12 – 18 por planta, cremoso – amarillentos, esféricos a elipsoidales, de 3 – 5.2 mm por 2 – 5 mm de diámetro mayor y menor respectivamente, sin ornamentos superficiales, distribuidos en las raíces secundarias y terciarias. **Tallos**, ampliamente ramificados; de 4 – 4.5 cm de diámetro en la base, tallos viejos glabros, marrones con manchas negras, lignificados, ásperos al tacto, cilíndricos, compactos; tallos jóvenes pubescentes, pelos seríceos, simples glaucos, débiles, suaves al tacto, cilíndricos, compactos. **Hojas** alternas. Estípulas falcadas, blandas flexibles, succulentos, glaucas, pubescentes, de 15 – 17 mm de largo por 3 – 3,1 mm de diámetro, 7 – 8(-9). Peciolos de 4,5 – 6,4 cm de largo, por 0,2 – 0,3 mm de diámetro en la base, glaucos, a veces rojizos en el área basal, blandos o succulentos, rodeados de pelos simples seríceos. Foliolos, elíptico membranoso, verde claro a glauco, cara adaxial y abaxial cubierto por pelos simples, seríceos, más denso en la cara inferior; foliolos mayores de 7,2 – 7,6 cm de largo, por 1,6 - 1,7 cm de ancho; lóbulos menores de 6 – 7,5 cm de largo por 1,5 – 1,6 cm de ancho. Racimos terminales, Pedúnculos verdes a glaucos, de 26 – 26,5 mm de largo por 3 – 4 mm de diámetro en la base, rojizos en el área distal, ligeramente curvados en el área apical, ubicados en las ramas terminales, rodeados por una pubescencia seríceo. **Flores** dispuestos en 5-9 verticilos irregulares de 5 flores cada uno, pedicelos rojo vinoso, erectos y

suculentos, de 7 – 9 mm de largo por (1-) 1,3 – 1,5 mm de diámetro rodeados por pelos simples seríceos. Cáliz cortamente tubular de 15 – 16,2 mm de diámetro en la antesis, vinoso – morado en el área basal, blanquecino en el área distal, externamente piloso, con pelos simples seríceos, interior glabro, tubo de 3,9 – 4,1 mm de largo por 4 – 5 mm de diámetro, lóbulos 5 ( 2 superiores soldados, 2 laterales filiformes y uno inferior como quilla) deltoideos, suculentos, rodeados por pelos simples seríceos, 2 a 2,5 veces más largos que el tubo calicino, de 6,8 – 7 mm de largo por 3,4 – 4 mm de ancho las superiores, de 4 – 4,5 mm de largo por 1 – 1,1 mm de ancho los laterales y de 9 – 10 mm de largo por 3 – 3,5 mm de ancho el basal. Corola papilionada, morado, de 20 – 20,2 mm de diámetro en la antesis; estandarte de 15 – 16 mm de largo por 17 – 18 mm de ancho, con el limbo oblongo a ovado, morado con una franja rectangular amarillo en la mitad, con pelos seríceos el área central externa, glabra el área interna, uña de 2 -3 mm de ancho obdeltoidea, corta blanquecina, área basal glabra, verde, alas 2, limbo ligeramente orbicular , morado, glabro, externa e internamente, de (15,5) 16 – 17 mm de largo por 11 – 12,1 mm de ancho, uña obdeltoidea, de 2 – 2,2 mm de largo por 1 – 1,5 mm de ancho, blanquecino, glabro externa e internamente, quilla de (12,5-) 13 – 14 mm de largo por 5,9 – 6,1 mm de ancho, limbo falcado, blanquecino en la base, morado en el ápice, glabro externa e internamente, uña rectangular blanquecino, de 3,4 – 3,5 mm de largo por 2 – 2,1 mm de ancho, glabro externa e internamente; Estambres 10, exsertos, filamentos con el área libre blanco, glabros de 2,4 – 2,5 (-3) mm de largo, área soldada glabro, aproximadamente 3 veces el área libre, de 9 - 9,2 mm de largo; anteras angostamente oblongas,

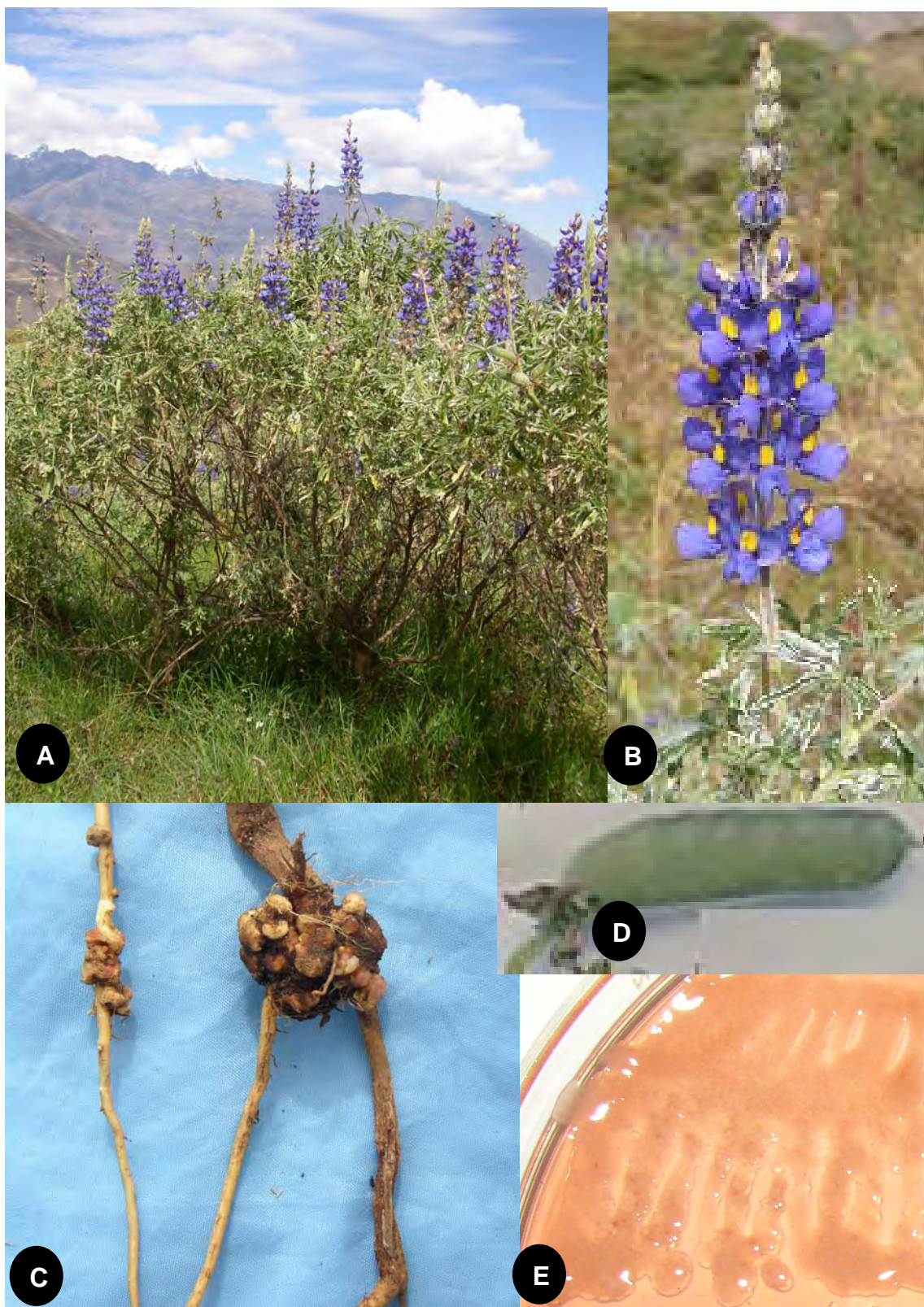
anaranjado intenso, sin mucrón apical, de 2,9 – 3,1 mm de largo por 1 -1,1 mm de diámetro. Ovario verde, oblongo, depreso, de 4 – 4,1 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro, rodeado con pelos seríceos en el área superior, estilo filiforme, incluso, verdoso, de 6,8 – 7,2 mm de largo; estigma capitado, verde pequeño. **Legumbre** linear a ligeramente falcado, de 4 – 4,5 cm de largo por 1 – 1,1 cm de diámetro, estilo persistente rodeado por pelos seríceos, cáliz seco persistente. **Semillas** reniforme, 6 – 7 por ovario, sin ornamentos (lisos), de 6,8 – 7,2 mm de largo por 4,9 – 5,1 mm de diámetro.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, al norte del caserío Ñahuin, Área Tingo, 3750 m, 3 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2705 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Propia de las laderas y terrenos abandonados, crece al NO del distrito de Corongo (Tingo, Tauribamba), entre 3300 – 3390 m de altitud, conjuntamente con plantas de *Senna birostris*, *Astragalus garbancillo* (Fabaceae), *Caiophora sepiaria* (Loasaceae), *Jaltomata yungayensis* (Solanaceae), *Bidens pilosa*, *Barnadesia dombeyana* (Asteraceae), *Rubus robustus* (Rosaceae), *Rumex acetosella*, *R. crispus* (Polygonaceae), *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), *Verbena littoralis* (Verbenaceae), *Buddleja bullata* (Loganiaceae). Dado los reportes y su abundancia en la región no está en peligro de extinción.



**Figura 10. *Lupinus subtomentosus* C.P. Sm. A. Hábito: Arbusto (1.20-1.60 m) B. Inflorescencia racimosa (5-9 verticilos irregulares), C. Nódulos bacterianos en raíces secundarias, D. legumbre (4-4.5 cm), E. Colonia de *Bradyrhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2705)**

#### 4. *Lupinus eriocladus* Ulbr. (Figura 11)

Ulbrich, O.E. 1906. Botanische Jahrbuecher fuer Systematik. 37(5):549-550

**Arbusto** de 1,50 – 1,60 m de alto, se ramifica a partir de (20 -) 30 – 50 cm de la base. **Raíces** alorricas, primarias y secundarias, de 25 – 33 cm de largo, por 1-3 cm de diámetro a nivel del suelo, lignificadas; **nódulos bacterianos** de 2 – 4 mm por 3 – 3,5 mm de diámetro, esféricos o elipsoidales, cremoso – amarillentos, sin ornamentaciones, distribuidos en las raíces primarias y secundarias, aproximadamente 15 – 30 por planta, generalmente individuales, pocas veces 2-3 fusionados. **Tallos** ampliamente ramificados, de 2,5 – 3 cm de diámetro en la base; tallos adultos glabros, marrones, lignificados, cilíndricos, compactos; tallos jóvenes débiles, cilíndricos, compactos, con densa cobertura de pelos simples, seríceos. **Hojas** alternas. Estípulas deltoideas, verdes de 11-15 mm de largo y 3-3.2 mm ancho, pubescente. Peciolos de 6,4 – 7 mm de largo por 2 – 2,5 mm de diámetro en la base, glaucos. Foliolos elípticos 7 (-9), de 6,7 – 6,8 cm de largo por 1,8 – 2 cm de ancho, membranacea a suculenta, glaucas, superficie adaxial y abaxial con pelos simples seríceos. Inflorescencia terminal asincrónica. Pedúnculo verde, de (7,5-) 10,5 – 13,3 cm de largo por 5 – 6 cm de diámetro, ligeramente curvado. **Flores** 15 – 25 en antesis, (-8) 10 – 14 cerrados o en botones, dispuestos 4-6 verticilos irregulares de 5 flores cada una, a veces con inserción irregular. Pedicelo de 5,5 – 7 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro, marrones, débiles, suculentos principalmente en la parte superior, rodeado por pelos simples seríceos. Cáliz tubular, con pelos seríceos, de 12 – 16 mm de diámetro en la antesis, morado; tubo de 2,8 – 3 mm de largo por 4 – 4,5 mm de diámetro, 5 dientes (2 superiores de 8,5 – 9,1 mm de largo por 4,9 – 5 mm de ancho y 3 inferiores de 7,9 – 8,1 mm de largo por 4,5 – 4,6 mm de ancho), deltoideos, suculentos. Corola papilionada, morado, de 18 – 19 mm de diámetro en la antesis; estandarte de 14,9 – 15,1 mm de largo por 17,9 – 18,1 mm de ancho, con el limbo orbicular o ligeramente oblongo, morado en los márgenes y una franja rectangular amarilla en el área central, glabra el área interna, algunos pelos seríceos en el área externa; uña corta, deltoidea, blanca,

glabra, de 1 – 1,5 mm de largo por 3 – 3,5 mm de ancho; alas 2, limbo semiorbicular o ligeramente oblongo, glabra externa e internamente, de 15,9 – 16,1 mm de largo por 9,9 – 10,1 mm de ancho; uña linear, blanco o verdosa en la base, glabra interna y externamente, de 1,8 – 2 mm de largo por 0,6 – 1 mm de ancho; quilla de 11,5 – 12 mm de largo por 5,5 – 6 mm de ancho, con el limbo falcado, blanco en la base, lilacino en la parte media, y morado intenso en el área apical; glabra o con algunos pelos simples, seríceos en el borde superior distal, uña linear, blanquecina, glabra externa e internamente, de 2 – 2,2 mm de largo por 0,5 – 0,7 mm de ancho. Estambres 10, exertos, filamentosos, con el área libre blanco, glabros, 5 largos (de 3 – 3,5 mm de largo), y 5 cortos (2 – 2,5 mm de largo), área soldada glabra, verdosa, de 7 – 8,5 mm de largo; anteras oblongas, anaranjado intenso, sin mucrón apical, heterodínamos, los más grandes de 2,5 – 2,6 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro, las cortas de 0,5 – 0,6 mm de largo por 0,5 – 0,6 mm de diámetro. Ovario largamente cónico, adpreso, de 6,8 – 7,1 mm de largo por 2 – 2,1 mm de diámetro, rodeado por pelos seríceos; estilo filiforme, exerto, verdoso, de 8,5 – 9 mm de largo; estigma puntiforme, con pelos blancos. **Legumbre** linear, de 2,6 – 3,6 cm de largo por 0,9 – 1 cm de diámetro, rodeado por una densa cobertura de pelos seríceos, cáliz persistente. **Semillas** reniformes, marrones con manchas negras, 4 – 6 por ovario, de 5 – 6,1 mm de largo por 3,9 – 4,1 mm de diámetro.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Cerró Namus, al este del Distrito de Corongo, 3510 m, 4 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2711 (F, HAO).

### **Distribución y Ecología**



Habita en laderas secas y arcillosas, así como en terrenos abandonados húmedos, bordes de camino al este del distrito de Corongo (Namus), entre plantas de *Bidens pilosa*, *Baccharis chilco* (Asteraceae), *Bartsia bartsioides*, *Calceolaria cuneiformis* (Scrophulariaceae), *Paspalum bonplandianum*, *Calamagrostis brevifolia* (Poaceae), *Margyricarpus pinnatus* (Rosaceae), desde 3540 – 3560 m de elevación. Es una especie abundante en la región, por lo tanto se considera que no esta en peligro de extinción.



**Figura 11. *Lupinus eriocladius* Ulbr C.P. Sm.** A. Hábito: Arbusto (1.50-1.60 m) B. Inflorescencia racimosa (4-6 verticilos irregulares), C. Nódulos bacterianos en raíces primarias y secundarias, D. legumbre abierta (2.6-3.6 cm), E. Colonia de *Bradyrhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2711)

**5. *Lupinus lindleyanus*** J. Agardh. (Figura 12)

Agardh, J.G. 1835. Synopsis Generis Lupini 9.

