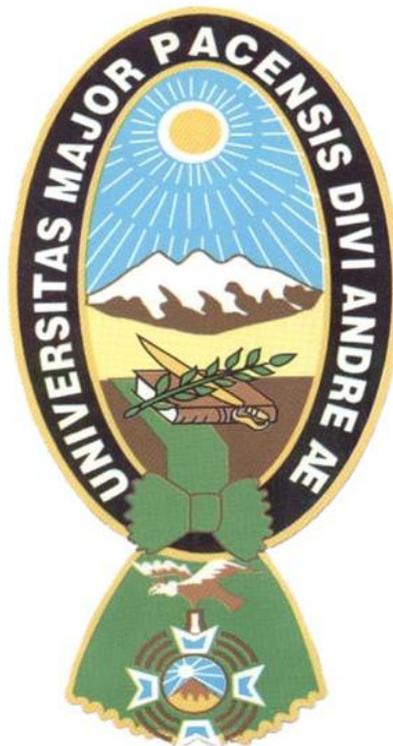


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DIRIGIDO

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA DEL ECOTIPO LOCAL DEL
CULTIVO DE TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN EL MUNICIPIO DE
CARABUCO DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

FREDDY BLANCO AGUILAR

La Paz – Bolivia

2011

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**“CARACTERIZACIÓN MORFOLOGICA DEL ECOTIPO LOCAL DEL CULTIVO DE
TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN EL MUNICIPIO DE CARABUCO DEL
DEPARTAMENTO DE LA PAZ”**

Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo

FREDDY BLANCO AGUILAR

Asesor:

Ing. M.Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Revisor (es):

Ing. Ph. D. Félix Marza Mamani

Ing. René Alejandro Calatayud Valdez

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador:

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo con mucho cariño a las personas que más quiero en esta vida:

A mi esposa Blanca Paula por brindarme su cariño, amor, apoyo y confianza haciendo posible este trabajo

A mis dos hijos, lo mejor que me dio la vida Dilan Josué y Yael Rodrigo.

A mis padres Pedro y Juana (†), así mismo a mis hermanos y sus esposas: Juan, Franklin, Rodolfo, Adela, Norah, Nelly, Carmen y a todos mis sobrinos.

AGRADECIMIENTOS

Expresar mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones que permitieron que se culmine el presente trabajo dirigido.

A la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme acogido en sus aulas, en especial a la Facultad de Agronomía de la carrera de Ingeniería Agronómica por darme una oportunidad de tener una formación profesional y al plantel docente.

A la institución Asociación CUNA, por permitirme ser parte del proyecto “Recuperación de la semilla de Tarwi” y al coordinador Ing. Marco Antonio Polo Tapia por su apoyo brindado.

Agradezco a mi asesor Ing.M.Sc. Wilfredo Peñafiel Rodríguez y revisores Dr. Félix Marza Mamani e Ing. René Calatayud Valdez por sus valiosas contribuciones, sugerencias como el tiempo que dedicaron para revisar el trabajo final.

Un reconocimiento de manera especial a mis compañeros Ing.M.Sc. Juan José Vicente Rojas por su confianza, ayuda, apoyo incondicional por sus valiosas sugerencias y su gran desprendimiento profesional en la elaboración de este trabajo de la misma forma al Ing. Ramiro Ochoa.

Al Ing M.Sc. Félix Mamani Reynoso por sus consejos, aportes y su colaboración en la revisión y corrección.

A la Ing. Teresa Ruiz por su apoyo, paciencia, motivación para seguir siempre adelante.

Especialmente agradezco de todo corazón a Dios por ser mi guía y a mis padres por que a través de ellos me concedió la vida en este mundo, así también a mis, hermanos, suegros, esposa e hijos y a todas las personas que directa o indirectamente han tenido a bien ayudarme en forma moral para mi formación como ser humano y profesional.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Generalidades.....	1
1.2.	Planteamiento del problema	2
1.3.	Justificación del trabajo.....	2
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo General.....	3
1.4.2.	Objetivos Específicos	3
1.5.	Metas	3
II.	MARCO TEÓRICO	4
2.1.	Contexto normativo	4
2.2.	Marco referencial	5
2.2.1.	Origen y distribución geográfica.	5
2.2.2.	Características generales del tarwi.....	6
2.2.3.	Características nutricionales del cultivo.....	7
2.2.4.	Características morfológicas del cultivo.....	9
2.2.5.	Requerimientos de suelo y clima	11
2.2.5.1.	Suelo.....	11
2.2.5.2.	Temperatura.....	11
2.2.5.3.	Fotoperiodo	12
2.2.5.4.	Precipitación.....	12
2.2.5.5.	Evapotranspiración	12
2.2.6.	Manejo agronómico del cultivo	13
2.2.6.1.	Preparación del suelo	13
2.2.6.2.	Época de siembra	13
2.2.6.3.	Densidad de siembra	13
2.2.6.4.	Siembra.....	14
2.2.6.5.	Cosecha y rendimiento	14
2.2.7.	Variabilidad y diversidad genética	14

2.2.8. Ecotipos.....	15
2.2.9. Importancia del germoplasma.....	15
2.2.10. Caracterización.....	17
2.2.11. Descriptores.....	17
III. SECCION DIAGNOSTICA	20
3.1. Localización y ubicación	20
3.1.1. Características ecológicas.....	21
3.2. Materiales	23
3.2.1. Material genético	23
3.2.2. Material y equipo de gabinete.....	23
3.3. Metodología	24
3.3.1. Datos de recolección	25
3.3.2. Datos de caracterización	26
3.3.3. Características bromatológicas.....	36
3.4. Procedimiento del trabajo	36
3.4.1. Métodos estadísticos de análisis	36
IV. SECCIÓN PROPOSITIVA.....	39
4.1. Aspectos propositivos del trabajo dirigido	39
4.2. Análisis de resultados	39
4.2.1. Datos de recolección	39
4.2.2. Análisis estadísticos descriptivos.....	41
4.2.2.1. Análisis de variables cuantitativas.....	41
4.2.2.2. Análisis de distribución de frecuencias para variables cualitativas .	44
4.2.3. Análisis multivariado	46
4.2.3.1. Análisis de Componentes Principales (ACP) para variables cuantitativas.....	46
4.2.3.2. Análisis de Conglomerados.....	51
4.3. Características nutricionales del ecotipo Carabuco	53

V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	57
VII. BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Porcentajes de Proteína y Grasa a nivel de grano de tarwi	7
Cuadro 2.	Ecotipos de las dos comunidades del municipio de Carabuco	23
Cuadro 3.	Datos de recolección de germoplasma de tarwi del ecotipo Carabuco.....	39
Cuadro 4.	Estadísticos descriptivos de 26 variables cuantitativas en la caracterización del ecotipo Carabuco	41
Cuadro 5.	Estados de la caracterización morfológica del ecotipo Carabuco.....	44
Cuadro 6.	Valores propios y porcentajes de varianza del ACP	47
Cuadro 7.	Correlaciones de variables con los primeros ejes del ACP	47
Cuadro 8.	Promedios de variables cuantitativas de los grupos formados en el análisis de Cluster	52
Cuadro 9.	Parámetros nutricionales en grano seco del ecotipo Carabuco.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Dibujo de una planta de tarwi en un vaso ceremonial de la cultura pre-inca Wari con 1,400 años de antigüedad (Fuente: CIRF, 1981).....	6
Figura 2.	Planta de tarwi.....	9
Figura 3.	Mapa de localización del municipio de Carabuco (Asociación Cuna, 2009).....	21
Figura 4.	Formación del tallo (CIRF, 1981).....	26
Figura 5.	Ramificación (CIRF, 1981)	28
Figura 6.	Diámetro máximo de la hoja (CIRF, 1981)	28
Figura 7.	Forma de foliolos (CIRF, 1981).....	29
Figura 8.	Flor (CIRF, 1981).....	30
Figura 9.	Forma de semilla (CIRF, 1981).....	33
Figura 10.	Distribución del color secundario de la semilla (CIRF, 1981)	34
Figura 11.	Descriptores con variabilidad morfológica en la caracterización del ecotipo de tarwi Carabuco	45
Figura 12.	Diagrama de sedimentación del ACP	46
Figura 13.	Círculo de correlaciones de variables cuantitativas en la caracterización del ecotipo Carabuco	49
Figura 14.	Distribución de entradas de tarwi recolectado en dos comunidades de Carabuco en el primer y segundo eje del ACP.....	50
Figura 15.	Dendrograma de agrupamiento para variables cuantitativas de 25 entradas recolectadas en dos comunidades de Carabuco.....	51

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Hoja de colecta del tarwi.....	63
Anexo 2.	Base de datos de las características agromorfológicas del tarwi	69
Anexo 3.	Matriz de correlaciones de pearson (r) entre variables cuantitativas	76
Anexo 4.	Laboratorio de parámetros nutricionales de grano en seco del ecotipo Carabuco.....	78
Anexo 5.	Fotografías	79

RESUMEN

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) es una leguminosa originaria de la zona andina, de la cual se consume el grano principalmente cocido como mote.

La región de Carabuco se caracteriza por la producción de tarwi tanto para consumo como para semilla, habiéndose producido en la gestión 2009-2010, una cantidad de 2990 kg de semilla certificada B.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar la caracterización agromorfológica del ecotipo de tarwi Carabuco, en dos comunidades del municipio de Carabuco Huajasia y Cojata pampa con el propósito de generar información básica para el proceso de registro del ecotipo en el Sistema Nacional de Semillas ante el INIAF.

El estudio se realizó en el departamento de La Paz, provincia Camacho del municipio de Puerto Mayor de Carabuco, en las comunidades de Huajasia, distante a 192 km, y Cojata pampa a 175 km de la ciudad de La Paz, a una altura de 3.810 a 3830 m.s.n.m. respectivamente.

Se levantó información en las parcelas de 25 agricultores (11 de Huajasia y 14 de Cojata pampa), en donde se registro información de caracteres morfológicos (25) y variables agronómicas (26).

El análisis descriptivo para variables cuantitativas mostro los mayores rangos de variación en las variables superficie número de plantas por superficie, longitud de semilla (20,26%), altura de planta (19,83%), número de ramas primarias (18,46%), altura de la primera vaina (18,06%)

Por otra parte el análisis estadístico descriptivo de frecuencias mostró en 22 descriptores morfológicos un estado definido, en tanto en tres descriptores se ha registrado diferentes estados, Color del tallo; Verde (88%) y Amarillo (12%), Intensidad del color del tallo; Claro (56%) y Medio (44%), Intensidad del color de la hoja; Medio (60%), Claro (36%) y Oscuro (4%).

El análisis de componentes principales se realizó con 24 variables cuantitativas, donde los primeros dos componentes representaron un 38,97% de la variabilidad total. En el primer componente se representan las variables; espesor de tallo, número de ramas primarias, diámetro máximo hoja, longitud de foliolo central, ancho de foliolo central, número de foliolos por hoja, longitud de peciolo, longitud de inflorescencia principal, longitud de flor, número de granos por vaina, ancho de vaina, longitud de vaina, altura de planta, altura primera vaina, rendimiento semilla por planta, días maduración total. En tanto variables como la longitud de semilla, ancho de semilla, peso de 100 semillas y días a la primera vaina madura ayudan a la construcción del segundo eje.

De acuerdo a la dispersión en los dos primeros componentes principales de las entradas caracterizadas in situ en parcelas de productores, se ha estructurado el análisis de agrupamientos, describiéndose 3 grupos de acuerdo a sus características cuantitativas.

Se realizó también un análisis nutricional; valor energético; 436 Kcal, proteínas 38,57 g, grasa 6,56 g, hidratos de carbono 33,09 g, fibra cruda 5,35 g. que muestran el potencial del cultivo de tarwi para la seguridad alimentaria y el proceso.

Los resultados del presente estudio se constituyen en la base para realizar el proceso de registro del ecotipo Carabuco en el sistema formal de semillas.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

El tarwi es un cultivo andino ancestral del cual se consume el grano, en nuestro país es cultivado en los departamentos de La Paz, Cochabamba, Potosí, Oruro, Tarija y Chuquisaca, desde los 3200 hasta los 4000 msnm. La producción nacional del tarwi para el 2006 ha llegado a 118,14 toneladas y el 2007 con 123,842 toneladas y los departamentos con mayor producción son Cochabamba con 17.1 toneladas con una superficie de 113 ha, seguida de La Paz con 10,15 toneladas y la superficie de 86 ha. (CIPCA, 2009), Mamani (2010) menciona que el rendimiento varía desde 1000 a 8000 kg/ha, estimándose una superficie de producción de 1,000 has en Bolivia.

El tarwi ocupa un lugar importante y tiene un potencial productivo y agronómico, sin embargo su producción no ha recibido mucha atención en la zona de estudio, según datos estimados por Asociación CUNA hacia la gestión 2008 en la región, la superficie total sembrada con tarwi en la microrregión de Carabuco, es de aproximadamente 57 has, el rendimiento promedio es de 1200 kg/ha de grano.

Por otra parte en Bolivia, existe una amplia diversidad genética de tarwi, que se conserva en bancos de germoplasma como la Facultad Agronomía-UMSA con el Proyecto PROGRANO, En trabajos realizados por Quispe (1997) en la región circunlacustre al lago Titicaca, en Belén-Achacachi se describe la caracterización de 340 accesiones de tarwi. También se puede mencionar los Bancos de Germoplasma de INIAF y CIFP en Cochabamba.

Con estos antecedentes el cultivo de tarwi es una alternativa que constituye un generador de ingresos económicos y además de contribuir hacia la seguridad alimentaria para el productor del municipio de Carabuco, de esta manera se genera también fuentes de trabajo con la producción grano.

1.2. Planteamiento del problema

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa originaria de los Andes, fue desatendido en su cultivo, difusión, investigación y como en su consumo en el ámbito local y nacional. En Bolivia existen investigaciones acerca del origen de este cultivo, la gran diversidad genética de los cultivos andinos encontrada en la zona andina demuestra ser una de las áreas de mayor diversidad y variabilidad.

En la región circunlacustre al Lago Titicaca, en el municipio de Carabuco, se cultiva en forma tradicional el tarwi (*Lupinus mutabilis*) como un producto potencial que no está siendo valorado y promovido como una fuente importante para lograr la generación de ingresos y además no se conoce la variedad y/o ecotipo, para ello es necesario realizar una caracterización del tarwi de dicho material de semilla criolla para así disminuir la pérdida constante de la diversidad genética existente en dicha región.

1.3. Justificación del trabajo

En el municipio de Carabuco, el tarwi es cultivado desde tiempos ancestrales, no se tiene estudio realizados sobre la determinación de la variabilidad agro-morfológica ni estudios en las características nutricionales para el beneficio de los propios productores y agroindustriales que demandan el grano.

A la falta de estas características no se puede registrar como un ecotipo de Carabuco ni se puede comercializar en el sistema formal de semillas como grano blanco, ya que en la actualidad solo se ha comercializado como semilla fiscalizada, razón por la cual se tiene el interés de realizar la caracterización morfológica con la finalidad de que los productores puedan efectuar el registro del ecotipo local Carabuco para poder generar información, para proseguir con las normas vigentes de certificación y generar la producción de semilla de calidad.

En la actualidad el cultivo del tarwi, es considerado importante, debido a que la economía de algunos productores del sector se basa casi exclusivamente en la producción y comercialización del tarwi, debido a las demandas favorables que se

tienen en el mercado local, nacional e internacional, esto se atribuye a que la zona se encuentra en la frontera con el Perú.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Realizar la caracterización morfológica del ecotipo Carabuco de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en dos comunidades de la región lacustre del municipio de Carabuco.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar las características agromorfológicas del ecotipo Carabuco de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en las seis etapas de desarrollo del cultivo.
- Determinar la variabilidad morfológica y agronómica existente del ecotipo Carabuco en dos comunidades de la región lacustre del municipio de Carabuco.
- Describir las características nutricionales del ecotipo Carabuco.

1.5. Metas

- Tener un ecotipo Carabuco caracterizado para iniciar la inscripción al Registro Nacional de Variedades, para resguardar la variabilidad genética.
- Demostrar la importancia del ecotipo de tarwi en dos comunidades del municipio de Carabuco

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Contexto normativo

La normativa sobre el Registro Nacional de Variedades, fue aprobada por el Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, mediante Resolución Ministerial N° 045 del 14 de marzo de 2005, el primer artículo indica que el objeto del Registro Nacional de Variedades (RNV), es establecer un ordenamiento general de las variedades de semillas utilizadas en el país y de aquellas que por una u otra razón no reúnan las características establecidas para su cultivo. El mismo instrumento legal en su artículo 02 señala que su cumplimiento es obligatorio, puesto que solamente se podrán producir, comercializar, distribuir o donar semillas de variedades que hayan sido inscritas en el Registro Nacional de Variedades. No obstante lo establecido, podrá ingresar en el proceso de certificación una variedad que se encuentre en proceso de registro, denominándose a este proceso “Certificación Provisional”. En tanto no haya cumplido con el registro, la semilla proveniente de estos campos no podrá ser comercializada, donada o distribuida (INIAF, 2009).

Así mismo, mediante el Decreto Supremo N° 29611 del 25 de junio de 2008, de creación del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), indica que todo el conjunto de las atribuciones y funciones que hasta en ese momento correspondían al ex Programa Nacional de Semillas, pasan a ser parte del INIAF. En este marco y de acuerdo a la Resolución de Directorio del INIAF N° 02/2009, se aprueba la Norma General sobre Semillas de Especies Agrícolas, donde se indica que el INIAF, a través de su Dirección Nacional de Semillas y con el concurso de las Oficinas Departamentales es la entidad responsable de la atención y administración del Registro Nacional de Semillas y en este ámbito del Registro de Variedades y de Variedades Protegidas (INIAF, 2009). Por otra parte la Ley 144 de “Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria” promulgada en fecha 26 de junio de 2011, establece que se promoverá y protegerá la producción, uso, conservación e intercambio de semillas de alta calidad que garanticen su provisión para la producción, para esto una línea de acción planteada es mediante el estímulo a la recuperación, conservación, mejoramiento, producción y difusión de semillas nativas

provenientes de los pueblos indígena originario campesinos, comunidades interculturales, afrobolivianas y de pequeños productores.

La Resolución Administrativa del INIAF N°042/2009, sobre el procedimiento para el registro de variedades señala: El Registro Nacional de Variedades, es una herramienta que permite establecer un ordenamiento de variedades tanto nacionales como extranjeras para la producción y comercialización de semillas certificadas, en todo el territorio nacional. Tiene como objeto proteger la agricultura del país de la introducción y venta indiscriminada de semilla de materiales que no han sido probadas en las condiciones de agricultura de nuestra región o de variedades que hayan perdido sus características genéticas. Toda variedad para que pueda ser comercializada en el país, debe estar inscrita en el Registro Nacional de Variedades

Según norma establecida la documentación válida para la inscripción de una variedad es tener un Descriptor Varietal del cultivo según normas de la UPOV, el certificado de distinguibilidad y novedad varietal y la prueba del valor agronómico (INIAF, 2009).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Origen y distribución geográfica.

Gross (1982), indica que el tarwi es originario de la zona andina, aunque no se conoce a ciencia cierta el origen exacto del cultivo. Dado que hasta el presente se ignora la existencia de escritura en el área sudamericana de la cultura precolombina, los datos históricos sobre el tarwi se basan en testimonios arqueológicos tradiciones costumbre, transmisiones orales y otras referencias indirectas.

Actualmente se pueden considerar dos grandes grupos de lupinos: los del viejo mundo (*Lupinus luteus*) de la zona del Mediterráneo, sobre todo España, Italia y parte de Grecia, en donde se les comercializa en forma de pipos y los lupinos de América. De estos últimos, el lupino andino es el único que se seleccionó con fines de alimentación humana y se consume desde Colombia hasta Bolivia (Tapia *et al.*

2007). Por otra parte Cárdenas citado por Rodríguez (2005) menciona que el tarwi, se cultiva entre los 2500 y los 3600 msnm, en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia.

ANECOMSA (2001), indica los lupinos o altramuces tiene una amplia difusión en mucha partes del mundo, el tarwi o chocho es la especie andina, conocida desde los tiempos preincaicos y difundidos desde Venezuela hasta el altiplano Boliviano, constituyéndose durante milenios la base proteica de la alimentación.

Lescano (1994), menciona que ha encontrado pequeñas áreas en el Estado de Táchira (Venezuela), volviendo aparecer su cultivo en el Departamento de Pasta (Colombia), hasta el altiplano boliviano (Potosí), es un cultivo donde la mayor variabilidad genética se encuentra en los valles interandinos de Perú.