**Hierba** erecta, de 18 – 25 cm de alto. **Raíces**, alorrizos primaria y secundaria, de 15 – 20 cm de largo, 4,5 – 5 mm de diámetro en el cuello, blanquecinos; **nódulos bacterianos** cremosos, pleomórficos, básicamente distribuidos en la raíz principal, generalmente a un solo lado de la misma, 15 – 20 por planta, aislados o en glomérulos de 3-4 nódulos fusionados, con ornamentos externos color marrón claro. **Tallos** cilíndrico compacto de 4,5 – 5 mm de diámetro en la base, densamente pubescentes, pelos seríceos, simples, glaucos, suculentos, **Hojas** alternas. Estípulas largamente deltoideas, de (9-) 13 – 14 mm de largo por 1,5 – 2 mm de diámetro, débiles, membranáceas, verdes, densamente cubiertas por pelos seríceos. Peciolos de (5,5-) 8,5 – 9 cm de largo por 0,3 – 0,4 cm de diámetro en la base, verde el área distal, rojizo en los bordes y base, débiles, suculentos, rodeados por pelos simples seríceos de 3 – 3,5 mm de largo. Foliolos (7-) 9 – 10, elípticos, de 30 – 36 mm de largo por 9 – 9,5 mm de ancho, membranosos, verde oscuros, glabros, o escasa pubescencia sericea en los bordes de la cara adaxial, cara abaxial verde claro, glabrescente con algunos pelos dispersos principalmente en la nervadura principal. Inflorescencia terminal. Pedúnculos morado, suculentos, de 4,6 – 4,5 (7,3) cm de largo, por 2 – 2,5 mm de diámetro, ubicados en las ramas terminales, cubiertos por una pubescencia de pelos simples, seríceos. **Flores** 20 – 22(-25) por inflorescencia, dispuestas en 4-5 verticilos de 5 flores cada uno, a veces 4, raramente dispersos, pedicelos de 1 – 1,1 mm de largo por 0,9 – 1 mm de diámetro, morados, débiles, suculentos, densamente cubiertos por pelos seríceos. Cáliz

gamosépalo, de 5,5 – 6 mm de diámetro durante la antesis, verdes; tubo de 2 – 2,1 mm de largo por 2 – 2,2 mm de diámetro, en su parte externa rodeado por una densa cobertura de pelos seríceos, simples, interior glabro. Lóbulos 6 (2 superiores soldados, 2 laterales libres y 2 inferiores soldados), de 1 – 1,2 mm de largo por 2 – 2,5 mm de ancho los superiores; 1 – 1,2 mm de largo por 0,3 – 0,5 mm de ancho los laterales, y 6 – 6,5 de largo por 2 – 2,5 mm de ancho los inferiores, deltoideos, succulentos, débiles, morado intenso el área distal cubiertos densamente por pelos simples de color blanco. Corola papilionada, de 9 – 10,5 mm de diámetro en la antesis, morado intenso; estandarte con el limbo oblongo a orbicular, de 7,5 – 8 mm de largo por 8,8 – 9,1 mm de ancho, morado el área lateral, una franja rectangular de color amarillo en el centro y lila el área distal, glabra externa e internamente, uña obdeltoidea, blanca, glabra externa e internamente, de 1,5 – 2,1 mm de largo por 3,4 – 3,6 mm de ancho; alas semiorbiculares, glabros externa e internamente, de 8,8 - 9,1 mm de largo, por 5 – 5,5 mm de ancho, uñas rectangulares o deltoideas, de 1 – 1,1 mm de largo por 0,5 – 0,6 mm de ancho, blancas, glabras externa e internamente; quilla con el limbo falcado, de 7,5 – 8,2 mm de largo por 3 – 3,5 mm de ancho, blanco el área basal y morado el área distal, glabro, o con algunos pelos en el área superior distal, , uñas lineares, blancas, glabras, de 1,5 – 2 mm de largo por 0,2 – 0,3 mm de ancho. Estambres 10, exertos, filamentos con el área libre, blanquecinos, glabros, aproximadamente de igual largo, de 3,5 – 4 mm de largo, área soldada, glabra, verde, de 5 – 5,2 mm de largo; anteras en dos tamaños (5 largos de 0,9 – 1 mm de largo por 0,4 – 0,5 mm de diámetro, y 5 cortos de 0,3 0,4 mm de largo por 0,1 – 0,2 mm de diámetro), oblongas,

anaranjado intenso, sin mucrón apical. Ovario linear o largamente cónicos, de 4 – 4,5 mm de largo por 1,5 - 2 mm de diámetro, depreso, verde, piloso, rodeado por pelos seríceos, estilo filiforme, exerto, verde, de 4,5 – 5 mm de largo, estigma capitado, verde, pequeño, rodeado por pelos seríceos. **Legumbre** linear, de 22 – 26 mm de largo por 7 – 9 mm de ancho, densamente pubescente, cáliz y corola secos persistentes. **Semillas** 3 – 5 por ovario, reniformes, de 4,3 – 4,5 mm de largo por 3 – 3,1 mm de ancho, con ornamentos marron oscuros.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Área Ecanca - Llajtsi al este del distrito Corongo, 3520 m, 4 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2709 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Hasta ahora se ha colectado solo en las laderas secas y borde de carretera entre Ecanca – Llajtsi , al NE de Corongo. Crece en terrenos franco arenosos y arcillosos, entre plantas de *Bidens pilosa*, *Baccharis chilco*, *Achyrocline alata* (Asteraceae), *Calceolaria cuneiformes*, *Bartsia bartsioides*. (Scrophulariaceae), alrededor de 3400 – 3520 m de elevación. Es una especie abundante en la región, por lo tanto no está en peligro de extinción.



**Figura 12.** *Lupinus lindleyanus* J. Agardh. **A.** Hábito: Hierba (18-25 cm), **B.** Inflorescencia racimosa (4-5 verticilos), **C.** Nódulos bacterianos en raíces primarias, **D.** legumbre (22-26 mm) **E.** Colonia de *Mesorhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2709).

6. *Lupinus weberbaueri* Ulbr. (Figura 13)

Ulbrich, O.E.1906. Botanische Jahrbuecher fuer Systematik. 37(5):541-542

**Hierba** de 1,20 – 1,40 m de alto, sin ramificaciones. **Raíces** alorrizos, primarias y secundarias de 50 – 60 cm de largo, blanco amarillentas, lignificados, **nódulos bacterianos** de 5 – 10 mm de largo por 4,5 – 7 mm de diámetro, pleomórficas en su mayoría, globosos algunas veces, marrón claro o marrón cremoso, sin ornamentaciones, distribuidos principalmente en las raíces secundarias, 40 – 80- (-100), a veces fusionados entre sí. **Tallos** únicos de 3 – 3,5 cm de diámetro en la base, erectos, lanosos, pelos seríceos largos, de 10 – 11 mm de largo, glaucos, carnosos o suculentos, lignificados solo en la base, cilíndricos, compactos. **Hojas** imbricadas. Estípulas de (4-) 6 – 6,3 cm de largo por 0,6 – 0,7 cm de diámetro, deltoideos y enrollados en espiral en el área distal, rodeados por una cubierta de pelos seríceos; vaina verdosa de 3 – 3,1 cm de largo por 2,5 – 2,7 cm de diámetro, rodeada por pelos seríceos. Pecíolo 20 – 32 cm de largo por 1,5 – 1,7 cm de diámetro en la base, verde, débiles, suculentos, rodeados por pelos simples seríceos. Foliolos 13- 15, elípticos, de 11 – 12 cm de largo por 1,9 – 2 cm de ancho, suculentos, verde, rodeado por pelos simples seríceos en ambas superficies. Inflorescencia de 52 – 64 cm de largo, por 5 – 6 cm de diámetro, suculenta, cilíndrica, débil curvada en el área distal; pedúnculo verde, suculento, curvada el área distal, de 12 – 19 cm de largo, por 2 – 2,7 cm de diámetro; **Flores** 300 – 350 por inflorescencia, dispuestas en hileras oblicuas de 13 – 14 flores por vuelta, pedicelos de 5 – 6,5 mm de largo, por 1,5 – 2 mm de diámetro, verde oscuro, débil, flexible rodeado por pelos simples seríceos. Cáliz tubular de 12 – 16 mm de diámetro en la

antes de la flor, verdoso, tubo piloso externo, pelos seríceos de 3 – 3,1 mm de largo por 4,9 – 5 mm de diámetro; lóbulos 5, deltoideos, succulentos, verdes, rodeado por una cobertura de pelos seríceos simples, interior glabro, los superiores de 6,5 – 7 mm de largo por 2,5 – 3 mm de ancho, los inferiores de 10,9 – 11 mm de largo por 3 – 3,1 mm de ancho; corola papilionada morado, de 16 – 17 mm de diámetro en antes de la flor; estandarte con el limbo ovado, de 17 – 18 mm de largo por 16 – 16,5 mm de ancho, lila claro en las áreas laterales, con una franja lila intenso en el área central, glabra interna y externamente, uña obdeltoidea, blanca glabra interna y externamente, de 3 – 3,1 mm de largo por 3 – 3,5 mm de ancho; alas de color lila, glabro externo e internamente, de 16 – 16,2 mm de largo por 10 – 10,2 mm de ancho, uña linear, blanca, glabra externa e internamente, de 3 – 3,1 mm de largo por 0,5 – 1 mm de ancho; quilla con el limbo falcado, lilacino en el área basal, lila intenso en área distal, glabro, a veces algunos pelos simples, seríceos en el área superior distal, uña linear blanca, glabra interna y externamente, de 2,5 – 3 mm de largo, por 1 – 1,1 mm de ancho; estambres 10, exsertos, filamentos del área libre, filiformes, blanquecinos, glabros, heterodinamos, 5 largos de 4,5 – 5 mm de largo, 5 cortos de 4,4 – 4,5 mm de largo, área soldada blanquecina, glabra, de 8,5 – 9 mm de largo; anteras oblongas, anaranjado intenso, sin mucrón apical, de 3 – 3,1 mm de largo por 0,9 – 1 mm de diámetro, los grandes y de 0,5 – 0,6 mm de largo por 0,5 – 0,6 de diámetro los cortos; ovario coniforme, depreso, verde, de 8 – 9 mm de largo, por 1 – 1,5 mm de diámetro rodeado por una densa cobertura de pelos simples, seríceos; estilo filiforme, exserto, verde, de 11 – 11,5 mm de largo; estigma capitado, verde, pequeño, con pelos seríceos. **Legumbre**



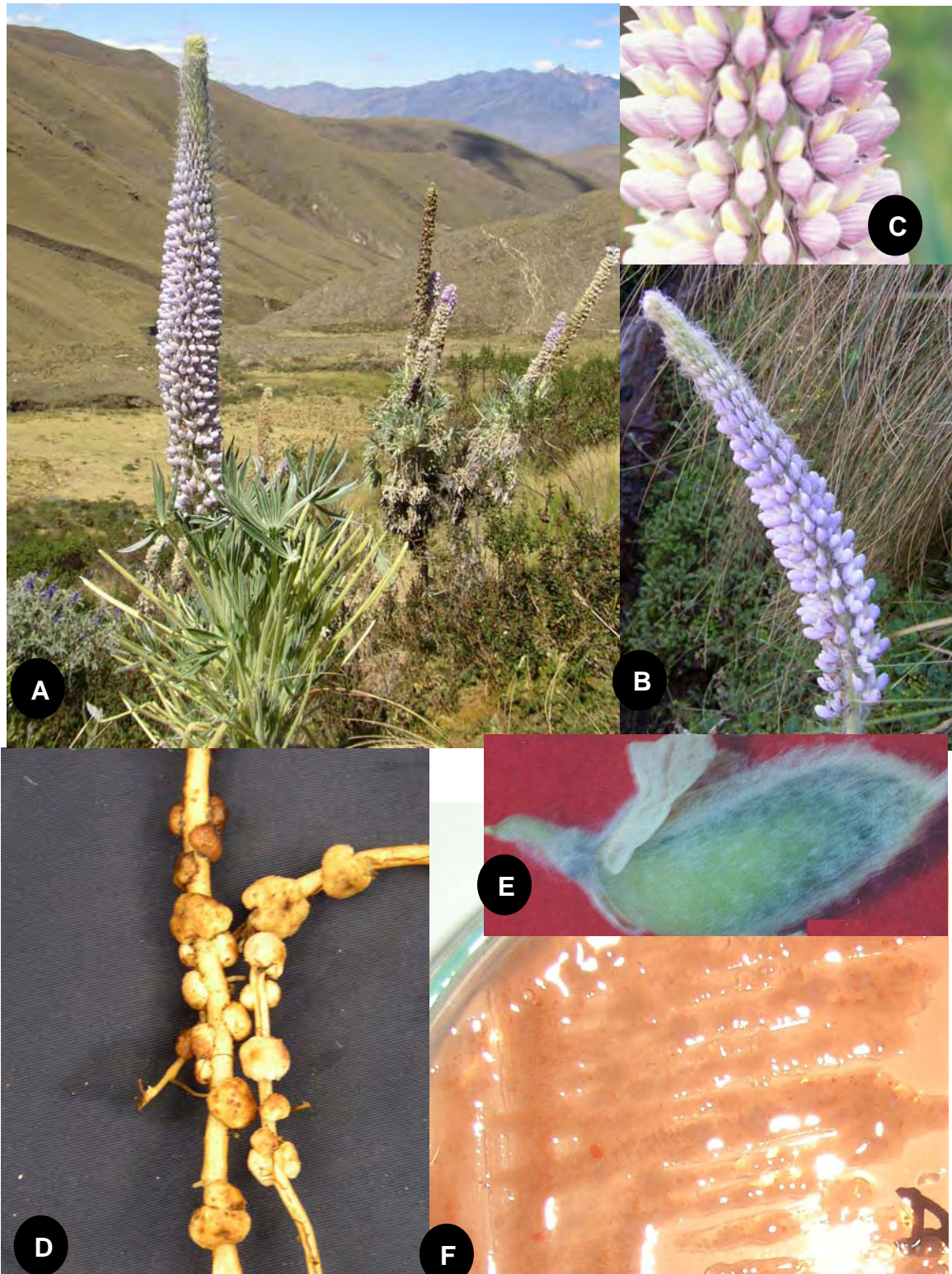
linear, 2-3 cm largo, 0,5 – 0,8 cm ancho.. Semillas 4-6 por vaina, oblongas marrones con manchas marrón oscuras, de 3-4 mm largo por 2 - 3 ancho.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Cerro El Tingo, aproximadamente a 15 km al norte de Corongo, 3750 m, 4 de junio del 2003.  
S Leiva & P. Lezama 2715 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Crece al NO del distrito de Corongo (Tambo, Tingo), en laderas arenoso francas y arenosas, con abundante humus, muy húmedos, incluso al borde de acequias, riachuelos y formaciones acuosas; comparte su hábitat con las especies *Calamagrostis brevifolia*, *Stipa ichu*, *Paspalum pigmaeum* (Poaceae), *Lupinus paniculatus*, *Lupinus carazensis* (Fabaceae), *Azolla filiculoides*. (Azollaceae), *Buddleja incana* (Loganiaceae), entre 3400 – 3900 m de elevación. Dado su restricción de hábitat, se recomienda su protección y conservación



**Figura 13.** *Lupinus weberbaueri* Ulbr. **A.** Hábito: Hierba (1.20-1.40 m), **B.** Inflorescencia: racimo (52-64 cm de longitud), **C.** Detalle de flores lilacinas, **D.** Nódulos bacterianos en raíces secundarias, **E.** legumbre (2-3 cm) **F.** Colonia de *Bradyrhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2715).

**7. *Lupinus mutabilis* Sweet.** (Figura 14)

Sweet, R. 1825. The British Flower Garden. 1(2):130

**Sufrutice**, de 1,20 – 1,50 m de alto. **Raíces** primarias de 20 – 30 cm de largo, de 1,5 – 2 cm de diámetro en el cuello, blanco cremoso, lignificados, **nódulos bacterianos** pleomórficos, aunque reniformes en vista lateral, marrones con ornamentos cremosos distribuidos a un solo lado de la raíz y generalmente hacia el cuello, 15 – 20 por planta, de 11 – 12 mm de largo por 8 – 9 mm de diámetro. **Tallos** ampliamente ramificados, de 1,5 – 2 cm de diámetro en la base, tallos viejos glabros, verde amarillentos, lignificados, lustrosos, suaves al tacto, cilíndricas, fistulosos; tallos jóvenes glabros, verdes, apicales flexibles, crasos, suaves al tacto, cilíndricos, fistuloso a lo largo de tallos y ramas. **Hojas** alternas. Estípulas filiforme, membranacea, de 3-3,5 mm de longitud, glabra. Peciolos de (2,5-) 3 – 4,5 cm de largo, y 10 – 20 mm en la base, verde y con la base y borde rojizo, con algunos pelos en los bordes, de 3 – 3,5 mm de largo por 0,2 – 0,3 cm de diámetro. Foliolos 7 – 8, elípticos, suculentos, lisos, débiles, verdes, glabros en ambas superficies, de 3,7 – 4,2 cm de largo, por 1 – 1,2 cm de ancho. Inflorescencia racimosa. Pedúnculos verdes, de (5,3-) 8 – 12 cm de largo por (1,5) 5,5 – 10 mm de diámetro en la base, algunos con pigmentación rojiza, ligeramente curvados en al área distal, glabros, filiforme **Flores** 12 – 17 en antesis y 3 – 4 cerradas, dispuestas en racimos o irregularmente a lo largo del eje florífero, pedicelos de 6,5 – 8 mm de largo por 0,9 – 1 mm de diámetro, morados o vinoso – rojizo, filiformes, erectos y suculentos, glabros o algunos pelos simples, seríceos. Cáliz tubular, de (8,8-) 9 – 11 mm de diámetro en la antesis, morado, a veces verde, pubescentes,

pelos simples, seríceos, tubo de 1 – 2 mm de largo por 4 – 5 (-7) mm de diámetro; lóbulos 5, (2 superiores) de 6 – 6,5 mm de largo por 4 – 4,5 mm de ancho, y 3 inferiores de 9 – 9,1 mm de largo por 3 – 3,3 mm de ancho, deltoideos, succulentos, externamente pubescentes, rodeados por pelos simples, seríceos, interior glabros o con algunos pelos en el área distal. Corola papilionada, de 19,8 – 20,1 mm de diámetro en la antesis; estandarte de 16 – 17 mm de largo por 19,8 – 20 mm de ancho, con el limbo orbicular, morado, con una franja rectangular amarillo en el centro y blanco – lilacino en el área apical, externa e internamente glabros, uña obdeltoidea, corta, blanquecino – verdoso, glabro, de 2 – 2,1 mm de largo por 2,9 – 3 mm de ancho; alas 2, limbo semiorbicular, morados, glabros externa e internamente, de 17-17,1 mm de largo por 12 – 12,2 mm de ancho, uña linear, blanco – verdoso, glabros externa e internamente, de 3 - 3,1 mm de largo por 1,5 – 1,6 mm de ancho; quilla de 13 - 14,1 mm de largo por 5 – 5,1 mm de ancho, con limbo falcado, blanco verdoso y marrón apicalmente, glabras y con algunos pelos solo en los bordes superiores, uña linear, blanca de 3 – 3,1 mm de largo por 0,5 – 0,6 mm de ancho, glabro externa e internamente. Estambres 10, heterodínamos, exertos, filamentos con el área libre blancos, glabros, 5 largos de 6,5 – 6.6 mm de largo; área soldada glabro, blanco verdoso, cerca de 2 veces el área el área libre, de 9 – 9,1 mm de largo; anteras angostamente oblongos, anaranjado intenso, sin mucrón apical, de 2,1 – 2,2 mm de largo por 0,3 – 0,4 mm de diámetro. Ovario cónico depreso, de 10,5 – 11,1 mm de largo por 1,5 – 2 mm de diámetro rodeado por pelos seríceos, estilo filiforme, verde amarillento, de 12 – 12,2 mm de largo; estigma capitado, verde, pequeño, con pelos seríceos. **Legumbre**

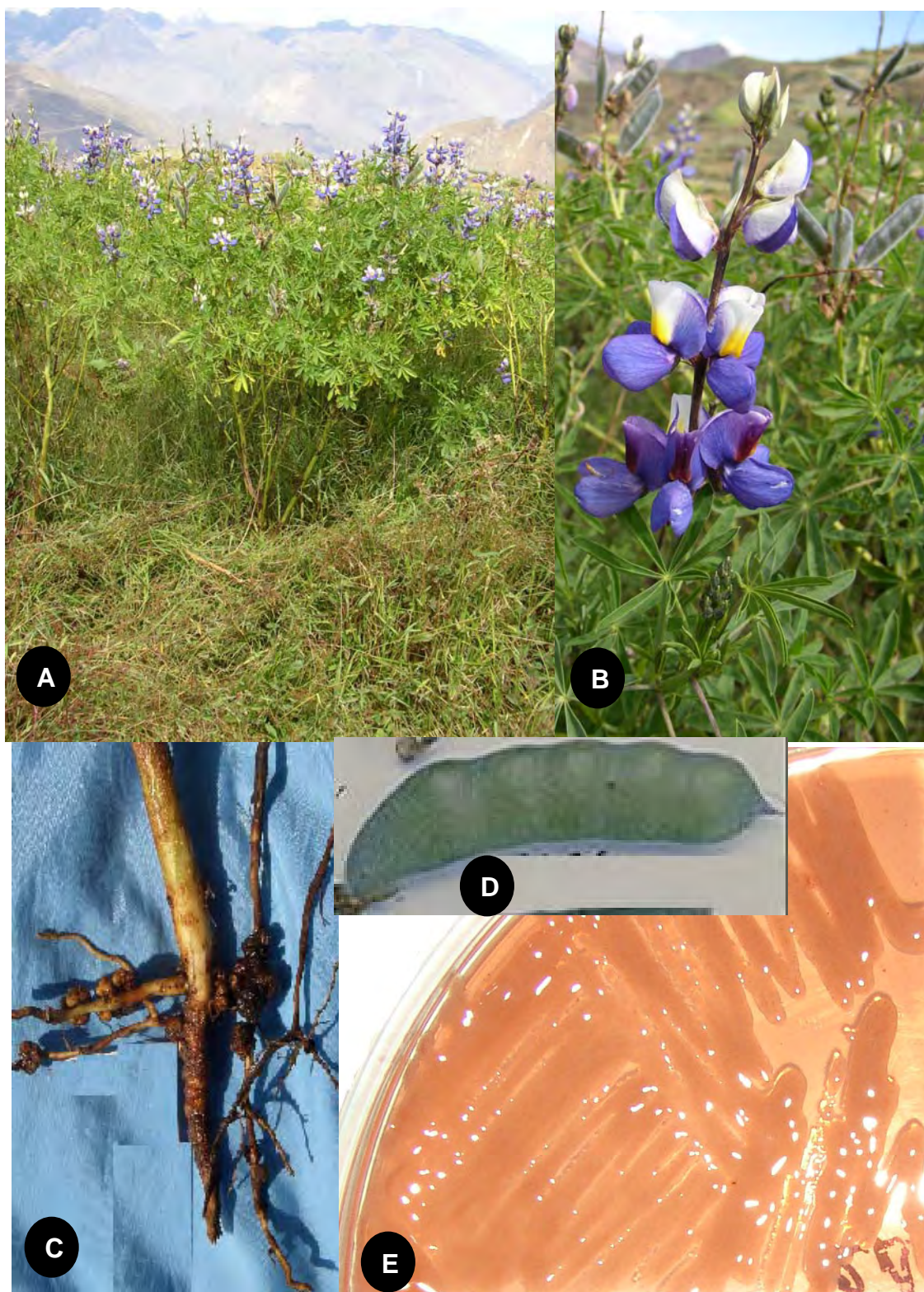
linear, de 5,5 – 8 cm de largo por 1,2 – 1,4 mm de diámetro, rodeado por pelos seríceos, cáliz y corola secos persistentes. **Semillas** 4 -5 por ovario, reniformes.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, al norte del Caserío Ñahuin, área Tingo 3750 m, 3 de junio del 2003. S. Leiva & P. Lezama 2706 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Especie distribuida en muchos países, en el Perú se siembra en las regiones andinas, pero algunas crece también de manera espontánea en terrenos abandonados, probablemente a partir de las semillas que quedan en el campo después de su apertura. En el distrito de Corongo, es ampliamente cultivada, pero crece de manera espontánea entre plantas de *Senna birostris*, *Astragalus garbancillo* (Fabaceae), *Caiophora cirsiifolia* (Loasaceae), *Jaltomata yungayensis* (Solanaceae), *Bidens pilosa*, *Barnadesia dombeyana* (Asteraceae), *Rubus robustus* (Rosaceae), *Rumex acetosella*, *R. crispus* (Polygonaceae), *Pennisetum clandestinum* (Poaceae), *Verbena littoralis* (Verbenaceae), *Buddleja incana* (Loganiaceae), desde los 3300 – 3400 m de altitud.



**Figura 14. *Lupinus mutabilis* Sweet.** **A.** Hábito: Sufrutice (1.20-1.50 m), **B.** Inflorescencia en racimos (4-5 verticilos), **C.** Nódulos en raíces primarias y secundarias, **D.** legumbre (5.5-8 cm) **E.** Colonia de *Bradyrhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2706)

### 8. *Lupinus aff mutabilis* (Figura 15)

**Sufrutice** de 60 – 70 cm de alto. Raíces alorrizos, las primarias de 10 – 15 cm de largo, por (0,4-) 0,5 – 0,6 (-0,8) cm de diámetro a nivel del cuello, blancas, lignificadas, **nódulos bacterianos** de 4,4 – 5 mm de largo por 3 – 3,3 mm de diámetro, oblongos, marrón claro, con ornamentaciones, distribuidas en las raíces primarias y secundarias, 10-20 por planta. **Tallos** ampliamente ramificados, de 4 – 8 mm de diámetro en la base, erectos, glabros, morados, carnosos, lignificados, cilíndricos, compactos; tallos jóvenes pubescentes, pelos seríceos, simples, suculentos, glaucos, débiles, suaves al tacto, cilíndricos, compactos. **Hojas** alternas. Estípulas angostamente deltoidea, de 1,5 – 2 mm de largo por 0,3 – 1 mm de diámetro, ligeramente suculentas, rojizas, glabrescentes, con pelos simples, largos, dispersos. Peciolos de 6,5 – 7,5 cm de largo, con pigmento antocianico, suculentos, glabros. Foliolos 08, elípticos de 2,9 – 3 cm de largo, por 0,8 – 0,9 cm de ancho, suculentos, verdes, superficie adaxial y abaxial glabros. Inflorescencia racimosa, terminal, asincrónica. Pedúnculo de 5,5 – 7 cm de largo por 0,4 – 0,5 cm de diámetro en la base, morado el área distal, verdosos el basal, suculentos, cilíndricos, rodeado por una fina pubescencia seríceo. **Flores**, 12 – 20 por inflorescencia, dispuestas en 3-4 verticilos irregulares de 5 flores cada uno, pedicelos de 5 – 6 mm de largo por 1 – 1,2 mm de diámetro, morados, erectos o ligeramente doblados, débiles, cilíndricos. Cáliz gamosépalo de 8 – 9 mm de diámetro en la antesis, morado, tubo de 1,8 – 2 mm de largo por 3 – 3,1 mm de diámetro, rodeado por pelos simples seríceos, 5 dientes (2 superiores unidos, 2 laterales filiformes, lilas y 1 inferior). Corola papilionada, morado, de 15 – 16 mm de

diámetro en la antesis; estandarte de 13 – 14 mm de largo por 14,8 – 15,1 mm de ancho, con el limbo oblongo o ligeramente orbicular morado en los márgenes, rojizo en la parte media distal y una mácula amarilla en el centro, glabra externa e internamente; uña obdeltoidea, cremosa, glabra, de 2 – 2,1 mm de largo por 3 – 3,1 mm de ancho; alas con el limbo semiorbiculares o semioblongos, morados, glabros externa a internamente, de 14,9 – 15,1 mm de largo por 9,8 – 10 mm de ancho; uñas lineares, de 2 – 2,1 mm de largo por 1 – 1,1 mm de ancho, blancas, glabras en ambas superficies; quilla de 11,5 – 12 mm de largo por 4,9 – 5,1 mm de ancho, con el limbo falcado, blanquecino en la base, morado intenso en el área distal, glabra en ambas superficies; uñas lineares, de 1,8 – 2 mm de largo por 0,3 – 0,4 mm de ancho, blancas, glabras en ambas superficies. Estambres 10, exertos, filamentos con el área libre, verdosos, glabros, 5 largos de 3 – 3,1 mm de largo y 5 cortos de 2 – 2,1 mm de largo, área soldada glabra, verde, cerca de 3 veces el área libre, de 6,5 – 7 mm de largo; anteras angostamente oblongas, anaranjado intenso, sin mucrón apical, 5 anteras grandes de 2,9 – 3,1 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro, y 5 cortos de 1 – 1,1 mm de largo por 1 -1,1 mm de diámetro. Ovario, de 8 – 8,5 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro, largamente cónico, depreso verde, rodeado por pelos seríceos; estilo filiforme, verde, de 8,9 – 9 mm de largo; estigma capitado, pequeño con pelos seríceos. **Legumbre** linear, de 3,5 – 4 cm de largo por 0,9 – 1 cm de diámetro, rodeado por pelos seríceos, cáliz persistente. **Semillas** (4-) 5 – 6 por ovario, reniformes de 8 – 9 mm de largo por 4,5 – 5 mm de diámetro, sin ornamentaciones,.



### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Área Llajtsi, al este del Distrito Corongo, 3540 m, 4 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2710 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Es una especie no muy abundante en la región estudiada, y hasta ahora se ha colectado solo en el Cerro Llajtsi, al este del distrito de Corongo, crece en laderas áridas, pedregosas, suelo franco arenosos, compartiendo su hábitat con plantas de *Puya* sp (Bromeliaceae), *Syphocampylus biserratus*. (Campanulaceae), *Senna birostris* (Fabaceae), *Senecio canescens* (Asteraceae), *Hesperomeles cuneata*. (Rosaceae), *Cylindropuntia subulata* (Cactaceae), entre 3540 – 3580 m de elevación.

Como aún no está determinada la especie, pero presenta caracteres que lo diferencian de la especie más cercana: *L.mutabilis*, tales como la pigmentación antocianica intensa en tallo, ramas, nervaduras, forma cuboide de la semilla y coloración marrón oscuro de la misma; es necesario intensificar colecciones con flores y frutos para dilucidar su determinación correcta, no solo en el distrito de Corongo, sino en el Departamento de Ancash y el Perú en general a fin de evaluar su real status de conservación, por ende está bajo la condición de no evaluada.



**Figura 15.** *Lupinus aff. mutabilis*. **A.** Hábito: Sufrutice (60-70 m), **B.** Inflorescencia racimosa (3-4 verticilos irregulares), **C.** Nódulos en raíces primarias y secundarias, **D.** legumbre (3.5-4 cm) **E.** Colonia de *Bradyrhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2710)

**9. *Lupinus aridulus* C.P. Sm. (Figura 16)**

Smith C.P. 1941. Species Lupinorum 17: 271-272

**Sufrutice** de 28 – 30 cm de alto, raíces alorrizos, de 12 – 15 de largo, por 0,2 cm de diámetro al nivel del cuello, blanquecino o parduscas, lignificados; **nódulos bacterianos** de 4 – 6 mm largo por 3 – 5 de diámetro, 3-8 por planta. **Tallos** poco ramificados, de 0,2 – 0,3 cm en la base, rodeados por una densa cobertura de pelos seríceos, simples, largos, carnosos cilíndricos, compactos, glaucos. **Hojas** alternas. Estípulas deltoideas, de 5 – 8 mm de largo por 1,5 – 2 mm de diámetro, membranáceas, flexibles, rojizos a morados, rodeado por una densa cobertura de pelos simples, seríceos. Peciolos, 52 – 70 mm de largo por 3 – 3,2 mm de diámetro en la base, filiformes, morados, débiles, suculentos, indumento como en el tallo. Foliolos 11-12, elípticos, de 27 – 33 mm de largo por 4 – 6 mm de ancho, membranáceo, verde o glauco, glabro la superficie adaxial, algunas veces con pelos pequeñísimos, simples, seríceos en el borde, glabrescente el área abaxial. Inflorescencia en racimo unico terminal, asincrónico. Pedúnculo 8,5 – 9,5 cm de largo por 0,2 – 0,3 cm de diámetro en la base, rodeado por una densa cobertura de pelos seríceos. **Flores** 34 – 40 por inflorescencia dispuestas de 8 – 9 ciclos, cada una con 5-6 flores cerradas. Pedicelo morados, erectos, y suculentos, de 1,5 – 2 mm de largo, con pelos simples seríceos. Cáliz tubular, de 5 – 5,5 mm de diámetro en la antesis, verdoso, tubo de 1,5 – 2 mm de largo por 2 - 2,5 mm de diámetro, rodeado por una densa cobertura de pelos simples, seríceo el área externa, glabra en el interior. 5 dientes, deltoideos, suculentos, 2 superiores de 3,9 – 4 mm de largo por 2,3 – 2,5 mm de ancho y 3 inferiores de 4,8 – 5 mm de largo por 2 – 2,2 mm

de ancho rodeados por una cobertura de pelos simples, seríceos, interior glabros, Corola papilionada, morado de 8,5 – 9,1 mm de diámetro en la antesis; estandarte con el limbo oblongo o ligeramente orbicular, morado las partes laterales, con una franja amarilla en el área central, glabro externa e internamente, de 6 – 6,1 mm de largo por 6,4 – 6,5 mm de ancho; uña obdeltoidea, de 1 – 1,5 mm de largo por 2 – 2,1 mm de ancho, blanca, glabra, externamente e internamente; alas con limbo semiorbicular, morado, glabro interna y externamente, de 6,8 – 7,1 mm de largo por 4,3 – 4,5 mm de ancho; uña lineal, blanca, glabra interna y externamente, 1 – 1,5 mm de largo por 0,3 – 0,5 mm de ancho; quilla de 8 – 8,2 mm de largo por 3 – 4,1 mm de ancho, limbo falcado, blanquecino en la base, y morado intenso el área distal, glabra externa e internamente, uña linear blancos, glabra externa e internamente, de 1 – 1,1 mm de largo, por 0,3 – 0,4 mm de ancho. Estambres 10, exertos, heterodínamos, filamento con el área libre, verdosos, glabros, 5 largos de 3 – 3,1 mm de largo y 5 cortos de 2,5 – 2,6 mm de largo, área soldada verde, glabra externa e internamente, de 4,5 – 4,6 mm de largo por 0,2 – 0,3 mm de diámetro. Anteras oblongas, anaranjadas, sin mucrón apical, las largas de 2 – 2,1 mm de largo por 0,6 – 0,8 mm de diámetro, las cortas de 0,5 – 0,6 mm de largo por 0,4 – 0,5 mm de diámetro. Ovario cónico, de 4 – 4,5 mm de largo por 1 – 1,1 mm de diámetro, depresado, verde, rodeado por pelos seríceos simples; estilo filiforme, incluso, verde de 4,5 – 5 mm de largo; estigma puntiforme, verde, con un mechón de pelos seríceos. **Legumbre** rectangular, de 2,5 - 3 cm de largo por 0,8 – 0,9 cm de diámetro, rodeado por una densa cobertura de pelos seríceos, con cáliz persistente. **Semillas** 6 – 8 por ovario, reniformes, 5 –

5,1 mm de largo por 3 – 3,1 mm de diámetro, sin ornamentos.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Cerro Namus al este de Corongo, 3510 m, 4 de junio del 2003. S. Leiva & P. Lezama 2712 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Habita en laderas secas y terrenos abandonados, arcillosos y franco arenosos del cerro Namus al NE de Corongo, Crece entre plantas de *Lupinus eriocladus* (Fabaceae), *Bidens pilosa* (Asteraceae), *Bartsia bartsioides* (Scrophulariaceae), *Paspalum bonplandianum*. (Poaceae), desde 3540 – 3560 m de elevación. Es una especie abundante en la región, por lo tanto no está en peligro de extinción.