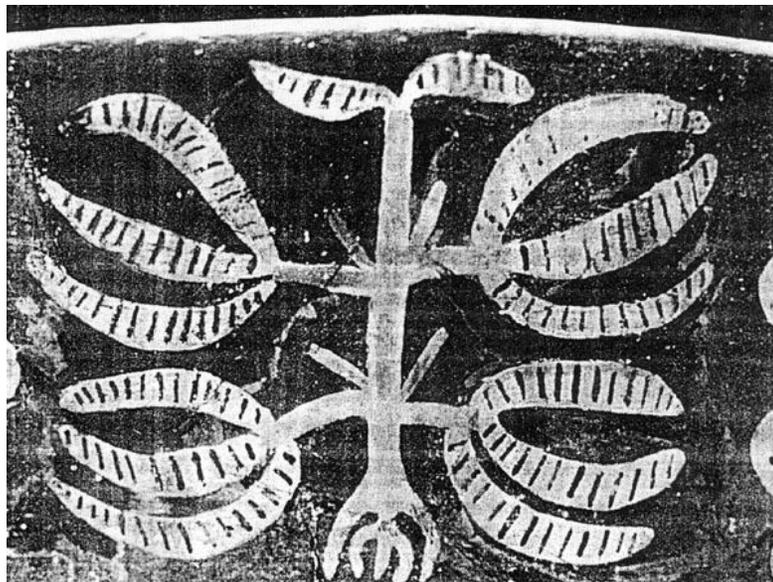


Figura 1. Dibujo de una planta de tarwi en un vaso ceremonial de la cultura pre-inca Wari con 1,400 años de antigüedad (Fuente: CIRF, 1981)

2.2.2. Características generales del tarwi

En la actualidad en Bolivia existen más de 340 accesiones de tarwi, también existe otra clasificación a nivel de razas de germoplasma que incluye 95 muestras de colección recolectadas en diferentes lugares del país entre alturas de 3000 a 4160

msnm identificándose cinco razas, Titicaca precoz, Titicaca tardía, Cochabamba, Sureña precoz y Sureña tardía (Antezana,1987, citado por CIFP 2001).

El tarwi es una leguminosa que pertenece al género *Lupinus* especie *Lupinus mutabilis* SWEET, es una planta muy ramificada de 0,5 a 1,20 m de altura, con hojas de 6 – 8 foliolos medianos sin pelos. Las flores son violáceas con una mancha amarilla, rosada o blanco amarillento en el estandarte. Las legumbres son de 8 a 10 cm con 5 a 8 semillas medianas blancas, marmoteadas o con una mancha negruzca amarilla alrededor del hilo y cotiledones blancos (Gross, 1982).

2.2.3. Características nutricionales del cultivo

Cuadro 1. Porcentajes de Proteína y Grasa a nivel de grano de tarwi

Accesión	Localidad	Proteína (%)	Grasa (%)
95	Carabuco	36	17
96	Carabuco	34	17
97	Carabuco	38	18
98	Carabuco	36	18
99	Ocola Carabuco	37	18
100	Carabuco	38	17

Fuente: CIFP (2001)

De acuerdo a información generada por el (CIFP, 2001) en cuanto a los aspectos nutricionales del tarwi, para accesiones de la región se muestran un porcentaje de proteína de 34 a 38 % y de grasa de 17 a 18%. Estos valores muestran la importancia y potencial de dicho material genético pudiendo ser una importante fuente de proteína vegetal para poblaciones donde el consumo de proteína animal es bajo por su costo. Estudios en el Perú reportan 11,6 g de proteína y 8,6 de grasa en 100 gramos comestibles de tarwi cocido, en tanto en tarwi seco reportan 44,3 g de proteína y 16,5 g de grasa, además se destaca las propiedades nutraceuticas para afrontar problemas de colesterol, prevención de la hipertensión y la diabetes (Dirección Regional Agraria de Puno, 2011).

Cárdenas citado por Rodríguez (2005) menciona que el tarhui o tarwi contiene de 28 a 34% de sustancias nitrogenadas y varios alcaloides como la lupinina, la lupinidina,

la lupanina y la oxilupanina, menciona además que los tarwis andinos son muy nutritivos y amargos, razón por la cual se desamarga en sacos de arpillera en arroyos o corrientes de agua durante varios días.

La National Academy Press (1990) describe que las semillas de tarwi contienen más de 40% de proteína y alrededor de 20% de aceite (tanto como la soya y algunos otros cultivos de los cuales se extrae aceite de la semilla, en estudios con más de 300 diferentes genotipos el contenido de proteína varió de 41 a 51% y en promedio 51%, el contenido de aceites de 14 a 24%.

La proteína de tarwi tiene cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales (lisina y metionina), pero solamente de 25 a 30% de la metionina requerida para el desarrollo óptimo animal. El contenido de fibra de la semilla no es excesivo y puede ser una buena fuente de minerales nutricionalmente importantes.

Para National Academy Press (1990) la dieta de las tierras altas es baja en proteínas y calorías, razón por lo cual la calidad de proteína y al alto contenido de aceite en la semilla de tarwi, proveen un doble beneficio.

2.2.4. Características morfológicas del cultivo



Figura 2. Planta de tarwi

Hoja. La hoja de *Lupinus* es de forma digitada, generalmente compuesta por ocho folíolos que varían entre ovalados a lanceolados, en la base del peciolo existen pequeñas hojas estipulares, muchas veces rudimentarias (Tapia, 1997).

Flores e inflorescencia. El tarwi pertenece a la subfamilia Papilionoideas, donde la flor presenta una corola grande de 1 a 2 cm, con cinco pétalos y compuesta por un estandarte, dos quillas y dos alas (Tapia, 1997).

Según el tipo de ramificación que presenta la planta, puede tener hasta 3 floraciones sucesivas. Blanco citado por CIPCA (2009), menciona que en una sola planta pueden existir hasta 1000 flores.

La coloración de la flor varía entre el inicio de su formación hasta la maduración de un azul claro hasta uno muy intenso de allí se origina su nombre científico: *mutabilis*; es decir que cambia. Los colores más comunes son los diferentes tonos de azul e incluso púrpura; menos frecuente son los colores blanco, crema, rosado y amarillo (CIPCA, 2009).

Según estudios realizados por (Queñallata, 2008), menciona los días a la floración son desde 101 a 164 días según la variedades estudiadas.

Fruto. El fruto es una legumbre pubescente, indehisciente en las diferentes variedades de tarwi cultivadas y con cierta dehiscencia en las semi cultivadas y silvestres, de forma elíptica u oblongada, con cerca de 130 vaina por planta, cada fruto contiene de 5 a 12 semillas dependiendo del genotipo (CIPCA, 2009).

Semilla. La semilla lenticular de 8 a 10 mm de largo y 6 a 8 mm de ancho de color variable: blanco, negro, pardo, gris, amarillo en una vaina varían de 5 a 12 cm y de forma redonda, ovalada a casi cuadrangular, de tegumento endurecido. Un kilogramo tiene 3500 a 5000 semilla (Tapia, 1997).

Los colores del grano incluyen: blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores combinados como marmoleados, media luna, ceja y salpicado (Gross, 1982).

Las semillas presentan latencia por inmadurez, ya que requieren una fase de post maduración antes de germinar (CIPCA, 2009).

Tallo y Ramificaciones. La altura de la planta está determinada por el eje principal que varía entre 0,5 a 2,00 m. el tallo de tarwi es generalmente cilíndrico y leñoso. El color del tallo oscila entre verde oscuro a castaño. Según el tipo de ramificaciones la planta puede ser de eje central predominante, con ramas desde la mitad de la planta, tipo candelabro o ramas terminales; o de una ramificación desde la base con inflorescencia a la misma altura (Tapia, 1997).

La altura de las plantas varía desde 53,3 hasta 117 cm, estudio realizado en el municipio de Ancoraimos (Queñallata, 2008).

Raíces y nódulos. Raíz pivotante con eje principal grueso alcanza hasta 3 m; las raíces secundarias tienen nódulos simbióticos con bacterias del género *Rhizobium* (CIPCA, 2009).

Fenología. Las diferentes fases fenológicas son: germinación, emergencia y cotiledones, 3 a 4 hojas verdaderas y formación de tallo central, floración, envainado y maduración de vainas, maduración fisiológica (CIPCA, 2009).

Ciclo Vegetativo. El ciclo varia de 150 a 360 días, dependiendo del ecotipo y la maduración de eje central solo o de las demás ramas secundarias (CIPCA, 2009).

El ciclo vegetativo del ecotipo Escoma es de 312 días, según su madurez fisiológica (Queñallata, 2008).

2.2.5. Requerimientos de suelo y clima

2.2.5.1. Suelo

El tarwi se desarrolla en suelos franco-arenosos, profundos, ácidos o neutros, pH de 5 a 7 que es adecuado para el cultivo del tarwi, pero no así en suelos alcalinos donde existen problemas de escaso desarrollo vegetativo (Tapia, 1997).

Los suelos franco-arenosos sueltos y con un buen drenaje, además en suelos poco fértiles existe mayor actividad de las bacterias fijadoras de nitrógeno (Meneses, 1996).

El tarwi puede cultivarse bien en diferentes suelos, pero rendirá mejor si se siembra en terrenos francos y bien drenados, en terrenos muy húmedos no rinde bien (ANECOMSA, 2001).

2.2.5.2. Temperatura

El cultivo del tarwi se desarrolla a temperaturas de 20 a 25°C, pero el desarrollo del grano es óptimo por debajo de 9.5 °C de temperatura nocturna condición que se da en la región del altiplano (Gross, 1982).

También se dice que el cultivo del tarwi soporta alturas de 3.850 m, pero que las plantas jóvenes son susceptibles a las bajas temperaturas (Lescano, 1994).

Se dice que a mayor temperatura mayor crecimiento y desarrollo, en cambio a temperaturas menores a cero grados centígrados se inhibe el desarrollo y consecuentemente la evapotranspiración también se detiene (Rojas, 1997).

2.2.5.3. Fotoperiodo

Gross (1982), menciona que experiencias a nivel mundial comprueban su neutralidad a la longitud del día, por lo menos en lo que a su desarrollo y a su espacio externo se refiere.

2.2.5.4. Precipitación

El requerimiento de agua es variable de 400 a 700 mm. dependiendo de los ecotipos y la época de siembra, pero durante la formación de flores y frutos la sequía afecta la producción del grano (Rojas, 1997).