**Figura 16. *Lupinus aridulus* C.P. Sm.** A. Hábito: sufrútice (28-30 cm), B. Inflorescencia racimosa (5-6 verticilos irregulares), C. Nódulos bacterianos en raíces primarias, D. legumbre (2.5-3 cm) E. Colonia de *Mesorhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2712)

#### 10. *Lupinus carazensis* Ulbr. (Figura17)

Ulbrich, O.E.1906. Botanische Jahrbuecher fuer Systematik. 37(5):545

**Sufrutice** postrada, rastrera de 15 – 20 cm de alto. **Raíces** alorrizos, las primarias y secundarias de 20 – 22 cm de largo, 0,6 – 0,9 cm de diámetro a nivel del cuello, cremosa – blanquecinas, lignificados; **nódulos bacterianos** de 1,5 – 2 mm de diámetro menor por 4 – 4,1 mm de diámetro mayor, orbiculares, compresas, marrón claro a cremosas, se distribuyen en forma irregular en la raíz principal, 14 – 15 por planta. **Tallos** ampliamente ramificados, rojizos, débiles 6 – 8 ramas arrosadas, ligeramente lignificados en la base, de 4 – 5 mm de diámetro en la base, débiles apicalmente, compactos, cilíndricos, pubescentes, pelos seríceos, simples. **Hojas** verticiladas, imbricadas, estípulas lineares, 4 – 4,5 mm de largo por 0,4 – 0,6 mm de ancho, débiles, lilas o rojizas, pilosas, pelos seríceos. Peciolos de 4,7 – 5,8 cm de largo por 0,9 – 1 mm de diámetro, en la base, verdes, débiles, rodeados por pelos largos seríceos. Foliolos 6 – 7 (-8), elípticos a lineares; 16 – 27 mm de largo por 1,5 – 2,5 mm de ancho, verdes, suculentos, cara adaxial glabrescentes cubiertos por pelos simples seríceos, cara abaxial densamente pubescente, cubierto por pelos simples seríceos. Inflorescencia terminal, 4-5 por planta. Pedúnculo de 5,5 – 8,3 cm de largo por 1 – 2 mm de diámetro en la base, coloración verdosa en el área basal y rojizo el área distal, cilíndricos, con pubescencia serícea. **Flores** 18 – 25, dispuestos en verticilos de 5 flores cada una, algunas veces 4. Pedicelos de 0,5 – 1 mm de largo por 0,9 – 1 mm de diámetro en la antesis, erectos, suculentos, rodeados por pelos simples, seríceos, rojizo el área basal y verdoso el área distal. Cáliz de 2,5 – 3 mm de largo, 5 dientes (2 superiores,

uno lateral y 2 inferiores), los superiores de 3,8 – 4,1 mm de largo por 2 – 3 mm de ancho, el lateral de 1 – 1,2 mm de largo por 0,4 – 0,5 mm de ancho, y los 2 inferiores 5 – 5,1 mm de largo por 2 – 2,1 mm de ancho, deltoideos, succulentos, rodeados densamente por pelos seríceos, rojizo el área basal y verde el distal. Corola papilionada de 10 – 11 mm de diámetro en anthesis; estandarte de 8,5 – 9 mm de largo por 9 – 9,5 mm de ancho, limbo ovoide, morado lateralmente, blanco en el centro, externa e internamente glabros, uña obdeltoidea, corta, de 2,5 – 3 mm de largo por 2,9 – 3,1 mm de ancho, blanca, glabra; alas 2, limbo semilunar, morado, blanquecino en el área basal, glabras, de 9 – 10 mm de largo por 4,9 – 5,1 mm de ancho, uña linear, blanca, glabra, de 2 – 2,5 mm de largo por 0,5 – 1 mm de ancho; quilla de 8 – 9 mm de largo por 4 – 4,5 mm de ancho, semilunar, morado intenso en el área distal, área inferior morado claro y base blanca, glabra; uña linear, reduciéndose hacia la base, blanco, glabra, de 3,5 – 4 mm de largo por 0,4 – 0,6 mm de ancho. Estambres 10, exertos, filamentos con el área libre blanquecino – verdoso, glabros, heterodínamos, 5 largos de 3 – 3,1 mm de largo y 5 cortos de 2 – 2,5 mm de largo, área soldada verde, glabra, de 5 – 5,5 mm de largo. Anteras oblongas, de 1,5 – 1,6 mm de largo por 0,3 – 0,4 mm de diámetro, anaranjadas, sin mucrón apical. Ovario deltoideo, compreso verde, rodeado por pelos largos seríceos, el área superior de 4,5 – 5 mm de largo por 1 – 1,5 mm de diámetro; estilo filiforme, exerto, verdoso – blanquecino, de 5,5 – 6 mm de largo; estigma capitado, pequeño, pelos blancos. **Legumbre** rectangular, de 16 – 17 mm de largo por 6 – 7 mm de diámetro, cubierto por pelos seríceos, con cáliz y corola secos persistentes. **Semillas** 3 – 4 (-6) por ovario, de 4,8 – 5,1 mm de largo por



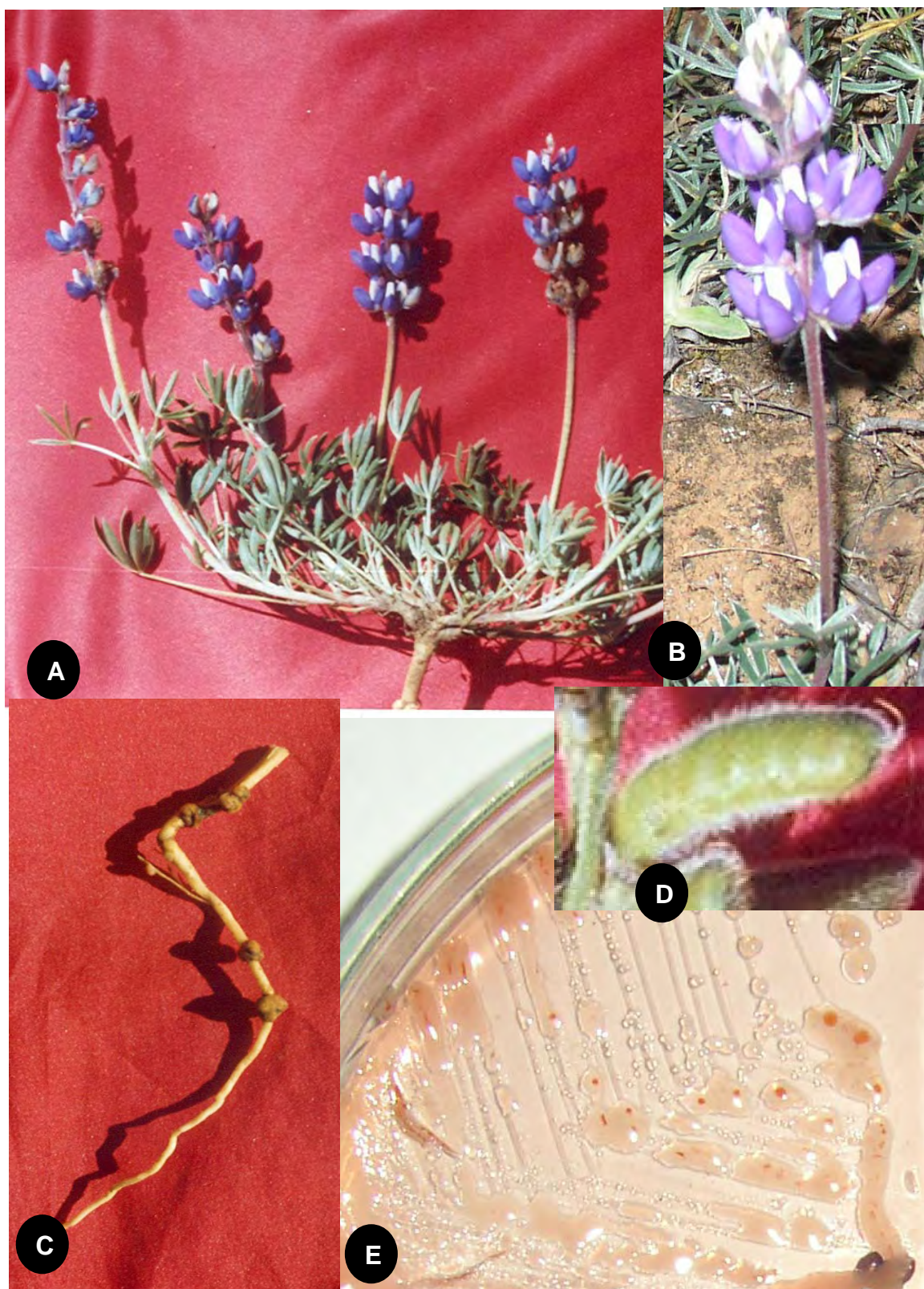
3 – 3,1 mm de diámetro, reniformes, con ornamentaciones.

### **Material estudiado**

Departamento Ancash, Provincia Corongo, Distrito Corongo, Área Ecanca, al este del Distrito Corongo, 3520 m, 4 de junio del 2003. S Leiva & P. Lezama 2708 (F, HAO)

### **Distribución y Ecología**

Crece en laderas al NE y NO del distrito de Corongo (Ecanca, Tingo, Tambo), en terrenos arcillosos y arenosos, principalmente húmedos, pero a veces en terrenos áridos, entre plantas de *Bidens pilosa*, *Baccharis genistelloides*, *Achyrocline celosioides* (Asteraceae), *Calceolaria glauca* cf., *Bartsia canescens*. (Scrophulariaceae), *Salvia acuminata* (Lamiaceae), *Muehlenbeckia nummularia* (Polygonaceae), alrededor de 3400 – 3520 m de elevación. Es una especie endémica del Perú y abundante en la región de estudio, no considerándose por lo tanto en peligro de extinción, pese a que algunos investigadores lo reportan como especie en peligro.



**Figura 17. *Lupinus carazensis* Ulbr.** A. Hábito: sufrútice postrado (15-20 cm), B. Inflorescencia racimosa (4-5 verticilos irregulares), C. Nódulos bacterianos en raíces primarias, D. legumbre (1.6-1.7 cm), E. Colonia de *Mesorhizobium* en medio YMA (S. Leiva & P. Lezama 2708).

## VI. DISCUSION

La distribución de especies no es uniforme a nivel mundial, existiendo lugares con concentraciones superiores al 60 % de las especies conocidas en dicha área llamadas zonas “hotspot”. De ellas, en el Perú encontramos el hotspot de los Andes Tropicales, la región más rica y diversa que existe en nuestro país (Halffter, 2005); y forman parte esencial de uno de los más importantes Centros de Diversidad del mundo, habiendo sido catalogados como el lugar de recursos genéticos de cultivos altamente diversos, y caracterizados también por la gran diversidad cultural, social y ecológica, y lo más importante agrícola, ya que ha sido el centro de origen y domesticación de muchos cultivos debido a su caleidoscopio de contrastes geográficos (Kurlovich et al., 2002), traducidos en sus cordilleras, sus picos y las diversas vertientes, así como valles, algunos aislados, que generan una multiplicidad de microhabitat y condiciones climáticas que han conducido a la evolución de un increíble número de especies de animales y plantas (Werff & Consiglio, 2004), entre las últimas de suma importancia económica tenemos al género *Lupinus* (Kurlovich et al., 2002).

Referente a la provincia de Corongo, en las revisiones bibliográficas analizadas, no se ha encontrado reporte alguno para el género *Lupinus*, aunque sí existen colecciones registradas en el Field Museum (USA) y el Missouri Botanical Garden (USA), así como en el herbario de la Universidad Nacional de Trujillo (HUT), probablemente por no haber sido publicados anteriormente. En el presente trabajo se describen 10 especies solamente para el distrito de Corongo, pero por

experiencia de campo conocemos que en los demás distritos también existen otras especies. Este rango abarca más del 50% del total de especies de *Lupinus* – diecisiete – reportadas para el departamento de Ancash (Brako & Zarucchi, 1993). Esto se debería a razones geográficas y climatológicas, porque la provincia de Corongo, está influenciado por la Cordillera Blanca y Negra que determinan microclimas óptimos, apoyado por los cerros de diversa altura que circundan al distrito y la provincia, contándose con valles cálidos de 700 m hasta nevados de aproximadamente 5,850 m como el Champará, cuya base es compartida con la provincia de Huaylas.

De la misma manera, las condiciones edafológicas juegan papeles decisivos en la distribución de especies, tanto de las plantas como sus simbioses. Se ha determinado que siete de las especies identificadas, *Lupinus mutabilis* Sweet. *Lupinus brachypremnon* C.P Sm, *Lupinus carazensis* Ulbr., *Lupinus lindleyanus* J. Agardh, *Lupinus aff mutabilis*, *Lupinus eriocladus* Ulbr., *Lupinus aridulus* C.P. Sm. crecen en suelos franco arenosos, *Lupinus subtomentosus* C.P. Sm., *Lupinus paniculatus* Desr. en arena franca, y *Lupinus weberbaueri* Ulbr. en suelo arenoso, zona también compartido por *L. paniculatus*. De ellas algunas como *L. carazensis* Ulbr. se desarrolla en diversas áreas, denominadas Namus, Tingo, Ecanca; tanto al norte como el este del distrito, y en altitudes que oscilan entre 3100 - 3750 m; en cambio *L. weberbaueri* solamente en el area de Tingo y Tambo, muy cercanos entre ellos, al norte del Caserío Ñahuin y del distrito de Corongo, y en altitudes que superan los 3 700 m, adyacente a ellos se encuentra *L. paniculatus*. Ambas especies prácticamente son las que se desarrollan en altitudes mayores a todas las demás. Con ello se puede deducir que, las especies

de *Lupinus* tienen cierta preferencia por suelos franco arenosos, dado que éstos tienen mayor facilidad de drenaje y favorece el intercambio de nutrientes, idea para el desarrollo de *Lupinus* (Milforf, 1997).

Se ha sostenido que el tarwi es propio de suelos pobres y marginales, pero como cualquier cultivo, su rendimiento depende del suelo en que se cultive; sin embargo, desarrolla mejor en suelos franco y franco arenosos, con pH entre 5-7 y con adecuada humedad, además de requerir un balance adecuado de nutrientes, aunque no necesita elevados niveles de nitrógeno, pero sí la presencia de fósforo y potasio. (Jacobsen & Mujica, 2006). Para ello los lupinos, a nivel radicular, poseen mecanismos que le permiten liberar el fósforo no disponible del suelo, probablemente por interacción con iones citrato, o la actividad de fosfatasas, condición que se ha demostrado en *Lupinus albus* (Gardner, 1983). En el presente estudio las características fisicoquímicas de los suelos permite apreciar que los niveles de Nitrógeno son bastante bajos, que en ningún caso supera al 0,22 %, lo cual favorece el desarrollo de la rizosfera (Linderman & Glover, 1996), así como los niveles óptimos de fósforo y potasio disponible, superiores a 3 ppm y 246 ppm respectivamente que favorecen el desarrollo de los rizobios. Estos resultados son similares a los reportados en estudios realizados en suelos de España, donde se encontró crecimiento óptimo a este rango de otras especies de *Lupinus*, tal como *L. luteus*, *L. hispanicus*, *L. albus*, *L. angustifolius* (Lucas, 1998).

En la raíz se desarrolla un proceso de simbiosis con bacterias nitrificantes que forman nódulos de variados tamaños habiéndose encontrado cepas de rizobios con gran efectividad y su presencia está siempre correlacionada con

plantas más vigorosas y productivas (Jacobsen & Mujica, 2006); pudiendo alcanzar los nódulos diámetros de hasta de 3 cm (Bernal, 1982).

Para cada especie de *Lupinus* se ha realizado el estudio de sus rizobios tanto *in situ* como *in vitro*, habiéndose analizado su morfología, posición en la raíz, sus colonias y estudios bioquímicos, como utilización de diversos azúcares. Del análisis de estos resultados se ha determinado que *L. carazensis*, *L. lindleyanus* y *L. aridulus*, son noduladas por *Mesorhizobium*, y las demás especies de *Lupinus* por *Bradyrhizobium*. Para nuestro país no se han encontrado reportes últimos sobre las especies de rizobios que nodulan al género *Lupinus*; sin embargo, en trabajos realizados en especies europeas, en Poznan –Polonia (Stepkwoski, 2007 com, per.), y en México (Wang et al. 2007) se ha podido determinar que *Lupinus* puede ser nodulado por *Bradyrhizobium* o *Mesorhizobium*, y algunas de crecimiento rápido aún no plenamente identificadas ni determinadas su efectividad, aunque si son infectivas y entre ellas no puede efectuar nodulación cruzada, podría tratarse del género *Azorhizobium* (Wojciechowski & Mahn, 2007; Stepkwoski, 2007 com, per). En realidad la taxonomía de estos rizobios es aun confusa, por ello se viene trabajando con hibridación de DNA, sin dejar de lado las características del crecimiento (Young & Haukka, 1996).

Al no contar con bases moleculares, para probar la variabilidad genética, las semillas colectadas para cada especie fueron sembradas en los suelos de cada zona de estudio, comprobando que aquella que correspondía al lugar de colección desarrollaba nódulos, no así las demás. Incluso se probó con el género *Ornithopus*, “serradela”, una planta usada para comprobar nodulación con bacterias aisladas de nódulos de *Lupinus*, y con ninguna de las especies

colectadas se obtuvo nodulación, indicándonos que para que ello se produzca existe una alta especificidad. Todo esto porque existe una coevolución entre este género y sus bacterias, y entre ellas existe una variabilidad genética intraespecífica e interespecífica que a su vez estaría influenciada por la variabilidad geográfica (Kurlovich, 2002), o las condiciones ecológicas y su interacción con las bacterias y plantas ha alterado los procesos micro y macroevolutivos que entre ellas se genera (McPeck, 2007). Esto se ha demostrado en trabajos de investigación desarrollados en Rusia utilizando 1050 accesiones de *Lupinus* propias del Mediterráneo, y 16 de América, todas ellas inoculadas con cepas comerciales de bacterias del género *Bradyrhizobium*, que hasta ese entonces se creía era la única que nodulaba a los lupinos, prácticamente en tan solo el 10% de las especies del Mediterráneo se encontró nodulación en especies no propias, y en ninguna americana. Mucho menos de las especies del mediterráneo con las de América, probablemente porque las especies de *Lupinus* del Mediterráneo y americano pertenecen a subgéneros diferentes, *Lupinus* y *Platycarpos* respectivamente; al extremo que hasta la fecha no se ha podido realizar experimentos de cruzamientos satisfactorios, por lo que se está recomendando recurrir a la biotecnología moderna (Kurlovich et al., 2002), tal como la transferencia de genes específicos, utilizando plásmidos, transposones, u otras herramientas de ingeniería genética (Weir, 2007).

Por ello, para una adecuada comprensión de la biodiversidad no debe dejarse de lado el componente genético o intraespecífico, puesto que a nivel de una sola especie el grado de variabilidad genética es variada, puede ser alta o baja, dado la variabilidad genotípica, y los caracteres que estos diferentes alelos

codifiquen en el organismo o variabilidad fenotípica. A este nivel se establecen entonces tres niveles jerárquicos: un alelo, un grupo de alelos que tienden a variar en conjunto, y a nivel del genoma completo de una especie. La trascendencia de la diversidad genética es bien conocida en el caso de las plantas cultivadas y de los animales domésticos, donde se vienen realizando grandes esfuerzos para conservar la biodiversidad del germoplasma original, sobre la cual operan los procesos de selección genética (Halffter & Ezcurra, 1992). Sin variación genética, la transformación de la especie a través de la selección no es posible. Este nivel de la biodiversidad es también de gran importancia en las poblaciones silvestres, para las cuales supervivencia y adaptación están frecuentemente condicionadas al mantenimiento de un número poblacional mínimo que asegure la continuidad de las especies, ya que por debajo de ello las poblaciones se ven amenazadas con la extinción (Primack, 2004).

Para la colonización de la raíz, el primer paso importante es la interacción microorganismo – planta, y la acción de las bacterias depende de su capacidad de establecerse en la rizósfera (Lucas, 1998), aunque ello no es suficiente puesto que el desarrollo del nódulo y la fijación biológica de nitrógeno (FBN), es un proceso sumamente complejo que requiere de señales entre los rizobios y las células vegetales; entre ellos están implicados los polisacáridos superficiales de los rizobios particularmente exopolisacáridos y lipopolisacáridos, éstos últimos requeridos no solo a distintos tiempos durante la nodulación, sino que se encargan de proteger al rizobio por supresión de los mecanismos de defensa (Morgante et al., 2007). A esto se debe adicionar que el reconocimiento célula – célula viene dado inicialmente por una proteína dependiente del calcio que permite



a las bacterias ligarse a la raíz (Lucas, 1998), inducir su desarrollo gracias a las lectinas (Wisniewskie & Delmotte, 1996), para iniciar la colonización al alcanzar el quórum sensing (Lerat & Morán, 2004), es decir el número adecuado para iniciar la invasión y colonización de las raíces.

Los patrones de localización de los nódulos bacterianos, su coloración, forma, tamaño y ornamentación externa son un indicador de su importancia taxonómica. Hemos observado que en algunas especies de *Lupinus*, como *L. carazensis* y *L. aridulus*, sus nódulos se ubican a un solo lado de la raíz principal, mientras que en *Lupinus subtomentosus*, y *Lupinus brachypremnon*, ocupan uno o dos lugares pero con un conglomerado de nódulos a manera de roseta, de cuya disgregación se aprecia que los más funcionales se encuentran adheridas a la raíz, y las senescentes hacia la superficie, probablemente porque se protege la actividad de la nitrogenasa, la misma que es sensible al oxígeno (Dixon & Wheeler, 1993). En las demás especies de *Lupinus*, los nódulos se encuentran tanto en la raíz secundaria como terciaria, sin seguir patrones definidos, es decir están dispersos.

De la misma manera, la forma de nódulos es peculiar en algunas de ellas, pero en la mayoría no sigue patrones definidos, siendo básicamente pleomórficos, en forma digitiforme, aplanados, o globosos; características típicas de nódulos indeterminados; sin embargo, en *L. weberbaueri* los nódulos son tipo determinado, es decir siguen patrones definidos con una forma casi esférica, blanquecina y sin ornamentaciones en sus etapas iniciales; sin embargo, posteriormente en los nódulos maduros se aprecia ligeros ornamentos externos con un patrón ondulado definido a diferencia de los nódulos en las demás especies de *Lupinus* que su

color y ornamentos son muy variados. Esto probablemente porque muchos estudios de colonización microbiana de la raíces indican que las bacterias se distribuyen irregularmente en el rizoplano en función del tipo de planta y las especies de microorganismos así como la estructura física química y biológica de esta zona y los factores que en ella confluyen (Lucas, 1998), o podría estar influenciado también por el tipo de suelo y los minerales que en ella se encuentran, de manera particular el nitrógeno (Milford, 1997).

El análisis del fenograma para *Lupinus*, construido a partir de los descriptores ya establecidos para este género, nos indica que existen tres grandes agrupaciones (Figura 4). En la primera, se ha determinado un coeficiente de similitud entre *L. subtomentosus* y *L. eriocladus* del 84%, lo cual es un reflejo de lo que se aprecia en las características vegetativas de estas especies en campo, habiendo sido muy difícil su separación, salvo el nivel de pubescencia en hojas y las características medidas específicas de las flores. En este grupo con una similitud del 76% con las anteriores se encuentra *L. paniculatus*, cuya diferencia básica con ellas es la estructura del tallo, sus ramificaciones cuaternarias y a veces quinarias, su consistencia leñosa, y el tamaño del eje de la inflorescencia, y color canescente de la pubescencia, todos incluidos en los descriptores. En el grupo anterior se encuentran también *L. brachyremnon*, *L. mutabilis* y la especie no identificada plenamente y nominada para esta investigación como *Lupinus. aff mutabilis*. Morfológicamente *L. brachyremnon* se parece más al grupo mencionado anteriormente, pese a que su altura es menor que ellas, y el tamaño de las estípulas y la morfología floral establecen cierta diferencia.

Pese a tener una similitud de aproximadamente 60%, *L. mutabilis* y *L. aff*

*mutabilis* tienen varios caracteres comunes, siendo la más saltante que de todas las especies identificadas, -y a diferencia de ellas-, ambas tienen las hojas y el tallo glabros tanto en las ramas jóvenes como adultas, y cubiertas de cera. Sin embargo, una diferencia saltante está en la coloración de las partes vegetativas de *L. aff mutabilis*, cuyo tallo hasta el cuello de la raíz, nervaduras, estípulas presentan coloración púrpura, y hasta el momento en la bibliografía revisada y consulta a algunos especialistas, no se ha podido encontrar una especie ya descrita con estas características, lo cual no significa que necesariamente se trate de una especie nueva, sino quizá dicha coloración se debe a condiciones genéticas de sensibilidad a bajas temperaturas que hacen que se acumulen antocianinas dándole esta coloración (Larcher, 1995, Planchuelo, 1996), y muchas veces éstas características no son importantes desde el punto de vista taxonómico porque están muy influenciadas por el clima, siendo por lo tanto muy variables y pueden o no expresarse según las condiciones en que se encuentra la planta, y podría tratarse de una forma silvestre de la especie cultivada de *L. mutabilis*. Pese a esta observación, en todas las colecciones, y en más de un año esta particularidad se mantiene, por lo que es preciso realizar otros estudios complementarios a fin de llegar a una plena identificación de la especie.

En el segundo grupo encontramos a las especies *L. carazensis*, *L. aridulus* y *L. lindleyanus* y con una semejanza de casi el 80% entre los dos últimos, y de 76% de ambos con *L. carazensis*. Esta cercanía se ve reflejada tanto en el hábito como las características vegetativas semejantes, sobre todo entre las dos primeras que comparten el porte arrosetado del tallo, al igual que el color de las flores azul con mácula de color blanco, y la diferencia observada con *L.*

*lindleyanus* está en su porte erecto, mácula amarillenta en la flor y mayor pubescencia que las otras.

Un tercer grupo monoespecífico, con una semejanza de tan solo un 53% con las demás lo integra *L. weberbaueri*, cuyos caracteres morfológicos como hábito herbáceo, tamaño de inflorescencia, disposición, número, tamaño y color de flores, largo de los foliolos, pubescencia muy densa, y otros caracteres lo hacen diferentes a las demás, lo cual refleja esa separación en el fenograma.

Con los descriptores de los rizobios, se ha construido el fenograma correspondiente para las especies de *Lupinus*, (Figura 5), encontrándose algunos patrones de semejanza con el fenograma con caracteres de *Lupinus*. Así los rizobios de *L. subtomentosus*, *L. brachypremon*, *L. eriocladus*, integran un mismo grupo con una semejanza de aproximadamente el 70 % entre ellos, pero un poco mayor entre los dos primeros, lo cual le da cierta diferencia con el fenograma anterior. En el mismo grupo, pero en un nuevo subgrupo se localizan *L. carazensis*, *L. lindleyanus* y *L. aridulus*. Este subgrupo es prácticamente semejante con el de los caracteres de *Lupinus*, y comparten una semejanza de casi un 75%. El último grupo está formado por dos subgrupos, donde es posible notar la cercanía entre *L. mutabilis* y *L. aff. mutabilis*, que comparten una semejanza del 84%, lo cual es un reflejo incluso de los caracteres morfológicos de la planta, aunque no se aprecia esa semejanza en el primer fenograma. El siguiente subgrupo lo conforman *L. weberbaueri* y *L. paniculatus*, con una semejanza de aproximadamente 74%, pese a que en el fenograma de caracteres ambos estaban separados y *L. weberbaueri* se encontraba aislado de los demás. Esto debido, probablemente a que las bacterias de ambas especies vegetales

comparten caracteres bioquímicos como oxidación de azúcares, la prueba TSI, forma y tipo de colonia, que los ubica en un mismo grupo, y prácticamente comparten el hábitat, y las características fisicoquímicas del suelo son muy semejantes.

A fin de evaluar la validez de los caracteres de los rizobios para mejorar el conocimiento taxonómico de *Lupinus*, a partir de la matriz de datos inicialmente construido y los árboles (fenograma) obtenidos por el método UPGMA, se plotearon ambos a fin de obtener el árbol de consenso (Figura 6); apreciándose claramente que, los grupos formados son bastante semejantes al obtenido con los descriptores del género *Lupinus*. Así tenemos, que existe una coincidencia entre el grupo formado por *L. subtomentosus* y *L. eriocladus*, aunque con una afinidad menor, en este caso 80% frente al 84% del primero; de igual manera en este subgrupo con una correlación del 74% se encuentra *L. paniculatus* y *L. brachypremon*.

Otro subgrupo dentro del grupo anterior está formado por *L. mutabilis* y *L. aff. mutabilis*, en este caso es más bien el reflejo de lo apreciado en el fenograma para los descriptores de los rizobios, corroborándonos que el uso conjunto de caracteres de la planta y los rizobios nos ayudan en la taxonomía. De igual manera integran el mismo subgrupo *L. carazensis*, *L. lindleyanus*, y *L. aridulus*, con pequeñas diferencias en su coeficiente de similitud, pero siempre en el mismo subgrupo. Aquí en el árbol de consenso prácticamente se repite el patrón del fenograma obtenido para *L. weberbaueri*, dando lugar a considerarse como independiente de las demás especies estudiadas. Seguramente, como se mencionó anteriormente son muy particulares el número, forma, y ornamentación

de los nódulos.

Por ello el análisis UPGMA se constituye en una herramienta valiosa para estos tipos de estudios, pese a la dificultad para la identificación de las especies de *Lupinus*, y sobre todo a que por tradición la taxonomía de los microorganismos siempre ha tenido dificultad, aunque ahora con el uso de técnicas y herramientas moleculares como hibridación DNA, RFLP, RAPD-PCR (Wang & Martínez, 2007), secuenciación de genes Nod y housekeeping, gen 16S rRNA y secuencia ITS se hace más rápido aclarar dichas dudas, pese a que al comparar resultados entre algunos de ellos se encuentran controversias (Stepkowski et al., 2007).

Al existir correspondencia entre los caracteres propios de *Lupinus* y los de sus rizobios, y considerando la importancia de la FBN, podría constituirse como parte de los programas para el mejoramiento de los suelos con una menor contaminación, que por su naturaleza afecta al universo, así como por permitir la utilización de otros nutrientes (Larcher, 1995).

Se han analizado principalmente la diversidad alfa; sin embargo, con los datos reportados se establece también una diversidad beta y gamma, construyendo un fenograma utilizando el algoritmo UPGMA, es decir la presencia de la especie en las zonas donde se colectó el material de estudio (Figura 7). En este fenograma podemos notar que existen dos grandes cluster o grupos definidos; pero con un índice de similaridad muy bajo (0,47); el primero integrado por las zonas de colección Tingo y Tambo, que entre sí tienen una afinidad de 0,70. Probablemente esto se deba a la cercanía entre las zonas, y las condiciones ecogeográficas que ellas presentan, y geológicamente se ha determinado que toda esta zona tiene un origen común, y las condiciones edafológicas son

semejantes, y sabemos que este es un factor muy importante para el desarrollo de las especies. Así mismo ambas comparten el 60 % de especies (*L. carazensis*, *L. paniculatus*, *L. weberbaueri*), pese a que mayor número de especies lo encontramos en el cerro Tingo, que además de las mencionadas, alberga *L. brachypremnon*, y *L. subtomentosus*, y vale destacar también que solo en ambas zonas se ha identificado a la especie *L. weberbaueri*.