El Chocho es una especie que tolera la escasez de agua, pero es importante que exista humedad a la siembra para una buena germinación y emergencia de plántulas, a la floración y llenado de vainas, por lo que el requerimiento mínimo es de 300 mm de lluvia durante el ciclo de cultivo (INIAP, 2008).

Las exigencias de precipitación que tiene el tarwi varían notablemente y dependen del suelo, temperatura atmosférica y la precocidad de la planta. Los ecotipos de maduración temprana necesitan como mínimo 350 mm de precipitaciones durante su periodo vegetativo. Las diferentes poblaciones reciben en su región de origen entre 500 a 700 mm de lluvia. El periodo en el que la planta requiere la mayor cantidad de agua es durante la formación de las flores y frutos. Si se presentara una sequía durante ese periodo de tiempo el rendimiento descendería sensiblemente (Gross y Von Baer, 1981).

2.2.5.5. Evapotranspiración

La evapotranspiración máxima del cultivo de tarwi variedad local de Carabuco de ciclo moderadamente precoz alcanzo un total de 901,2 mm y 843,5 mm con un

promedio ponderal 4,6 mm/día y de 4,4 mm/día para 179 y 169 días en ambos lisímetros, en el altiplano norte de Bolivia (Rojas, 1997).

2.2.6. Manejo agronómico del cultivo

2.2.6.1. Preparación del suelo

Para la siembra se debe realizar el rastrado y surcado; manual, con animales o tractor, en los suelos arenosos con una o dos pasadas de rastra es suficiente, el mullido y el desterronamiento y nivelación es necesario para evitar la acumulación de agua de riego o lluvia, que es perjudicial para el tarwi (CIPCA, 2009).

Se debe realizar una buena preparación del terreno efectuada con bastante anticipación, con la finalidad de acumular el agua de invierno y al mismo tiempo facilitar la descomposición de restos de cultivos anteriores y la eliminación de las malezas que podrían existir, siendo además esta una práctica que ayuda en la aireación del terreno (Meneses, 1996).

2.2.6.2. Época de siembra

La mejor época de siembra para la zona alto andina es el mes de septiembre, dependiendo mucho de las condiciones medio ambientales. Se inicia las siembras cuando se han acumulado por lo menos 100 mm de precipitación en la campaña agrícola (CIPCA, 2009).

Es importante sembrar el tarwi antes de los cereales de maduración temprana como cebada, avena y trigo, generalmente durante las primeras lluvias que coinciden con los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre para obtener rendimientos adecuados (CECAP, 1998).

2.2.6.3. Densidad de siembra

La densidad de siembra depende fundamentalmente de las ramificaciones de la planta y se debe buscar aprovechar a lo máximo la energía solar, por unidad de

superficie en toda la plantación. Normalmente se recomienda una cantidad de semilla de 100 a 120 kg/ha (Gross, 1982).

En el altiplano norte (Carabuco), la densidad de siembra es de 90 a 130 Kg/ha y la mejor época de la siembra es de Agosto a Septiembre (PNUD, Asc. Cuna 2009).

2.2.6.4. Siembra

Antes de la siembra se procede al roturado, rastreado del terreno, quedando de esta manera el terreno de ser sembrado. Una vez listos los terrenos se abren los surcos y se distribuye la semilla de manera uniforme de acuerdo con la densidad en una profundidad de 3 a 5 cm dependiendo de la humedad del terreno (Meneses, 1996).

2.2.6.5. Cosecha y rendimiento

El proceso en la cosecha es; segar, emparvar, trillar, aventar y almacenar el grano del tarwi, es recomendable seleccionar las plantas con características fenotípicas deseable o eliminar aquellas plantas con enfermedades. Los ejes centrales de cada planta deben ser cosechados por separado (CIPCA, 2009).

Ensayos de tarwi realizados por CIPCA en las comunidades de Amarete y Camata, con variedades de la estación de Belén y la feria de Desaguadero se obtuvieron rendimientos que fluctúan entre 3000 a 12500 Kg/ha (CIPCA, 2009).

2.2.7. Variabilidad y diversidad genética

El tarwi muestra una amplia diversidad genética en base a la adaptación de suelos precipitación, temperatura, altitud y periodo vegetativo. También, varía en precocidad contenido en proteína, aceites, alcaloides, rendimiento y tolerancia a plagas y enfermedades. El color del grano, planta y flor es variable (CIPCA, 2009).

Al evaluar 160 muestras encontró hasta 6 de ellas con un contenido de proteína superior a 48 % para su uso en programas de fitomejoramiento por ejemplo en Bolivia se encontró la variedad Toralapa, seleccionada en Cochabamba con una característica de precocidad (Ortega, citado por Tapia, 1997).

Las variedades y cultivares conocidos son numerosos en el Perú con 14 variedades; en Bolivia la variedad Toralapa y Carabuco; en Chile Inti (Mujica *et al.*, 1990).

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) conserva actualmente 107 accesiones de tarwi transferidas por el CIFP y 12 accesiones transferidas por la Fundación PROINPA.

2.2.8. Ecotipos

Para Sarmiento (1974) ecotipo es un término acuñado por Turesson, para referirse a la variabilidad genética de los individuos de una misma especie. Ecotipo es subunidad de la especie no sujeta a pérdida de fertilidad por recombinación genética en otras unidades similares dentro de su grupo eco especie (Font Quer, 2007).

Los tarwis son especies que en mayor número ocupan una gran diversidad de hábitat con condiciones climáticas particulares y geográficas, que la separan estructura morfología y ecológicamente del resto de la población de la misma especie (PROGRAMO, 2005).

La gran diversidad genética de los cultivos andinos encontrada en la zona andina demuestra ser una de las áreas de mayor diversidad y variabilidad de especies (CIPCA, 2009)

2.2.9. Importancia del germoplasma.

Jacobsen y Mujica (2004), indican que se conservan varias colecciones de germoplasma en institutos de investigación, universidades y proyectos de cooperación técnica internacional, a lo largo de la región andina se dispone de 1.200 accesiones debidamente conservadas, caracterizadas y evaluadas en sus principales características agronómicas, como son: periodo vegetativo (de 140-233 días), días de floración (56-86 días), características morfológicas de planta y semilla, rendimiento de grano (800-2736 kg/ha), contenido en alcaloides y otras de importancia, seleccionando genotipos de alto rendimiento como también precoces.

En el Programa de Granos Andinos de la Facultad de Agronomía. UMSA (2006), se conservan 352 accesiones de tarwi, con las cuales se están realizando estudios para su mejoramiento.

El tarwi (*Lupinus mutabilis*) ha constituido durante milenios la base proteica de la alimentación en el área andina. Esto se demuestra en una figura que muestra un dibujo de una planta de tarwi sobre un vaso ceremonial de la cultura pre-inca Wari con unos 1,400 años de antigüedad (CIRF, 1981).

El género *Lupinus* comprende de 300 a 400 especies y tiene diversos centros de diversidad, estando los más importantes situados en la región Mediterránea para los lupinos del Viejo Mundo y en Méjico y la región Andina para los lupinos del Nuevo Mundo (CIRF, 1981).

Diversas especies como *L. albus* y *L. pilosus* en Europa, Asia y África y *L. mutabilis* en Sud-América han sido cultivadas durante varios miles de años, proporcionando una importante fuente de proteínas. Los lupinos cultivados reciben también en español los nombres de: Altramuz, Chocho y Tarwi, éste último en la región Andina en Latino-América. A pesar de que las especies del Viejo y Nuevo Mundo han desarrollado rasgos distintivos y barreras sexuales, el gran número de características comunes justifica plenamente el uso de una lista única de descriptores (CIRF, 1981).

Bolivia es un centro de domesticación de algunas especies de origen primario de diversificación genética, de todas ellas es redundante subrayar la importancia mundial de estas colecciones. La gran mayoría de las accesiones en conservación *ex situ*, son también cultivadas generalmente por pequeños agricultores. La promisoriosa variabilidad genética que se ha encontrado en el germoplasma colectado en Ecuador, Perú y Bolivia permite un amplio margen para la selección de material de características productivas mejoradas (CIFP, 2001).

El tarwi es una planta eminentemente autógena, con un porcentaje de 5 a 10% de polinización cruzada. Debido a la alta variabilidad del material genético, se considera que la selección masal estratificada y con competencia completa puede jugar un

papel importante por mucho tiempo todavía. Se ha encontrado además que existe material genético con potencial de alta producción de semilla y precocidad (Mujica et al., 1990).

Antezana *et al.* (1987) realizaron un estudio de la colección del lupinus en base a sus características fenológica y distribución ecogeográfica llegando a la conclusión que el germoplasma boliviano se puede agrupar en cinco razas denominadas Titicaca Precoz y Titicaca tardía, Cochabamba, Sureña Precoz y Sureña Tardía, las dos primera con distribución geográfica concentrada en el altiplano norte, entre 3500 a 4000 metros de altura, especialmente en las cercanías a orillas del lago Titicaca, la tercera en los valles y zonas alto andinas centrales entre 2000 a 3100 metros de altura, especialmente de Cochabamba y norte de Potosí y las dos últimas en los departamentos de Potosí, sur de Chuquisaca y Tarija entre los 2000 a 3700 metros de altura.

2.2.10. Caracterización

Con la caracterización de una especie se estima la variabilidad existente en el genoma de los individuos que la conforman, es decir estima la variabilidad detectable visualmente, la cual se puede dividir en los tipos siguientes: (1) Las características responsables de la morfología y la arquitectura de la planta utilizadas para la clasificación botánica y taxonómica. (2) Características relacionadas con aspectos agronómicos y de producción de la especie. (3) Características detectables visualmente que se expresan como reacción a estímulos del medio ambiente (Hidalgo, 2003)

2.2.11. Descriptores

Los descriptores son las características mediante las cuales podremos conocer el germoplasma y determinar su utilidad potencial. Deben ser específicos para cada especie, diferenciar los genotipos y expresar el atributo de manera precisa y uniforme. Muchos atributos pueden describir un material pero los caracteres realmente útiles son aquellos que se pueden detectar a simple vista, registrar

fácilmente, que tienen alta heredabilidad, alto valor taxonómico y agronómico, que se pueden aplicar a muestras pequeñas y permiten diferenciar una accesión de otra. (Jaramillo y Baena, 2000).