El otro grupo de localidades lo integran Ecanca, Tauribamba, Namus y Lljajtsi. En ellos podemos apreciar que la mayor similitud se encuentra entre Ecanca y Tauribamba, (0,7) pese a que están localizados el primero en la zona Noreste y el otro al Noroeste del distrito, pero en sus orígenes edafológicos, probablemente sean semejantes ya que una rama de la cordillera blanca es la que se extiende a lo largo del distrito de Corongo, y en la cual se nota continuidad, y estas zonas la pertenecen. Es preciso resaltar que, el nombre de la zona Tauribamba, es un vocablo quechua que significa “pampas de tauri”, siendo esta palabra el nombre vulgar con que se conoce en la zona a *Lupinus mutabilis*, y se tiene referencias que esta especie, se siembra desde tiempos ancestrales en esta zona, aunque su extensión se ha reducido considerablemente en los últimos años. En la actualidad, además de *L. mutabilis* solamente se ha encontrado *L. subtomentosus*, aunque por comentarios de las personas se sabe que antaño probablemente existieron otras especies más, y de allí su nombre, pero que por el crecimiento poblacional y las bondades de los terrenos, en toda esta zona se ha establecido el caserío de Ñahuin, con el consiguiente deterioro y pérdida de la diversidad biológica. Ambas zonas también están relacionadas con el lugar denominado Namus, con una semejanza del 0,65 y entre las tres crece *Lupinus*

*mutabilis*, aunque también existen especies propias, como *L. aridulus*, *L. eriocladius*, que únicamente se han colectado en la zona de Namus.

Finalmente, un poco separado como grupo de las anteriores se encuentra la zona de Lljajsi, muy particular para *Lupinus*, porque en todas las exploraciones, solo se ha colectado la especie nominada *L. aff. mutabilis*. Sin embargo, con la localidad de Namus comparten una semejanza de 0,63. Estas dos zonas se encuentran a ambos lados del Cerro Callahuaca, este último es uno de los cerros más altos situados al lado Este del distrito de Corongo. Las condiciones reinantes en ambas zonas es diferente, y quizá ello contribuye al desarrollo de especies propias, aunque no podemos aventurar que se trata de una especie nueva, pese a que morfológicamente parece diferente, pero es preciso realizar nuevos estudios bioquímicos, y moleculares para hacer esta afirmación. La zona de Lljajsi recibe influencia del río Manta, uno de los más caudalosos de la provincia, mientras Namus el del río Corongo, los que crearían microclimas diferentes.

Al comparar la distribución de las especies registradas en el distrito de Corongo, con la Base de Datos del Missouri Botanical Garden (MBG - USA), se ha determinado que, *Lupinus aridulus* no está reportado para el departamento de Ancash, por lo tanto se ha ampliado su distribución ya que anteriormente solo estuvo registrado para Cusco y Puno. Lo anterior podría explicarse por la similitud geológica entre estas zonas y la provincia de Corongo Ancash, puesto que las formaciones de la cadena del Vilcanota (Tupayachi, 2003) y la de la Cordillera Blanca y Negra se habrían originado de manera paralela con el levantamiento de la Cordillera de los Andes y su posterior diferenciación, aproximadamente a partir del periodo Cretácico (Cárdenas, 1996).



Para las demás especies ya se tenía reportes de su presencia en el Departamento de Ancash, y otros departamentos del Perú e incluso otros países de Sud América. Así tenemos que, *Lupinus carazensis* ha sido considerado una especie en peligro de extinción (Baldeón et al, 2006), con distribución restringida al departamento de Ancash, pero de acuerdo al MBG también se ha reportado en el Cusco, y las observaciones de campo en el distrito de Corongo nos dan una abundancia relativa que indicaría no estar en peligro. Así mismo, *Lupinus brachypremnon* se ha reportado como vulnerable (Baldeón et al., 2006) y propio de los departamentos de Ancash, Huánuco, Junín y Lima, aunque según la base de datos del Missouri Botanical Garden también se ha registrado en Tacna; y de manera semejante al anterior dado su abundancia no sería una especie vulnerable.

*Lupinus paniculatus*, se ha reportado en Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, La Libertad, Puno, así como Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela en América del Sur, como una planta propia de páramos.

*Lupinus eriocladius* se ha reportado en los departamentos de Ancash, Arequipa, Cajamarca, Cusco, Junín, Puno, y Bolivia en Sudamérica, en todos ellos a alturas superiores a 3200 m. *Lupinus lindleyanus*, además de Ancash, se ha registrado en Cajamarca, Cusco, Huánuco, Huancavelica, Lima; así como en diversos lugares del Ecuador como Loja, Chimborazo, Cotopaxi. *Lupinus subtomentosus*, en el Perú está restringido a los departamentos de Ancash, Cajamarca y Cusco, pero también en Imbabura (Ecuador); por su parte, la distribución de *Lupinus weberbaueri* está limitado al Perú, en los departamentos de Ancash, Junín, Lima y La Libertad: La última especie silvestre reportada es la

denominada *Lupinus aff. mutabilis* y en la revisión bibliográfica, visita de Herbarios y consulta de especialistas prácticamente no se tiene conocimiento de reportes anteriores con las características descritas, por lo que al menos por el momento, hasta complementar con nuevos estudios, estaría restringido a la localidad de Lajtsi al NE del distrito de Corongo, departamento de Ancash. Para la especie cultivada *Lupinus mutabilis* se ha reportado prácticamente en todos los países andinos, y en el Perú en los departamentos que tienen influencia de la Cordillera de los Andes, destacando Amazonas, Ancash, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, Lima, Pasco, Puno; así como Bolivia, Colombia, Ecuador, Honduras y Venezuela.

El hecho de compartir territorios, dentro y fuera del país por las especies de *Lupinus* estudiadas, se sustenta en los estudios filogenéticos del género, basado en análisis del DNA nuclear, demostrándose que las especies occidentales del Nuevo Mundo forman un grupo monofilético, con evidentes altas tasas de reciente diversificación, es decir después de la elevación de la Cordillera de los Andes hace 2-4 millones de años; con ancestros en las montañas rocosas de los Estados Unidos de Norteamérica, y los Andes de Sudamérica y México; con posterior irradiación y rápida diversificación a partir de ellos, sobre todo en lo que ahora es el Perú (Drummond, 2008). Otra alternativa es que, al haberse originado de un ancestro común, se haya producido una especiación vicariante y posterior radiación (Tu et al., 2008), generando una evolución reticulada, demostrado a través de marcadores moleculares para estudios filogenéticos y biogeográficos del género *Nolana* que presentan especies de lomas principalmente, pero también algunas andinas, ocupando incluso un mismo cluster (Dillon, 2007), y dado la

riqueza de especies en una metacomunidad se va generando competencia entre ellas desplazándose algunas y consolidándose otras (Rosenzweig, 2001), ocupando, sin embargo ambientes con similaridad ecológica entre sí (Jablonski, 2007), atribuido a caracteres que le confieren ventajas competitivas en el ambiente, a nivel morfológico, ecofisiológico y bioquímico, inducido por la orogenia, ciclos de glaciación, perturbaciones climáticas, origen común de la Cordillera de los Andes, e incluso el fenómeno de El Niño (Dillon et al., 2009).

Los eventos anteriores nos indican por lo tanto que, al estudiar un género o especie debe tenerse en cuenta la diversidad ecológica, que incluye no solo la diversidad alfa sino también la beta; entendiendo la primera como una función del número de especies presentes en un mismo hábitat, y la beta como medida del grado de partición del ambiente en parches o mosaicos biológicos, es decir estimar la contigüidad de hábitats diferentes en el espacio, siendo un componente muy importante para el manejo de policultivos, donde se busca compensar la menor diversidad alfa de los cultivos con un incremento en la heterogeneidad espacial (Halffter & Ezcurra, 1992).

## VII. CONCLUSIONES

- En el distrito de Corongo, provincia de Corongo, Departamento de Ancash, se registraron 10 especies del género *Lupinus*: *Lupinus subtomentosus* C.P. Sm, *Lupinus mutabilis* Sweet., *Lupinus brachypremnon* C.P Sm, *Lupinus carazensis* Ulbr., *Lupinus lindleyanus* J. Agardh, *Lupinus* aff *mutabilis*, *Lupinus eriocladus* Ulbr, *Lupinus aridulus* C.P. Sm, *Lupinus weberbaueri* Ulbr. y *Lupinus paniculatus* Desr.
- Los rizobios que nodulan a las diversas especies de *Lupinus* en el distrito de Corongo, pertenecen al género **Mesorhizobium**, para las especies *Lupinus carazensis* Ulbr., *Lupinus lindleyanus* J. Agardh, y *Lupinus aridulus* C.P. Sm. y al género **Bradyrhizobium**, para las especies *Lupinus subtomentosus* C.P. Sm, *Lupinus mutabilis* Sweet., *Lupinus* aff. *mutabilis*, *Lupinus eriocladus* Ulbr., *Lupinus weberbaueri* Ulbr. y *Lupinus paniculatus* Desr.
- El análisis UPGMA de fenogramas nos indica que las características morfológicas de los nódulos y las peculiaridades fisiológicas y bioquímicas de los simbioses ayudan a mejorar los estudios taxonómicos de las especies del género *Lupinus*.
- Tingo es la localidad estudiada de mayor altitud con 3750 m, y es la que registra el mayor número de especies de *Lupinus*: *L. brachypremnon*, *L. carazensis*, *L. paniculatus*, *L. subtomentosus* y *L. weberbaueri*, que representan el 50% de las especies para el distrito de Corongo.

- Se registra para el distrito de Corongo, *Lupinus aridulus* C.P. Sm, hasta ahora reportada solamente para los departamentos de Cusco y Puno, con lo cual se amplía su área de distribución en el Perú.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Con la finalidad de aclarar la controversia en la identificación de las especies y conocer el número real de este género, se hace necesario continuar el estudio taxonómico del género *Lupinus* en el departamento de Ancash y el Perú en general.
- Debería realizarse estudios moleculares tanto a nivel de campo como de laboratorio de los microorganismos que conforman la rizósfera del género *Lupinus*, con especial énfasis en sus rizobios, buscando la interacción entre ellos y su posterior uso como marcadores taxonómicos.
- Trabajar con especialistas de manera multidisciplinaria a fin de determinar inequívocamente la biodiversidad de los rizobios, y a partir de ella generar líneas de investigación para el uso de estos organismos que culminen en el logro de una agricultura sostenible.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdel-Kadera, A.; Randall J. 1999. Phylogenetic Relationships in *Lupinus* (Fabaceae: Papilionoideae) based on Internal Transcribed Spacer Sequences (ITS) of Nuclear Ribosomal Dna. *Am. J. Bot.* 86(4): 590–607
- Achard, F.; Hugh, E.; Jürgen-Stibig, H.; Mayaux, P.; Gallego, J.; Richards, T.; Malingreau, J. 2002. Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297, 999–1002.
- Altieri, M.; Merrick, L. 1994. Agroecology and in situ conservation of native diversity in the Third World. *En* Wilson, E. (eds). *Biodiversity*. 10<sup>th</sup>. Print. Nat. Acad. Press. USA: 361-369.
- Arias, R.S.; Sagardoy, M. 1987. Antagonismo microbiano en la esferosfera de soya y su efecto sobre la nodulación. CONICET. Dpto. Agricultura, Argentina. XIV RELAR. Argentina: 52.
- Bacanamwo, M.; Harper, J. 1996. Regulation of nitrogenase activity in *Bradyrhizobium japonicum*/soybean symbiosis. Nitrogen status as determined by shoot C:N ratio. *Physiologia Plantarum*. 98(2): 529-538.
- Baldeón, S.; Flores, M.; Roque, J. 2006. Fabaceae Endémicas del Perú. En El Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú. Blanca León et al Eds. *Rev. peru. biol.* 13(2): 316 Version online ISSN 1727-9933.

- Barneby, R. C. 1989 *Lupinus* L. En A. Cronquist, A.; Holmgren, H.; Holmgren, N.; Reveal, J.; Holmgren, P.K. (eds.). *Vascular plants of the intermountain West*, USA. NYBG. Vol. (3B): 237–267.
- Barrera, N.; García, S.; Dávila, O.; Martínez, E.; Rodríguez, O. 1996. Biodiversidad de Bradyrhizobium simbioses de Lupinus e inducción de factores de nodulación. XVIII RELAR: 201-203.
- Bermúdez, K., Robledo, N.; Barrera, L.; Winkb, M. 2002. Alkaloid Profile of Leaves and Seeds of *Lupinus hintonii* C. P. Smith. Naturforsch. (57): 243-247.
- Bernal, G. 1982. Evaluación de cepas de *Rhizobium lupini* en el cultivo de chocho. En: Resúmenes de la XI RELAR. Lima, Perú.
- Brako, L.; Zarucchi, J.L. 1993. Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Monogr. Syst. Bot., Missouri Botanical Garden 45: 1-1286.
- Brebaum, S.; Boland, G.J. 1995. Sweet white lupin - a potential crop for Ontario. Canadian Journal of Plant Science, 75: 841-849.
- Campillo, R.; Urquiaga, S.; Pino, I.; Montenegro, A. 2003. Estimación de la Fijación Biológica de Nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del <sup>15</sup>N. Agric. Téc. INIA, Chile. Vol.63 (2): 169-179.
- Cárdenas, D. 1996. Corongo y sus Recursos. Edit. Moises Chávez. Lima: 283 pp.
- de Bruijn, F. 1994. Regulation of plant genes specifically induced in developing and mature nodules on leguminous plants. En. Aplicaciones de la Biología Molecular al estudio de las interacciones entre plantas y microorganismos IBBM ed. La Plata Argentina: 10-15.
- Dillon, M.O.; Tu, T.; Soejima, A.; Yi, T.; Nie, Z.; Tye, A.; Wen, J., 2007. Phylogeny



- of *Nolana* (Nolaneae, Solanoideae, Solanaceae) as inferred from granule-bound starch synthase I (GBSSI) sequences. *Taxon* 56, 1000–1011.
- Dillon, M.O.; Tu, T.; Xie, L.; Quipuscoa, V.; Wen, J. 2009. Biogeographic diversification in *Nolana* (Solanaceae), a ubiquitous member of the Atacama and Peruvian Deserts along the western coast of South America. In press.
- Dixon, R.; Wheeler, C. 1993. Nitrogen fixation in plants. Chapman & Hall, NY. USA: 157 pp.
- Döbereiner, J. 1993. Nitrogen fixation in grass-bacteria associations. A summarized review of Recent Progress. Conf. Brasileira de pesquisas agropecuarias. Rio de Janeiro, Brazil: 1-6.
- Drummond, C. 2008. Diversification of *Lupinus* (Leguminosae) in the western New World: Derived evolution of perennial life history and colonization of montane habitats. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 48(2): 408-421
- Dunn, D. B. 1984. Cytotaxonomy and distribution of the New World lupin species. Proceedings of the Third International Lupin Conference, June 4–8, 67–85. La Rochelle, France.
- Eggum, B.O., Tomes, G., Beames, R.M. ; Datta, F.U., 1993. Protein and energy evaluation with rats of seed from 11 lupin cultivars. *Animal Feed Science and Technology*, 43: 109-119.
- Faverova, H. 2001. . Descriptor List of Genus *Lupinus*. L. Agritec. Praga: 20 pp.
- Franco, A. 1996. Importancia e la fijación biológica de nitrógeno en la recuperación de la fertilidad y en la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. XVIII RELAR:1-18.
- García de Salomone, E.; Döbereiner, J. 1992. Estudio de la asociación

- Azospirillum* – maíz (*Zea mays*) en dos campañas sucesivas de experimentos de campo. Fac. Agronomía UBA. Rio de Janeiro. Brazil. XVI RELAR. Argentina: 96.
- Gardner, W.K. 1983. The adquisition of Phosphorus by *Lupinus albus* L.III. The probable mechanism by which phosphorus movement in the soil/root interface is enhanced. Plant and Soil, 70: 107-124.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. En Bullock, S.H., H.A. Mooney, & E. Medina (eds.), Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.:146-194.
- Giller, K.; Vargas, E. 1996. Leguminosas tropicales: proveedores y pilladoras de nitrógeno. XVIII RELAR:19-30.
- Gladstones, J., 1972. Lupins in Western Australia. Department of Agriculture, Western Australia, Perth, W.A. Bull. 3834: 3-37.
- Gladstones, J. 1998. Distribution, Origen, Taxonomy, History and Importance. En J.S Gladstones et al (Ed.). Lupin as Crop Plants. Biology, Production and Utilization: 1-39.
- Gómez, J. 1995. Necesidad de Inoculación a leguminosas cultivadas. V Reunión ICBAR. Disponible en URL: <http://200.10.69.30/biologia/investigacion/c5r31.htm>.
- Gómez, J. 1998. Fijación de Nitrógeno en el "Tauri" *Lupinus mutabilis* Sweet. VII ICBAR Disponible en URL: <http://200.10.69.30/biologia/investigacion/7r-bo08.htm>.
- Graham, P.H.; C. Vance. 2000. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. Field Crops Research 65: 93-106.

- Grierson, D.; Covey, S. 1997. *Biología Molecular de las Plantas*. Edith. Acribia S.A. España: 244 pp.
- Gross, R. 1988. *Lupin in Human Nutrition*. Proc. 5<sup>th</sup> Intern. Lupin Conf. Poznan, Polonia: 51-63.
- Halffter, G.; Ezcurra, E. 1992. ¿Que es la biodiversidad? En: *La Diversidad Biológica de Iberoamérica*. Acta Zoológica Mexicana, CYTED-D, Instituto de Ecología. México: 3-24.
- Halffter, G., 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zoológica Mexicana*. 21(2):133-153.
- Hernández, J.; Saldaña, J.; de la Garza, F. 1996. Inoculación de *Vicia villosa* (veza) y *Melilotus alba* (trébol dulce) con cepas de *Rhizobium* y su efecto como abono verde en cultivo de maíz. XVIII RELAR:75-79.
- Hrstkova, P. 1998. Variability and selection of *Lupinus mutabilis*. Mendel University of Agriculture and Forestry. Tesis doctoral: 70 pp Disponible en URL:[www.mendelu.cz](http://www.mendelu.cz).
- Hughes, C. 2001. A Newsletter of The Botanical Science Division of The New York Botanical Garden. Royal. Society University (280): 1-5.
- Jacobsen, S.E.; A. Mujica. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. En *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev Edit. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 458-482.
- Judd, W.; Campbell, C.; Kellog, E.; Stevens, P. 2004. *Plant Systematics. A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates Inc.: 35-44, 161-315 pp.
- ILDIS. 2007. Catalogue of life: 2007 Annual Checklist. Disponible en URL:

<http://www.ildis.org/leguminosae>.

- Iribarne, M.; Balagué, L.; Diosma, G.; Balatti, P. 1998. Capacidad de fijación de nitrógeno de estirpes autóctonas de *Mesorhizobium* spp. en simbiosis con dos poblaciones mejoradas de *Lotus glaber* (Miller). *Rev. Fac. Agron. La Plata* 103 (2): 157-154.
- Jablonski, D.. 2007. Scale and Hierarchy in Macroevolution. *Palaeontology* 50 (1): 87–109.
- Jørgensen, P.M.; León-Yañez (Eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monograph. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75:i–vii, 1–1181.
- Kartuzova, L.; Kurlovich, B. 2002. Production of Seed. En Kurlovich. *Lupins. Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding*. St. Petersburg Pub. House. 11-38.
- Kozusny, P.; Lemos, D.J. 1992. Variación en LPS isoenimas y morfología de colonias de poblaciones de *Bradyrhizobium* sp. XVI RELAR. Argentina: 1.
- Kurlovich, B.; Kartuzova, L.; Chetkova, S. 1990. Nitrogen biological fixation rate of different Lupines. Abs. 5<sup>th</sup>. Int. Lupin. Conf. Temuco, Chile. 83.
- Kurlovich, B. 2002. The history of Lupin domestication. En Kurlovich, B. *Lupins. Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding*. St. Petersburg Pub. House.; 147-164.
- Kurlovich, B.; Repeyev, S.; Kartuzova, L. 2002. The Review of genus *Lupinus* L. En Kurlovich. *Lupins. Geography, Classification, Genetic Resources and Breeding*. St. Petersburg Pub. House. 11-38.
- Kurlovich, B.; Tikhonovich, I, Kartuzova, L.; Heinanem, J. 2002. Nitrogen Fixation. En Kurlovich. *Lupins. Geography, Classification, Genetic Resources and*

- Breeding*. St. Petersburg Pub. House. 269 -287.
- Kyle, W. 1994. The current and potential uses of lupins for human food. En: Lupin Update Meetings for Advisers and Consultant "Consolidation". Department of Agriculture, Western Australia.:89-92.
- Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology. 3<sup>rd</sup>. Ed. Edit. Springer. Germany: 168-199.
- Lerat, E.; Morán, N. 2004. The evolutionary history of quorum-sensing systems in bacteria. *Mol Biol Evol.* 21(5): 903-913.
- Leung, D.; Miles, R.; Smith. S. 2000. An investigation of the interaction between heavy metals and *Rhizobium leguminosarum* bv. *Trifolii* and also os the distribution of nitrifying bacteria in sewage sludge-treated agricultural soils. Disponible en URL: [www.wye.ac.uk/BioSciences/soil/](http://www.wye.ac.uk/BioSciences/soil/) .
- Lie, T.; Tempelman-Bobbink, A.; Mullinberg, M. 1996. Biodiversidad de *Rhizobium* en centros genéticos de plantas. XVIII RELAR:141-146.
- Linderman, W.; Glover, C. 1996. Nitrogen Fixation by legumes. Guide A-129. College of Agriculture and Home Rconomics. NMSU. USA: 8.
- Lucas, J.A. 1998. Estudio de la Interacción Planta-Suelo-Microorganismo y su aplicación en la mejora de la producción primaria de *Lupinus* sp. Tesis Doctorado. Universidad San Pablo CEU. España.: 5-30, 58-75.
- Macbride, F. 1943. Flora of Peru. Family Leguminosae. Field Museum of Natural History. Chicago. USA: 459-506.
- Martínez, C.; Frías, J.; Vidal, C. 2006. Functional lupin seeds (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) after extraction of  $\alpha$ -galactosides. *Food Chemistry*. Vol 98 (2): 291-299.

- Martins, J.; Riottot, M.; Abreu, M.; Viegas-Crespo, A.; Lanca, M.; Almeida, J.; Freire, J.; Bento, O. 2005. Cholesterol-lowering effects of dietary blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) in intact and ileorectal anastomosed pigs. *J. Lip. Res.* Vol. 46: 1539-1547.
- Master L, A. Stein, L. Kutner, G. Hammerson. 2000. Vanishing Assets: Conservation status of US species. En Stein B, Kutner L, Adams J (ed.). *Precious Heritage: The status of biodiversity in the United States*: Oxford University Press: New York 93–98.
- McGrath, H.; Hammerschmidt, S.; Quin, J. 1998. Biodegradation of Phosphonomycin by *Rhizobium huakuii* PMY1. *Appl Environ. Microbiol.* 64(1):365-358.
- McPeck, M. 2007. The Macroevolutionary consequences of ecological differences among species. *Palaeontology* 50 (1) , 111–129.
- Milford, M.H., 1997. *Soils and Soils Science: Laboratory excercises*. 4<sup>th</sup> Ed..Texas A&M University. Kendall/Hunt Pub. Com. Dubuque, Iowa. USA. 345 pp.
- Mohr, H.; P. Schopfer. 1995. *Plant Physiology*. Edit. Springer. Germany: 467-499.
- Monteiro, R.; Gibb, P. 1986. A taxonomic revision of the unifoliolate species of *Lupinus* (Leguminosea) in Brazil. *Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh* 44: 71–104.
- Morgante, C.; Castro, S.; Fabra, A. 2007. Role of rhizobial EPS in the evasion of peanut defense response during the crack-entry infection process. *Soil Biol. and Bioch.* Vol 39(5):1222-1225.
- Msika, P.; Rancurel, A.; Georgette, M. 1998. Antioxidant properties of *Lupinus*. Disponible en URL: <http://www.pharmcast.com/Patents/>.

- Mujica, A. 1994. Neglected Crops of Incas. Bermejo, H. & León, J. (ed.). Plant Production and Protection. FAO, Roma, Italia: Serie N°. 26: 131-148.
- Myers, N; Mittermeier, M.R.; Mittermeier, C.; da Fonseca, G.; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature Vol. 403: 853-858.
- National Research Council. 1989. Lost crops of the Incas: Little known plants from the Andes with *promise* for worldwide cultivation. Washington, DC. Nat. Acad. Press.:81-89 Disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/T0646E/T0646E0f.htm>.
- Nelson, P.; R. Delane. 1990. Producing lupins in Western Australia, En. Lawson (Ed.). Bulletin of Department of Agriculture, Western Australia, 4179: 85 p.
- Olmedo, C; Thuar, A.; Tissera, G.; Sánchez, S. 1992. Dpto. de Biología Agrícola, Córdoba. Argentina. XVI RELAR: 25.
- Pearson, G.; Carr, J.R., 1977. A comparison between meals prepared from the seeds of different varieties of lupin as protein supplements to barley-based diets for growing pigs. Animal Feed Science and Technology. 2: 49-58.
- PEISA, Ed. 2004. Atlas Regional del Perú. Tomo 22/Ancash. Quebecor World. Lima, Perú. 96 pp.
- Petterson, D.S., Sipsas, S.; Mackintosh, J.B., 1997. The Chemical Composition and Nutritive Value of Australian Pulses (2nd Ed.). Grains Res. and Dev.: 65 pp.
- Planchuelo, A. M.; Dunn, D.B.. 1984. The simple leaved lupines and their relatives in Argentina. Ann. Missouri Botanical Garden 71: 92–103.
- Planchuelo, A.M.; Ravelo, A. C. 1996. Los Lupinos. Aspectos Agronómicos del Cultivo. Bol. Tec. 1(1): 1-12.

- Primack, 2004. Essentials of Conservation Biology. Sinauer Associates Inc. USA:24-70.
- Reid, W.; Miller, K. 1994. Keeping Options Alive. The Scientific Basis for Conservation Biodiversity. World Res. Inst. USA: 9-29, 57-84.
- Rosenzweig, M. 2001. Loss of speciation rate will impoverish future diversity Proc Natl Acad Sci USA: 98(10): 5404–5410.
- Serrano, E. 2004. Reemplazo parcial de harina de pescado por harina de lupino blanco (*Lupinus Albus*) en dietas extruidas para Trucha Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*): Efectos sobre los índices productivos y la composición de Ácidos Grasos. en el músculo. Tesis Lic. Ciencias Acuicul. Universidad Católica de Temuco. 4-15, 27-64.
- Singleton, P. 1986. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento y sobrevivencia de Rhizobium. Res. XIII RELAR. UNMSM. Lima: 197.
- Smith, D.N. 1988. Flora and vegetation of the Huascarán National Park, Ancash, Perú, with preliminary taxonomic Studies for a manual of the flora. Tesis Doctor of Philosophy. Iowa State University. USA. 56.
- Soria, R.; Correa, N.; Rosas, S. 1996. Capacidad PGRP y Biocontrol en *Bradyrhizobium*. XVIII RELAR. Bolivia: 329-331.
- Soule, J.; Piper, J. 1994. Farming in Nature's Image. Island Press. USA:90-117.
- Stepkowski, T.; Hughes, C.; Law, I.; Markiewicks, L.; Gurda, D.; Chlebicka, A.; Moulin, L. 2007. Diversification of Lupine *Bradyrhizobium* Strains: Evidence from Nodulation Gene Trees. App. and Env. Microb. Vol. 73(10): 3254-3264.



- Thompson, J. 2003. The coevolutionary Process. Chicago University Press. USA: 59-105.
- The Royal Society. 2003. Measuring biodiversity for Conservation. Policy document. 11/3 Disponible en URL: [www.royalsoc.ac.uk](http://www.royalsoc.ac.uk).
- Tu, T.; Dillon, M.O.; Sun, H.; Wena, J. 2008. Phylogeny of *Nolana* (Solanaceae) of the Atacama and Peruvian deserts inferred from sequences of four plastid markers and the nuclear LEAFY second intron. Mol. Phylogenet. Evol.. doi:10.1016/j.ympev.2008.07.018.
- Tupayachi, A. 2003. Especies de la flora lomal en el afloramiento geológico cretácico "Yuncaypata" en Urubamba: Cusco. *Cantua* 12: 22-26.
- Vincent, J. 1975. Manual Práctico de Rhizobiología. Edit. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina: 199pp.
- Wang, F.; Wang, T.; Liu, J.; Cheng, Sui, X.; Feng, W.; Chen, W. 2007. *Mesorhizobium albizae* sp. nov., a novel bacterium that nodulates *Albizia kalkora* in a subtropical region of China. *Int. Jour. Syst. & Evol. Mic.* 57: 1192-1199.
- Wang, T.; Martinez, J. 2007. Taxonomía de Rhizobium. CIFBN. UNAM. México.: Cat. 12 Disponible en URL: <http://www.microbiologia.org.mx/microbiosenlinea/Capitulo12.pdf>.
- Watson, L.; Dallwitz, M.J. 1998. The Families of Flowering Plants. Disponible en URL: <http://biodiversity.uno.edu/delta/>.
- WCMC. 2007. Databases & Maps. Disponible en URL: [http://www.unep-wcmc.org/forest/datasets\\_maps.htm](http://www.unep-wcmc.org/forest/datasets_maps.htm).

- Weir, B. 2007. The current taxonomy of rhizobia. New Zealand of rhizobia Tesis PhD. School of Biological Sciences. The University of Auckland. New Zealand. 49-157. Disponible en URL: <http://www.rhizobia.co.nz/taxonomy/rhizobia.html>.
- Werff, van der H.; T. Consiglio. 2004. Distribution and conservation significance of endemic species of flowering plants in Peru. *Biodiv. & Conserv.* 13: 1699—1713.
- Wisniewskie, J.P.; Delmotte, F. M. 1996. Modulation of carbohydrate-binding capacities and attachment ability of *Bradyrhizobium* sp. (Lupinus) to white lupin roots. *Can. J. Microb.* V. 42(3): 234-242.
- Wojciechowski, M.; Mahn, J. 2007. Diversity in Legume Root Nodules. Disponible en URL: <http://www.public.asu.edu/>.
- Wolko, B.; Weeden, N. F. 1989. Estimation of *Lupinus* genome polyploidy on the basis of isozymic loci number. *Genetica Polonica.* (30): 165–171.
- Young, J.; Haukka, K. 1996. Diversity and phylogeny of rhizobia. *New Phytol.* 133: 87-94.

## **ANEXOS**

## 1. Composición del medio Agar Manitol Levadura (YMA)\*

### Solución Stock

$\text{KH}_2\text{PO}_4$	10 g/100 ml $\text{H}_2\text{O}$	Solución P
$\text{CaCl}_2$	4 g/100 ml $\text{H}_2\text{O}$	Solución Q
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	2 g/100 ml $\text{H}_2\text{O}$	Solución R
$\text{NaCl}$	4 g/100 ml $\text{H}_2\text{O}$	} Solución D
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	1 g/100 ml $\text{H}_2\text{O}$	
Rojo Congo	1:400	

### Para un litro de Medio YMA

Manitol	10,0 g
Soluciones P,Q,R,D	5,0 ml c/u
Levadura difco	0,4 g
Agar	20,0 g
Agua destilada	980,0 ml
Rojo de congo	10,0 ml
pH: 6,8	

- Actualmente el medio YMA se comercializa solo para rehidratarlo y añadir el indicador

## 2. Descriptores para *Lupinus*

	<b>Descriptor</b>	<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
	Lugar coleccion		Tingo	Tauribamba	Tingo	Ecanca	Ecan.-Llajt	Llajtsi	Namus	Namus	Tingo	Tingo
	altitud/coordenadas		3420	3450	3450	3450	3500	3500	3800	3800	3800	3300
	Area colec/habitat		1	2../ 3	1../ 2	2../ 3	2../ 3	1../ 2	2../ 3	2../ 3	1	1
	Tipo muest		1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nombre vulgar		llajtsi	chocho	llajtsi	llajtsi	llajtsi	llajtsi	llajtsi	llajtsi	jopchu	llajtsi
	<b>PLANTA</b>											
<b>1</b>	<b>habito</b>	1 hierba		X		X	X			X	X	
		2 arbusto	X		X		X	X	X			X
<b>2</b>	<b>Porte</b>	3 erecto	X			X	X	X		X	X	X
		5 simierecto		X								
		7 prostrado			X				X			
	<b>TALLO</b>											
<b>3</b>	<b>formacion</b>	0 princ. dominate		X		X				X		
		1 princ. no dominante	X		X		X	X	X		X	X
<b>4</b>	<b>pubescencia</b>	0 ausente		X				X				
		1 dominante	X		X	X	X		X	X	X	X
<b>5</b>	<b>color basico</b>	1 amarillo										
		2 verde claro		X	X	X	X			X		X
		3 verde	X					X	X		X	
		4 verde oscuro										
<b>5</b>	<b>intensidad color</b>	3 claro	X	X	X					X		X
		5 medio				X	X		X		X	
		7 oscuro						X				
<b>6</b>	<b>antocianina</b>	0 no antocianina						X		X	X	X
		3 poco-violeta claro	X		X				X			
		5 medio - predom violeta		X		X	X					
		7 violeta oscuro										