Para Franco e Hidalgo (2003) los descriptores son características o atributos cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar y que hacen referencia a la forma, estructura o comportamiento que conforman el fenotipo de una accesión, en su gran mayoría corresponde a la descripción de morfológica de la planta y su arquitectura, los cuales se denominan descriptores morfológicos. Estos a su vez se agrupan en:

- Descriptores botánicos taxonómicos; caracteres morfológicos que describen e identifican la especie y son comunes a todos los individuos de esa especie.
- Descriptores morfoagronómicos; caracteres morfológicos relevantes para la utilización de las especies cultivadas que pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, incluyen algunos caracteres botánico-taxonómicos mas otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, mejoramiento genético, de mercadeo y consumo. En su gran mayoría estos descriptores tienen aceptable heredabilidad local pero son afectados por cambios ambientales.
- Descriptores evaluativos; esta porción de variabilidad solo se expresa como respuesta a estímulos ambientales (plagas y enfermedades) o abióticos (estrés por temperatura, agua, nutrientes. En general la respuesta se expresa en características de tipo cualitativo.

En atención a la información que proporcionan se clasifican en:

- De pasaporte. Proporciona información básica para el manejo, registros, información de identificación.
- De manejo. Proporcionan bases para el manejo del germoplasma (fechas de multiplicación, regeneración, cantidad de semilla, viabilidad)

- Del sitio o medio ambiente. Parámetros específicos del sitio y del ambiente que ayuden en la caracterización y evaluación.
- De caracterización. Permiten la discriminación entre fenotipos, generalmente son caracteres altamente heredables y fácilmente detectados a simple vista y que se expresan en todos los ambientes.
- De evaluación. La expresión de la mayoría de los descriptores de esta categoría depende del medio ambiente, en consecuencia, se requieren métodos experimentales par su evaluación.

III. SECCION DIAGNOSTICA

3.1. Localización y ubicación

El presente trabajo se realizó en el Departamento de La Paz, provincia Camacho del municipio de Puerto Mayor de Carabuco, específicamente en dos comunidades, uno en el cantón Carabuco comunidad de Huajasia, distante a 192 km, y el otro en el cantón de Chaguaya comunidad de Cojata pampa a 175 km desde la ciudad de La Paz, las cuales son productores potenciales del tarwi.

Las dos comunidades se encuentran aledañas al lago Titicaca del Municipio de Carabuco, a una altura de 3.810 a 3830 m.s.n.m., el clima es frío con inviernos secos y muy fríos con temperaturas que varían desde 1.8°C a 14,17°C esta zona es moderadamente fría y en general semi seco, con gran amplitud térmica, debido a la intensa radiación en el día y por las tardes se tiene fuertes velocidades de vientos que incrementa la evaporación del suelo. Las heladas son moderadas o fuertes en algunas zonas de la región y se registran mayormente entre los meses de junio a agosto. Los frecuentes choques de frentes fríos son típicos en esta región, los cuales son provenientes del Altiplano y frentes más cálidos que ascienden del Valle o vienen de la región Sub Trópico. Los vientos son predominantes de las montañas, teniendo una mayor acentuación en los meses de julio a septiembre, principalmente en horas de la tarde (4 m/s) (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

Las coordenadas de ubicación cartográfica de las dos zonas productoras de tarwi del municipio de Carabuco se encuentra entre los 15° 34' 58" de latitud sur y 68° 55' 30" de longitud oeste, perteneciente a la jurisdicción de la Tercera Sección Municipal de la provincia Camacho del departamento de La Paz (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

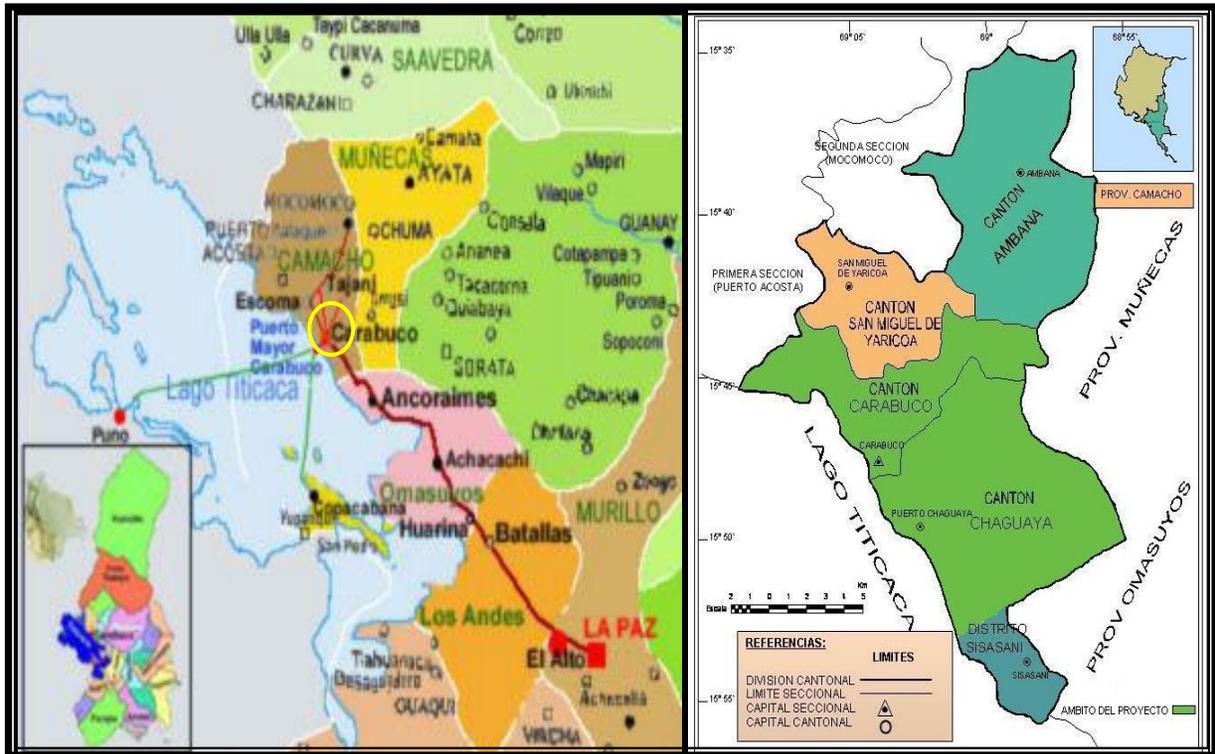


Figura 3. Mapa de localización del municipio de Carabuco (Asociación Cuna, 2009)

3.1.1. Características ecológicas

El Municipio de Carabuco se encuentra en una zona geográfica heterogénea, cuyas altitudes oscilan entre 3.800 y 4.482 m.s.n.m., estando la capital ubicada a una altitud aproximada de 3.810 m.s.n.m., abarca una extensión territorial de 1.686.64 km² con una población de 17.517 habitantes según censo 2001, de los cuales 375.4 km² (22%) corresponden al Cantón Carabuco y 504.61 km² (30%) al Cantón Chaguaya (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

La población de ambos cantones corresponde a 2.903 y 4.597 habitantes respectivamente, la comunidad de Huajasia, corresponden al cantón Carabuco y la de Cojata Pampa pertenecen al cantón Chaguaya, las mismas se encuentran ubicadas en el norte del altiplano del Departamento La Paz, planicie de la meseta altiplánica con pendiente inferior próximo al lago Titicaca, escarpe con terreno inclinado con pendiente hacia el este, laderas con inclinación al noreste y cumbres con dirección al punto más alto próxima a la cordillera real. En general la zona se

caracteriza por sus planicies y empinadas laderas, con afloramientos rocosos (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

Las precipitaciones son cortas, presentándose casi todo el año, con diferente intensidad, haciendo que esta zona sea relativamente más húmeda con relación a las ubicadas en pisos inferiores. La precipitación total anual registrada aproximadamente es de 736 mm año (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

Dadas las condiciones climáticas, el manejo de los recursos naturales en esta zona es esencialmente comunal, el agua es el recurso más escaso, por lo que las fuentes existentes son utilizadas por turno y administradas comunally, igualmente los animales son pastoreados en terrenos comunales mediante corrales itinerantes; sin embargo las tierras no comunales, son trabajadas de forma individual y/o familiar, la producción es destinada para el autoconsumo y en menor proporción para la comercialización, en la zona se cultiva papa, haba, arveja, oca cebada, quinua, avena forrajera y tarwi principalmente (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

Por otro lado, se tienen cultivos de origen local como el tarwi que han sido desplazados en la región por el escaso hábito de consumo, sumados a la siembra de variedades comerciales más demandadas en el mercado (Gobierno Municipal de Carabuco, 2007).

Estacionalmente, el clima de la zona está caracterizado por la alternancia de una estación húmeda y de una seca, donde los valores y su interpretación varían en función de la altura y de la situación topográfica. Las temperaturas más bajas del año se registran en invierno durante los meses de junio, julio y agosto, mientras que las mayores se presentan en verano, sin embargo este incremento es mitigado por el aumento de nubosidad en la plenitud del verano austral, situación que genera la aparición de dos máximos secundarios, al inicio y final de esta estación, precisamente cuando la nubosidad es todavía escasa (PNUD, Asoc. Cuna 2009).

En la época de lluvias o verano, la Alta de Bolivia y la Vaguada ecuatorial son los fenómenos sinópticos que determinan la abundancia de precipitaciones de

diciembre a marzo sobre la región del trabajo. Sin embargo estas precipitaciones también están marcadas por el efecto local de las brisas del lago. Cuando el Alta de Bolivia se configura sobre Bolivia, el efecto local de las brisas prácticamente desaparece, para dar paso al predominio sinóptico (precipitaciones prolongadas acompañadas de nubosidad estratiforme) y en horas de la tarde nubosidad cumuliforme. La época seca o invierno en la región se caracteriza por presentar temperaturas bajas con vientos del oeste. Por otro lado los frentes fríos del sur son más frecuentes e intensos en invierno con la consiguiente caída brusca de temperaturas en las regiones (PNUD, Asoc. Cuna, 2009).

3.2. Materiales

3.2.1. Material genético

El material genético utilizado para la caracterización (ecotipo Carabuco), se colectó en cada una de las comunidades pertenecientes al municipio de Carabuco, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Ecotipos de las dos comunidades del municipio de Carabuco

Ecotipo Carabuco	Nombre de la comunidad	Procedencia
C1	Cojata pampa	Local
C2	Huajasia	Local

3.2.2. Material y equipo de gabinete

Los materiales y equipos utilizados fueron:

- Balanza electrónica
- Calibrador
- Regla
- Flexómetro
- Bolsas plásticas

- Cámara fotográfica
- Hoja de colecta
- Computadora
- Impresora
- Material de escritorio
- Programa estadístico SPSS V.18
- Programa ArcWiew GIS 3.3

3.3. Metodología

El trabajo en campo se realizó en las siguientes etapas que se describen a continuación:

1. Identificación de la semilla de tarwi (datos de Pasaporte). Se realizó la recolección de información de las zonas productoras utilizando una hoja de colecta (Anexo1) considerando como estratos los rangos de altitud, longitud, latitud y otros. Posteriormente se recolecta la semilla de las familias productoras de las comunidades de Huajasia y Cojata pampa para identificarla.
2. Caracterización. Se efectuó en las seis etapas fenológicas (1. Emergencia, 2. Primera hoja verdadera, 3. Formación del racimo del eje central, 4. Floración, 5. Envainado, 6. Madurez fisiológica) datos que fueron obtenidos en la campaña agrícola del año 2009 - 2010 por la Institución Asociación Cuna (ONG) en las visitas realizadas a parcelas de tarwi de las zonas en estudio, para tal efecto se marbetearon 10 plantas al azar de cada parcela familiar, para registrar la información de caracterización en condiciones *in situ*, las cuales se cosecharon individualmente, la información colectada en función a los descriptores de lupinos recomendado por CIRF (1981), datos que fueron registrados cuidadosamente en el cuaderno de campo. Además se llenaron las fichas de colecta en la cual están descritas todas características a ser evaluadas (Anexo1) y se tomaron fotografías en cada comunidad.
Para la caracterización se utilizó la tabla de colores de munsell, la cual permitió identificar con mayor precisión los colores ya sea a nivel de las flores, hojas, tallo, vaina, granos y otros.

3. Determinación de características bromatológicas. Para la estimación de parámetros nutricionales, se han tomado en cuenta los siguientes; valor energético, proteínas, grasa, hidratos de carbono, fibra cruda. Para tal efecto se ha seleccionado al azar de la semilla acopiada y previamente cuarteada, una muestra de 2 kg aproximadamente, el cual se envió al laboratorio de INLASA (Instituto Nacional de Salud “Néstor Morales Villazón”) (Anexo 4).
4. Evaluación preliminar (consiste en registrar un número limitado de características adicionales, consideradas importantes por aquellos que van a utilizar el germoplasma).

3.3.1. Datos de recolección

Estos datos son registrados cuando se realizan las recolecciones en el campo.

- **Institución recolectora.** Nombre de la institución (o persona) que recolectó la muestra original.
- **Número de recolección.** Número originalmente asignado por el colector a la muestra.
- **Fecha de recolección de la muestra original.-** Expresado como Día/Mes/Año y con un total de seis cifras, ej. el 10 de febrero de 1981 se registra como 100281.
- **País donde se ha efectuado la recolección.** Usar la abreviatura de tres letras asignada por la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas. Copias de estas abreviaturas pueden ser proporcionadas por la Secretaría del CIRF.
- **País/Provincia/Comunidad/Departamento.** Nombre de la sub-división administrativa en que se efectuó la recolección
- **Latitud/Longitud/altitud.** Grados y minutos seguidos por N (norte) ó S (sur), ej. 10°03' S / Grados y minutos seguidos por E (este) ó O (oeste), ej. 76°05' O / Altura sobre el nivel del mar, en metros del lugar donde se recogió la muestra original.
- **Área de recolección**
- **Tipo de muestra**

- Variabilidad de la población
- Otras notas del recolector
- Caracterización y evaluación preliminar.
- Lugar de la caracterización y evaluación preliminar
- Nombre y dirección de la institución que la realizara
- Fecha de siembra

3.3.2. Datos de caracterización

Los datos de caracterización que se tomaron son los que recomienda CIRF (1981):

a) Tipo de crecimiento

- 1 Herbáceo
- 2 Arbustivo

b) Porte de la planta

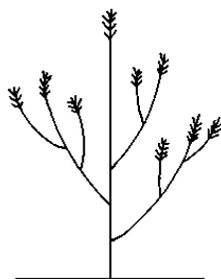
- 1 Erecto
- 5 Semierecto
- 9 Decumbente

c) Tallo de la planta

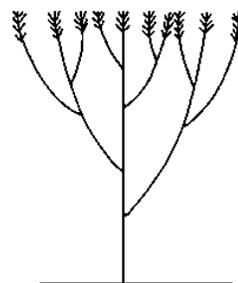
Se realizara una descripción de todo el tallo mediante este descriptor.

1) Formación del tallo

- 0 Tallo principal no prominente
- 1 Tallo principal prominente



Tallo principal prominente



Tallo principal no prominente

Figura 4. Formación del tallo (CIRF, 1981)

2) Pubescencia del tallo

0 Glabro
+ Pubescente

3) Color del tallo

1 Amarillo
2 Verde
3 Gris

4) Intensidad del color

3 Claro
5 Medio
7 Oscuro

5) Cerosidad del tallo

0 Ausente
+ Presente

6) Espesor del tallo. En el primer nudo debajo de la inflorescencia principal o en su primera inflorescencia, según la especie media de 10 plantas en milímetros.

7) Ramificación. También se describirá el tipo de ramificación que presenta la planta como se muestra en la (figura 5).

8) Ramificación

0 No ramificada
+ Ramificada

9) Ramas primarias. Es el numero de ramas primarias por planta, media de 10 plantas.

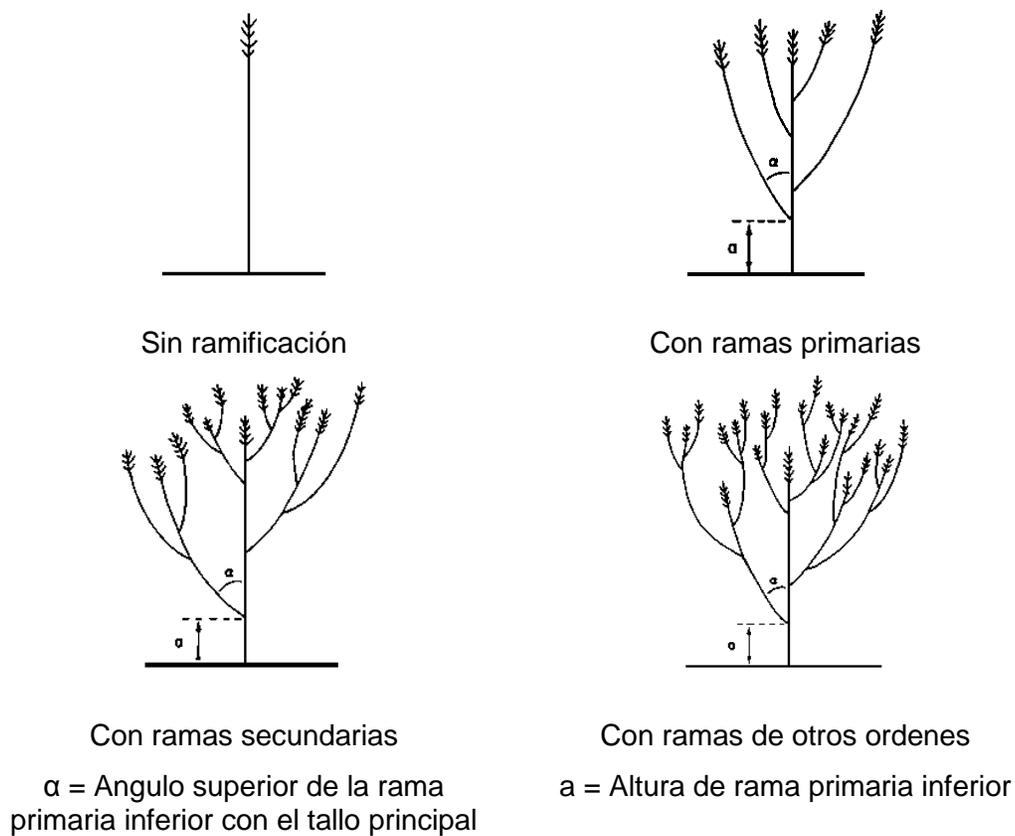


Figura 5. Ramificación (CIRF, 1981)

d) Hojas

Se realizará la medición las siguientes características de las hojas

- 1) Diámetro máximo de la hoja en milímetros. promedio de 10 plantas, en las hojas que encierren en su axila la inflorescencia principal o primera, según la especie. En milímetros.

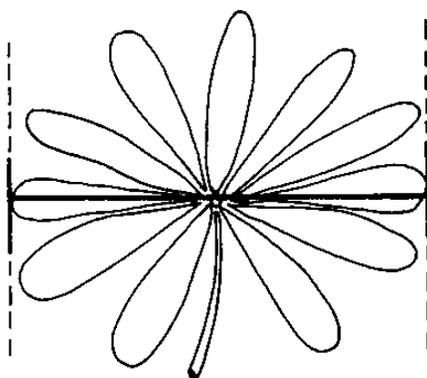


Figura 6. Diámetro máximo de la hoja (CIRF, 1981)

2) Forma de los foliolos

- 1 Elíptica
- 2 Se ensancha hacia el extremo
- 3 Otras formas



Elíptica



Se ensancha hacia el extremo

Figura 7. Forma de foliolos (CIRF, 1981)

3) Formas del ápice del foliolo central

- 1 No acuminado
- 2 Acuminado

4) Foliole Central longitud/anchura. Relación de la longitud a la anchura máxima.
Media de 10 plantas.

5) Pubescencia del haz en los foliolos

- 0 Ausente
- + Presente

6) Pubescencia del envés en los foliolos

- 0 Ausente
- + Presente

7) Número de foliolos por hoja. Media de 10 plantas

8) Color de la hoja

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

9) Intensidad del color de las hojas

- 3 Claro
- 5 Medio
- 7 Oscuro

10) Longitud del peciolo. Medida en milímetros de la hoja que encierra en la axila la inflorescencia principal o en su defecto la primera inflorescencia, según la especie. Media de 10 plantas.

11) Color del peciolo

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

e) Inflorescencia

El color de las flores y su intensidad son factores importantes en la caracterización del género *Lupinus*. Los tres componentes de la flor: alas, quilla y estandarte pueden tener color distinto. A su vez el estandarte puede presentar diferencias en la coloración de su banda marginal, manchas centrales y región intermedia. Las diferencias entre el color de las flores recién abiertas y aquella de las flores viejas es otra característica importante en éste género.