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
7	cerosidad	0 ausente	X	X	X	X		X	X	X		
		1 presente					X				X	X
8	<b>RAMIFICACION</b>											
	ramificacion	0 sin ramificacion										
		1 ramif. Primaria				X	X		X			
		2 ramif. Secundaria		X				X		X	X	
		3 ramif terciaria >	X		X							X
9	<b>longitud tallo</b>	1 muy corto (< 31 cm)	X 12-15	X 25 - 22	X 10 15	X 12 - 28			X 10-11			
		3 corto (31 - 60 cm)										
		5 intermedio (61 - 80 cm)					X	X 80-90				
		7 largo (81 - 120 cm)										X 0.8-1.2
		9 muy largo (> 120 cm)								X 1-1.5	X 1-2.3	
10	<b>diametro tallo</b>	1 muy delgado (< 3 mm)	X 1.5									X 2-2.8
		3 delgado (3 - 6 mm)		X	X 3.2-3.5	X 4-6			X			
		5 intermedio (7 - 10 mm)										
		7 grueso (11 - 15 mm)					X 11-20	X 25-30				
		9 muy grueso (> 15 mm)								X 20-40	X 17-25	
	<b>HOJA</b>											
11	<b>color basico</b>	1 amarillo										
		2 verde claro				X						X
		3 verde	X	X			X	X	X	X	X	
		4 verde oscuro			X							
12	<b>intensidad color</b>	1 claro										
		2 medio	X	X		X			X			X
		3 oscuro			X		X	X		X	X	
	<b>antocianina</b>	0 no antocianina	X	X	X	X		X	X	X	X	X
		3 poco-violeta claro					X		X			
		5 medio - predom violeta										
		7 violeta oscuro										

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>	
13	forma foliolo	1 elíptica		X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		2 cuneada	X										
		3 otras											
	forma apice foliolo	1 no acuminado											
		2 acuminado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
14	No foliolos	1 muy pocos (< 5)											
		3 poco (5 - 8)		X 6-9	X 5-8	X 8-9	X 6-8	X 7-8	X 6-8		X 6-7	X 6-9	
		5 intermedio (9 - 10)	X 8-10	X		X							X
		7 mucho (11 - 12)											
		9 demasiado (> 12)									X 14-15		
15	long foliolocentral	1 muy corto (< 3 cm)			X 1-1.6				X 2.1-2.2				
		3 corto (3 - 4,9 cm)	X	X 2.5-3.5		X 3.2-3.7	X						
		5 intermedio (5 - 6,9 cm)						X 6-7			X 5-6.8	X 5.1-6	
		7 largo (7 - 8,9 cm)											
		9 muy largo (> 8,9 cm)									X 10-11(12)		
16	ancho foliolo	1 muy estrecho (< 0,5 cm)		X 4-5	X 0.15-0.2				X 0.2				
		3 estrecho (0,5 - 0,9 cm)	X	X		X 5-6							
		5 intermedio (1 - 1,9 cm)					X	X 1-1.2		X	X 1.6-1.7	X 1.5-1.6	
		7 ancho (2 - 2,9 cm)								X 2-2.3			
		9 muy ancho (> 2,9 cm)											
	largo/ancho												
17	pubesc haz	0 ausente					X					X	
		3 escaso (esparcido)	X	X		X							
		5 intermedio			X			X	X				
		7 denso							X	X			
18	pubesc env	0 ausente					X					X	
		3 escaso (esparcido)											
		5 intermedio	X	X		X							
		7 denso			X			X	X	X			

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
	PECIOLO											
19	longitud	3 corto (< 6 cm)	X	X	X 1.5-4.6				X 3.5-3.8		X 5-5.6	X 4-5.5
		5 intermedio (6 - 12 cm)				X 8.5-9.5	X	X				
		7 largo (> 12 cm)								X 20-27		
20	color	1 amarillo										
		2 verde					X	X		X	X	X
		3 gris	X	X	X	X			X			
21	intensidad color	3 claro	X	X	X					X		X
		5 intermedio				X	X		X		X	
		7 oscuro						X				
	Estipulas											
	longitud		< 6	7 . 8	5 ..6	6..8	3..4	1.5-1.7	7..9	4..7	1.3-5	2.1-4
22	color	1 verde				X		X		X	X	
		2 amarillo										
		3 gris							X			
		4 verde y azul										X
		5 verde y rojo	X	X	X		X		X			
		6 amarillo y azul										
		7 amarillo y rojo										
23	intenscolor	3 claro	X	X		X		X		X		
		5 intermedio			X				X		X	
		7 oscuro					X					X
	INFLORESCENCIA											
24	Long infl. princip	1 muy corto (< 3 cm)							X 2-4			
		3 corto (3 - 8 cm)			X 4-5							
		5 intermedio (9 - 20 cm)	X	X		X 9-13	X 11-13	X 16-18			X 9-18	X 10-13
		7 largo (21 - 30 cm)										
		9 muy largo (> 30 cm)								X 68-75		



		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
25	Tipo	1 racimo										
		3 verticilada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		7 otro								?		
26	No flores/inflores	3 pocos (< 20)			X				X 10-15			
		5 intermedio (20 - 40)	X	X		X 25-30	X 20-35	X 32-36				
		7 abundante (> 40)								X 400-550	X 23-45	X 20-35
	<b>FLORES</b>										X	
27	Color boton floral	1 blanco			X			X	X	X		
		2 amarillo	X	X		X					X	X
		3 anaranjado										
		4 rosado								X		
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul										
		8 violeta					X					
		9 marron										
28	Intensidad color boto	3 claro	X	X					X			
		5 intermedio			X	X		X		X	X	X
		7 oscuro					X					
	<b>Estandarte</b>											
29	color	1 blanco								X		
		2 amarillo										
		3 anaranjado										
		4 rosado								X		
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul	X					X			X	X
		8 violeta		X	X	X	X		X			
		9 marron										

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
<b>30</b>	<b>intensidad color</b>	3 claro								X		
		5 intermedio	X	X	X				X			X
		7 oscuro				X	X	X			X	
<b>31</b>	<b>color banda marg</b>	0 ausente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		1 blanco										
		2 amarillo										
		3 anaranjado										
		4 rosado										
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul										
		8 violeta										
		9 marron										
<b>32</b>	<b>intens,color banda</b>	3 claro										
		5 intermedio										
		7 oscuro										
<b>33</b>	<b>color manchcentral</b>	0 ausente										
		1 blanco			X				X			
		2 amarillo	X	X		X	X	X		X	X	X
		3 anaranjado										
		4 rosado										
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul										
		8 violeta										
		9 marron										
<b>34</b>	<b>intenscolormancent</b>	3 claro										
		5 intermedio										
		7 oscuro										

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
	Alas											
35	color	1 blanco										
		2 amarillo										
		3 anaranjado										
		4 rosado								X		
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul	X					X			X	X
		8 violeta		X	X	X	X		X			
		9 marron										
36	intensidad color	3 claro				X				X		
		5 intermedio	X	X		X	X	X	X		X	X
		7 oscuro			X							
	Quilla											
37	color	1 blanco	X	X	X	X		X	X	X	X	
		2 amarillo										
		3 anaranjado										
		4 rosado										
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul	X	X	X	X			X	X	X	
		8 violeta					X					X
		9 marron										
38	intenscolor	3 claro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		5 intermedio										
		7 oscuro										
	LEGUMBRE/VAINA											
39	Longitud	1 muy corta (< 31 mm)		X	X 1.7-2	X 2.1-3						
		3 corta (31 - 40 mm)	X						X	X 3.2-4	X 3.6-4	

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
<b>39</b>	<b>LEGUMBRE/VAINA</b>											
	<b>Longitud</b>	5 intermedio (41 - 60 mm)					X	X				
		7 largo (61 - 110 mm)										X 7-8
		9 muy largo (> 110 mm)										
<b>40</b>	<b>Ancho</b>	1 muy estrecho (< 3,1 mm)										
		3 estrecho (3,1 - 8 mm)	X	X	X 4-5	X 6-7	X					
		5 intermedio (8,1 - 11 mm)						X		X 8.7-8	X 8.3-8.7	
		7 ancho (11,1 - 16 mm)										X 17-20
		9 muy ancho (> 16 mm)										X
<b>41</b>	<b>pubesc. Inmaduro</b>	0 ausente										
		3 escazo (esparcido)					X					X
		5 intermedio										
		7 denso	X	X	X	X		X		X	X	
<b>42</b>	<b>pubesc. Maduro</b>	0 ausente					X					X
		3 escazo (esparcido)					X					
		5 intermedio										
		7 denso	X	X	X	X		X		X	X	
<b>43</b>	<b>Color maduro</b>	1 amarillo										
		2 marron claro	X				X					X
		3 marron		X	X	X		X		X	X	
		4 marron oscuro					X					
		5 negro										
<b>44</b>	<b>curvatura</b>	1 recto			X							
		3 ligeramente curvado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		5 curvado										
		7 doblado										
<b>45</b>	<b>No semillas/vaina</b>	3 pocos (< 3)										
		5 intermedio (3 - 6)	X	X	X 3-4	X 5-7	X 4-6	X 4-6		X 5-6	X	X 5-6
		7 abundante (> 6)	X			X					X 5-9	

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
	SEMILLAS											
46	Forma	1 esferico										
		2 aplanado esferico (lenticul)										
		3 esferico reniforme										
		4 oval		X	X					X		X
		5 oval aplanado									X	
		6 cuboide	X			X	X	X				
		7 cuboideo aplanado										
		8 cuboideo eliptico										
		9 otros										
47	color predominante	1 blanco										X
	tegumento	2 amarillo										
		3 anaranjado										
		4 rosado										
		5 rojo										
		6 verde										
		7 azul										
		8 violeta										
		9 marron/negro	X	X	X	X	X	X		X	X	X
48	intensidad color	3 claro				X	X					
	tegumento	5 intermedio	X		X			X		X		X
		7 oscuro		X							X	
49	Color	0 ausente		X								
	complementario	1 blanco										
		2 amarillo										
		3 anaranjado										
		4 rosado										
		5 rojo										

		<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
		6 verde										
		7 azul										
		8 violeta										
		9 marron/negro	X		X	X	X	X		X	X	X
<b>50</b>	<b>Intensidad color</b>	3 claro										
		5 intermedio										
		7 oscuro	X		X	X	X	X		X	X	X
<b>51</b>	<b>Distribucion color</b>	1 en media luna(semicirculo)										X
	<b>secundario de</b>	2 en ceja	X	X								X
	<b>semilla</b>	3 en lomp										
		4 salpicada		X	X	X	X	X		X	X	
		5 en bigote										
		6 veteada										
		7 en media luna veteada										
		en ceja veteada										
		otras										
	<b>CARACTERES BIOLOGICOS</b>											
	periodoveget											
	<b>RESISTENCIA A PLAGAS Y ENFERMEDADES</b>											
	escala											
	<b>ENFERMEDAD RAIZ</b>											
	escala											

### 3. Descriptores para nódulos y rizobios

	Escala	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2715	2716
NODULOS	Número	12..18	11..12	12..14	8..12	20..30 >	12..18	3..8	> 30	> 20	20-30 >
	Posición raíz	princ	princ	princ	princ	princ-sec	princ-sec	princ	princ-sec	prin-sec-t	prin-sec
	Pedúnculo	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
	Forma	glob	ple	pleo	pleo	pleo	pleo	pleo	esf-pleo	pleo	pleo
	Tamaño	4--8	4--9	4--7	4--8	8--15	5--10	4--7	7--15	5--12	7--15
	Ornamentos	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si
	Tipo ornamen.	surc	surc	surc	surc	varia	sur	sur	sur	sur	varia
	Colorac. externa	crem	crem	crem	crem	crem	crem	crem	blanq	blanq	crem
COLONIA	Tiempo aparic.(d)	4	6	4	5	5	6	5	5	6	6
	Diámetro	2	3	2	2	2	3	2	3	3	3
	Forma										
	circular		x	x			x			x	
	ovalada	x						x			x
	irregular				x	x			x		
	Elevacion										
	convexa	x		x						x	x
	plana				x	x			x		
	pulvinada		x				x	x			
	Borde										
	entero	x		x	x	x		x	x	x	x
	rizada										
	ondulada		x				x				

	<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>	
<b>COLONIA</b>												
	<b>Consistencia</b>											
	gelatinosa				x	x			x			
	elástica	x	x	x			x	x			x	
	acuosa									x		
	<b>Color</b>											
	incoloro	x						x			x	
	rosado											
	ligeamente rosado		x				x			x		
	rosado lechoso			x	x	x			x			
	ros. Borde incoloro											
	transparente lechoso											
	<b>Afinidad a rojo congo</b>											
	baja	x		x	x	x		x	x			
	media		x					x		x	x	
	alta											
<b>BIOQUIMICA</b>												
<b>Uso de azúcares</b>	manitol	si	si	si	si	si	si	si	si	si	si	
	maltosa	si ++	si -	si ++	si ++	si ++	si -	no	no	no	no	
	Galactosa	si -	no	no	si -	si ++	no	no	no	no	no	
	Lactosa	si -	si ++	si +	si +	si ++	si -	si -	si ++	si ++	si +	
	Sacarosa	no	si -	si +	si +	si -	si -	si -	si +	no	no	
<b>TSI</b>												
	Glucosa	x	x	x			x	x		x	x	
	lactosa		x			x			x	x		
	Sacarosa		x	x	x	x	x	x	x			



	<b>Escala</b>	<b>2705</b>	<b>2706</b>	<b>2707</b>	<b>2708</b>	<b>2709</b>	<b>2710</b>	<b>2711</b>	<b>2712</b>	<b>2715</b>	<b>2716</b>
TSI											
	Gas				x		x				
	H2S	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
<b>RESISTENCIA A</b>	Ampicilina	x		x	x	x		x	x	x	
<b>ANTIBIOTICOS</b>	Tetraciclina	x	x	x			x				x
	Cloranfenicol		x				x				

#### 4. Matriz de datos para las especies de Lupinus

especies de Lupinus Corongo

There are 147 characters (rows) and 10 OTUs (column)

The column are labeled. No missing Values

	1	147	10	0						
	<i>L. subtor</i> <i>L. mutabi</i> <i>L. brachy</i> <i>L. caraze</i> <i>L. lindleyi</i> <i>L. aff mut</i> <i>L. eriocla</i> <i>L. aridulu</i> <i>L. weberb</i> <i>L. panicu</i>									
c1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
c2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
c3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
c4	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
c5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
c6	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
c7	1	0	1	2	2	0	1	2	2	1
c8	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
c9	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
c10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c11	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0
c12	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
c13	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
c14	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
c16	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
c17	3	3	3	0	2	3	3	2	1	3
c18	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
c19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
c20	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
c21	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
c22	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1
c23	2	2	2	0	0	1	2	0	2	2
c24	2	1	2	2	2	2	2	2	3	3
c25	2	1	2	2	2	1	2	2	3	3
c26	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
c27	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0
c28	1	1	1	1	1	1	2	3	4	1
c29	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
c30	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
c31	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
c32	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
c33	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c34	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
c35	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
c36	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1
c37	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
c38	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
c39	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
c40	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
c41	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
c42	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
c43	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
c44	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
c45	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
c46	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c47	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
c48	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
c49	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
c50	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0

c51	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1
c52	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c53	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0
c54	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1
c55	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
c56	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c57	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1
c58	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
c59	1	1	1	0	1	0	1	0	2	1
c60	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
c61	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
c62	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
c63	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c64	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
c65	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
c66	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
c67	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
c68	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c69	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
c70	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
c71	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
c72	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
c73	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
c74	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
c75	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c76	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
c77	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
c78	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c79	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c80	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
c81	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
c82	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
c83	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
c84	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
c85	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c86	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
c87	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
c88	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
c89	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
c90	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c91	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c92	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
c93	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
c94	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c95	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
c96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
c97	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
c98	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
c99	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
c100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
c102	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1
c103	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c104	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c105	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
c106	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
c107	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

c108	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
c110	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c111	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
c112	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c113	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
c114	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
c115	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
c116	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
c117	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
c118	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
c119	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
c120	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
c121	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
c122	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
c123	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c124	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0
c125	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1
c126	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
c127	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0
c128	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
c129	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c130	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c131	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c132	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
c133	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0
c134	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c135	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
c136	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c137	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
c138	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
c139	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
c140	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
c141	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c142	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1
c143	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c144	1	1	1	0	0	0	1	0	2	2
c145	1	1	1	0	0	0	1	0	1	2
c146	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
c147	1	2	0	2	0	1	1	0	0	1

## 5. Matriz de datos para los rizobios que nodulan las especies de *Lupinus*

Rhizobium lupinus spp Corongo

There are 51 characters (rows) and 10 OTUs (column)

The column are labeled. No missing Values

	1	51	10	0						
	<i>L. subtor</i> <i>L. mutabi</i> <i>L. brachy</i> <i>L. caraze</i> <i>L. lindley</i> <i>L. aff mu</i> <i>L. eriocla</i> <i>L. aridulu</i> <i>L. webert</i> <i>L. panicul</i>									
c1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
c2	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
c3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
c4	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
c5	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c6	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
c7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
c8	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
c9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
c10	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
c11	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
c12	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
c13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c14	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
c15	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
c16	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
c17	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
c18	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
c19	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
c20	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
c21	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1
c22	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
c23	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
c24	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c25	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
c26	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c27	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
c28	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1
c29	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
c30	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
c31	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1
c32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c33	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
c34	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
c35	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
c36	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0
c37	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
c38	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
c39	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
c40	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
c41	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0
c42	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
c43	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
c44	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
c45	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
c46	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
c47	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
c48	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
c49	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1
c50	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
c51	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0