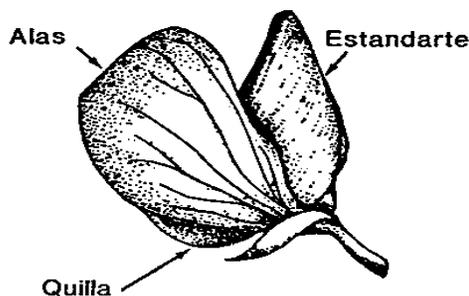


Figura 8. Flor (CIRF, 1981)

1) Color de las alas de las flores recién abiertas

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa

- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón

2) Color en la quilla de las flores abiertas

- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón
- 10 Blanco violeta

3) Color de la banda marginal en el estandarte las flores recién abiertas

- 0 Banda marginal ausente
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón
- 10 Blanco violeta

4) Longitud de la inflorescencia principal. Media de 10 plantas. Media en la inflorescencia principal en su defecto de la primera inflorescencia, según la especie, media en centímetros desde la flor inferior hasta el ápice de la inflorescencia al final del periodo de floración.

5) Longitud de las flores. Media de 10 plantas. Medida en milímetros en flores abiertas, en el punto más bajo de la inflorescencia desde la base de los sépalos hasta el extremo superior estandarte.

f) Vaina

- 1) Número de vainas por planta. Media de diez plantas contadas al final de la floración.
- 2) Longitud de la Vaina. Media de 10 plantas. Medida en milímetros en vainas maduras situadas en el punto inferior de inserción en la inflorescencia principal o en su defecto de la primera inflorescencia según la especie.
- 3) Anchura de la Vaina. Media de 10 plantas. Medida en vainas maduras situadas en el punto inferior de inserción en la inflorescencia principal o en su defecto de la primera inflorescencia según la especie considerando como anchura la máxima distancia entre la sutura dorsal y la ventral.

g) Semilla

Se determinó el ancho de la semilla, lustre de la semilla, color predominante de la semilla y la forma de la semilla como se muestra en la (Figura 9).

1) Forma de semilla

- 1 Esférica
- 2 Aplanada esférica o lenticular
- 3 Oval
- 4 Oval aplanada
- 5 Cuboides
- 6 Cuboides aplanada
- 7 Otras

2) Anchura de la semilla. Medida de la anchura máxima en milímetros media de 25 semillas.

3) Lustre de la semilla

- 1 Mate
- 2 Brillante

4) Color predominante de la semilla

- 1 Blanco
- 2 Amarillo

- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marrón
- 10 Blanco -violeta



Figura 9. Forma de semilla (CIRF, 1981)

5) Color secundario de la semilla, ver (Figura 10).

- 0 No hay color secundario
- 1 Blanco
- 2 Amarillo
- 3 Naranja
- 4 Rosa
- 5 Rojo
- 6 Verde
- 7 Azul
- 8 Violeta
- 9 Marón

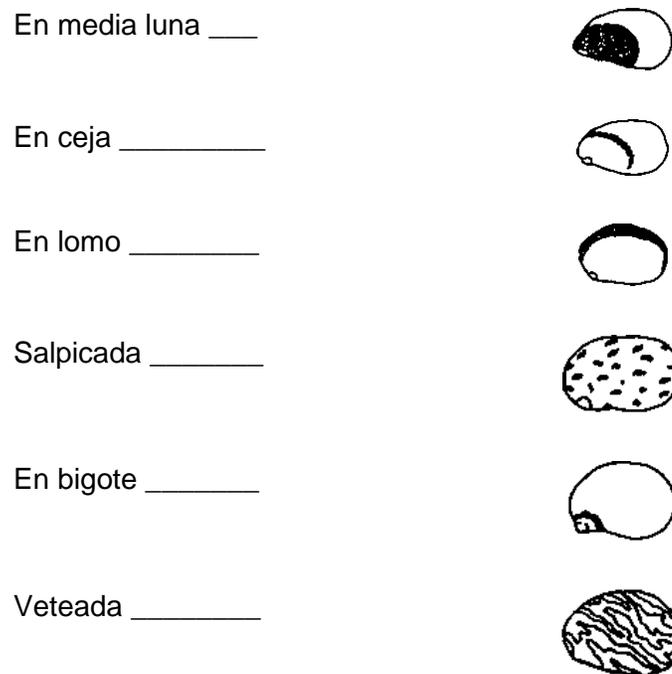


Figura 10. Distribución del color secundario de la semilla (CIRF, 1981)

h) Plántula

1) Color de los cotiledones

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

2) Longitud de los cotiledones. Medición en milímetros, media de 10 plántulas.

3) Color del hipocótilo

- 1 Amarillo
- 2 Verde
- 3 Gris

4) Longitud del hipocótilo. Desde el nivel del suelo hasta la base de los cotiledones, en milímetros, media de 10 plántulas.

i) Evaluaciones preliminares

- 1) Días hasta la primera vaina madura. Es el número de días desde la emergencia hasta el 50 por ciento de plantas con la primera vaina madura.
- 2) Días hasta la maduración total. Es el número desde la emergencia hasta el 50 por ciento de plantas totalmente maduras.
- 3) Peso de 100 semillas. Medición en gramos.

j) Otras evaluaciones posteriores

- 1) Datos agronómicos. También se tomaron los datos agronómicos como son:
 - Días hasta la emergencia. Número de días desde la siembra hasta 50 por ciento de emergencia.
 - Días hasta la primera floración. Número de días desde la emergencia hasta 50 por ciento de plantas con la primera flor.
 - Altura de la planta. Media de diez plantas al final de la floración en milímetros.
 - Altura de la primera vaina. Distancia en centímetros desde el suelo hasta el extremo inferior de la primera vaina madura.
 - Rendimiento de semillas por planta. Media de diez plantas en gramos.

k) Ritmo del crecimiento

- 1 Muy lento
- 3 Lento
- 5 Normal
- 7 Rápido
- 9 Muy rápido

l) Tipo inicial del crecimiento

- 1 En roseta
- 9 Erecto

m) Latencia de la semilla

0 Ausente
+ Presente

3.3.3. Características bromatológicas

Porcentaje de proteínas en los granos = % PROT

Porcentaje de grasa en los granos = % GRASAS

3.4. Procedimiento del trabajo

El presente trabajo dirigido se realizó de la siguiente manera:

- Recopilación toda la información necesaria de la caracterización del tarwi.
- Organización de la información obtenida en una base de datos.
- Evaluación, análisis y comparación de la información con otros trabajos similares.
- Generación de las conclusiones finales.

3.4.1. Métodos estadísticos de análisis

Para Franco e Hidalgo (2003), el propósito de análisis de datos es para reducir el volumen de información, característico en trabajos de esta naturaleza, la aplicación de estos métodos proporciona información acerca de la variabilidad y utilidad del germoplasma.

Para el análisis de resultados se empleó la estadística descriptiva y la estadística multivariada.

- La estadística descriptiva consistió en el cálculo de medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas, estas medidas fueron la media, el valor mínimo, máximo y la desviación estándar. Para el caso de variables cualitativas se empleó el análisis descriptivo de frecuencias, expresado en tablas y diagramas de barras.

- El análisis multivariado consistió en: **Análisis de Componentes Principales (ACP)** para reducir la multidimensionalidad de las variables y explicar la relación entre variables cuantitativas a partir de la descomposición de la matriz de correlaciones (ρ), para Franco e Hidalgo (2003) este método se basa en la transformación de un conjunto de variables cuantitativas originales en otro conjunto de variables independientes no correlacionadas llamadas componentes principales que a su vez representan conjuntos de variables originales.

Varela (1998), citado por Vicente y Vásquez (2007), indican que el análisis de componentes principales tiene como finalidad, construir un conjunto de nuevas variables o componentes, con la característica de que en este conjunto la mayor parte de la información o variabilidad inicial va a concentrarse en los primeros ejes o componentes. Este resultado permite a su vez reducir la dimensionalidad del problema, facilitando la caracterización de la muestra y la búsqueda de estructura de correlación entre variables.

El análisis de componentes principales que se realiza sobre la matriz de Varianzas-Covarianzas: Se emplea cuando se quiere mantener la importancia original de cada variable en el análisis, también cuando la escala de las variables es la misma (i.e. puntuaciones sobre diferentes características; sabor, olor, color, apariencia) y cuando existe homogeneidad de varianza entre las diferentes características (es decir que el rango de variación de las variables sea similar entre ellas, esto se puede verificar con el CV o una relación de varianzas; $\text{var. max/var. min.}$ cuya relación no debe exceder a tres) (Vicente y Vásquez, 2007).

Por otra parte se aplicó el **Análisis de Conglomerados Jerárquico o Cluster** para la formación de grupos homogéneos en las muestras de cultivo de tarwi a partir de la distancia euclídea cuadrada y el método de Ward.

De acuerdo a la naturaleza de las variables de la matriz se empleó el método de taxonomía numérica, el cual permitió agrupar con un coeficiente de

distancia las accesiones similares en relación a los caracteres morfológicos, esta agrupación se refleja en un árbol de agrupamiento (dendrograma), donde las accesiones similares pertenecen a una misma rama (Hair, 1999).

El análisis Cluster es una técnica analítica para desarrollar subgrupos significativos de individuos u objetos, se trata de clasificar una muestra en grupos mutuamente excluyentes. En base a los resultados del análisis de Cluster se pretende agrupar a los individuos similares en grupos jerárquicos lo que se realiza mediante el Análisis de Conglomerados Jerárquicos (Hair, 1999). Según Matteci y Colma, citado por Vicente y Vásquez (2007), el análisis de conglomerados jerárquicos se caracteriza por realizar sucesivas fusiones o divisiones para formar los grupos, además porque algunos de estos grupos tienen mayor rango y cada uno de ellos engloba a varios de menor orden, permitiendo seguir paso a paso la formación de los conglomerados y conocer el nivel de similitud al que se agrupa cada conjunto de individuos.

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1. Aspectos propositivos del trabajo dirigido

Toda la información analizada en base a los datos obtenidos en campo, fueron necesarios para la caracterización agromorfológica del ecotipo Carabuco, correspondiente a las comunidades del municipio de Carabuco, dicha información nos permitirá lo siguiente:

- Contar con el ecotipo Carabuco caracterizado y con una base de información para el Registro Nacional de Semillas en el área de certificación de INIAF.
- Complementar la información de caracterización del ecotipo Carabuco a los Banco de Germoplasma de INIAF.
- Tener una Información generada para otros trabajos de investigación en el futuro.

4.2. Análisis de resultados

4.2.1. Datos de recolección

Los análisis realizados y resultados obtenidos se apoyan en la base de datos que se elaboró previamente (Anexo 2).

El siguiente, es el listado de información obtenida en campo de las características morfológicas del ecotipo local Carabuco de tarwi, donde se ha registrado como una entrada cada parcela familiar, en las comunidades de Cojata-pampa y Huajasia del municipio de Carabuco, esta información es obtenida en la campaña agrícola 2009 al 2010 el cual es sistematizado para realizar esta descripción:

Cuadro 3. Datos de recolección de germoplasma de tarwi del ecotipo Carabuco

DATOS DE ENTRADA	DESCRIPCIÓN
Datos de recolección	Recolección a nivel de las comunidades de la región de Carabuco, localizadas: Huajasia a 3810 msnm y Cojata Pampa a 3830 msnm, durante los meses de julio.
Institución recolectora	Asociación CUNA y productores de la comunidad de

	Huajasia y Cojata pampa que recolectaron la muestra original.
Número de recolección	072009
Fecha de recolección de la muestra original	Huajasia 29 de julio del 2009 y el número de registro es 290709. Cojata Pampa 30 de julio del 2009 y el número de registro es 300709.
País/Provincia/Comunidad /Departamento	Bolivia, Provincia Camacho, Municipio Puerto Mayor de Carabuco, Cantón Carabuco, Comunidad Huajasia y Cantón Chaguaya, Comunidad Cojata pampa del departamento de La Paz.
Latitud/longitud/altitud	15° 34' 58" de latitud sur, 68° 55' 30" longitud oeste y con una altitud de 3810 a 3830 msnm.
Área de recolección	Del almacén de los agricultores de las comunidades de Huajasia y Cojata Pampa.
Tipo de muestra	Todas las semillas recolectadas en cada comunidad se depositaron en un lugar, para luego realizar la homogenización y selección, llegando a obtener semilla homogénea.
Variabilidad de la población	Hubo un poco variabilidad de ecotipo, pero no fue determinante, se realizó la selección, aproximadamente en un 2% de total de la semilla colectada en ambas comunidades.
Otras notas del recolector	Huajasia Suelo: Los suelos de la región son franco arenosos. Época de siembra: Finales de agosto a finales de septiembre. Época de cosecha: En los meses de mayo a junio. Cojata pampa Suelo: Los suelos de la región son arcillo-arenoso. Época de siembra: En el mes de septiembre. Época de cosecha: En los meses de mayo a junio.
Caracterización y evaluación preliminar	Se realizaron en las parcelas de los agricultores de Huajasia y Cojata pampa.
Lugar de la caracterización y evaluación preliminar	Comunidades de Huajasia y Cojata pampa.
Nombre y dirección de la institución	Asociación Cuna, es una organización no gubernamental sin fines de lucro, que promueve el desarrollo integral de las zonas más desfavorecidas de Bolivia, se encuentra ubicada en el mismo municipio de Carabuco.
Fecha de siembra	Las siembras se iniciaron con las primeras lluvias del mes de septiembre del 2009 en las dos comunidades de la caracterización.

4.2.2. Análisis estadísticos descriptivos

4.2.2.1. Análisis de variables cuantitativas

En el (cuadro 4) se presenta el análisis de variables cuantitativas de tendencia central y de dispersión para las diferentes variables o descriptores:

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos de 26 variables cuantitativas en la caracterización del ecotipo Carabuco

Variable	Mínimo	Máximo	Media	Desv.	CV (%)
Superficie de cultivo (ha)	0,01	0,64	0,15	0,15	100
Nº de plantas	720,00	57503,00	13064,00	13388,00	102,48
Espesor del tallo*	13,00	19,00	15,84	1,62	10,23
Nº ramas primarias	4,00	7,00	5,20	0,96	18,46
Diámetro máximo de la hoja*	115,00	143,00	122,12	7,60	6,22
Foliolo central longitud*	57,00	76,00	67,12	5,83	8,69
Foliolo central anchura*	19,00	25,00	21,80	1,66	7,61
Número de folíolos por hoja	7,00	9,00	8,04	0,73	9,08
Longitud del peciolo*	58,00	67,50	62,92	2,60	4,13
Longitud inflorescencia principal*	23,00	28,00	25,45	1,48	5,82
Longitud de la flores*	17,00	21,00	19,02	1,15	6,05
Número de granos por vaina	5,00	6,00	5,44	0,51	9,38
Ancho de la vaina*	15,00	16,60	15,71	0,55	3,50
Longitud de la vaina*	80,00	100,00	93,86	5,10	5,43
Longitud de la semilla*	5,80	19,60	10,96	2,22	20,26
Anchura de la semilla*	5,80	10,00	8,04	0,98	12,19
Longitud de los cotiledones*	23,80	28,00	25,80	1,16	4,50
Longitud del hipocotilo*	54,00	58,50	56,13	1,14	2,03
Días hasta la emergencia	20,00	24,00	21,72	1,24	5,71
Días hasta la primera floración	95,00	115,00	101,76	5,75	5,65
Altura de la planta**	60,00	135,00	98,76	19,58	19,83
Altura de la primera vaina**	55,00	116,00	87,92	15,88	18,06
Rendimiento semilla/planta ***	45,00	70,00	58,52	7,35	12,56
Días hasta la primera vaina madura	105,00	168,00	146,08	12,57	8,60
Días hasta la maduración total	215,00	265,00	242,04	10,11	4,18
Peso de 100 semillas***	20,38	26,80	24,14	1,97	8,16

* Milímetros (mm)

**Centímetros (cm)

***Gramos (g)

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico la superficie promedio del cultivo es de 0.15 ha, con una máxima de 0.64 ha y una mínima de 0.01 ha, con un coeficiente de variabilidad del 100%, a consecuencia de la tenencia de tierras, al bajo consumo del producto y a la poca importancia del cultivo en la región, el número de plantas determinado mostró de una media de 13064 plantas, número que está relacionado a la superficie cultivada.

El espesor del tallo determinado fue de 15.84 mm, según estudio realizados por CIF Pairumani (2001), el espesor del tallo fue 13 a 16 mm, observando que el ecotipo local Carabuco se halla dentro de estos valores; el número de ramas primarias fue de 5, el diámetro máximo de la hoja tuvo una media de 122.12 mm, siendo un valor mayor a la comparación con el CIFP que obtuvo de 88 a 121 mm, la longitud del foliolo central fue de 67.12 mm, la anchura del foliolo central tuvo una media de 21.80 mm, el número de foliolos por hoja fue de 8, hallándose dentro de resultados obtenidos por el CIFP que fue de 4 a 10; la longitud del peciolo de 62.92 mm; el promedio de la longitud de la inflorescencia principal fue de 25.45 cm.

La longitud de las flores tuvo una media de 19.02 mm; el número de granos por vaina tuvo una media de 5, el ancho de la vaina tuvo una media de 15.71 mm; la longitud de la vaina tuvo un promedio de 93.86 mm; en las caracterizaciones realizadas por el CIF Pairumani (2001), la longitud de las flores fue de 17 a 20.5 mm, el número de granos por vaina de 2 a 7 granos, el ancho de la vaina de 14 a 16 mm; la longitud de la vaina de 85 a 97mm, estando el ecotipo local Carabuco dentro de estos valores; la longitud de la semilla fue de 10.96 mm; el promedio del ancho de la semilla fue de 8.04 mm; la longitud de los cotiledones fue de 25.80 mm; el promedio de la longitud del hipocotilo fue de 56.13 mm.

El promedio de días a emergencia fue de 21.72 días respectivamente; el promedio de días hasta la primera floración fue de 101.76 días, según los datos del CIFP para material genético proveniente de la región de Carabuco se reporta un rango de 58 a 135 días, por tanto los resultados del presente estudio se enmarcan dentro de los rangos descritos por el CIFP; el promedio de días hasta la primera vaina madura fue

de 146.08 días, Quispe (1997) describe un rango de 122 a 202 días, en su caracterización de germoplasma de tarwi en la estación de Belén Achacachi; el promedio de días hasta la maduración total fue de 242.04 días. Quispe (1997) reporta un rango de 167 a 232 días. En ambos casos los datos encontrados en el presente estudio se hallan dentro los rangos descritos por otras investigaciones.

La altura media de la planta fue de 98.76 cm; en tanto que la altura media hasta la primera vaina fue de 87.92 cm. Con relación a esta variable en los estudios realizados por el CIF Pairumani de las accesiones de Carabuco, éstos encontraron valores que van desde 90 a 146 cm, estando nuestros valores dentro del rango de altura de planta. Por otra parte Queñallata (2008) en su estudio con diferentes ecotipos de tarwi en el municipio Ancoraimes reporta promedios de 65 a 105,3 cm.

El rendimiento de la semilla por planta tuvo una media de 58.52 g, al respecto Quispe (1997) señala un rango de 6,81 a 154,62 g/planta, rango mucho mayor con respecto al presente estudio, debido a que Quispe caracterizó accesiones provenientes de diferentes regiones y con diferencias genéticas mayores. El peso total de 100 semillas fue de 24.14 g, con un rango de variabilidad de 20,3 a 26,8 g, Quispe encontró un promedio de 22,92 g y con un rango 12,42 a 37,92 g.

El coeficiente de variación es alto para las variables superficie y número de plantas cultivadas, esto se atribuye a la diferencia entre productores en las superficies destinadas a la siembra del tarwi. Por otra parte los coeficientes de variabilidad en las variables agronómicas son relativamente bajos a medios considerando que son caracteres influenciados en gran medida por el ambiente 2,03 a 19,83 en el caso de longitud de hipocótilo y altura de planta. Al respecto Quispe (1997) encontró el mayor coeficiente de variación en el peso de grano por planta (50,06%) y el menor coeficiente de variabilidad en ancho de semilla.

4.2.2.2. Análisis de distribución de frecuencias para variables cualitativas

Una vez realizado el análisis descriptivo por descriptor morfológico se resumen los resultados en el siguiente cuadro e caracterización:

Cuadro 5. Estados de la caracterización morfológica del ecotipo Carabuco

Carácter morfológico	Estado de descriptor
Tipo de crecimiento	Arbustivo
Porte de la planta	Erecto
Formación del tallo	Tallo principal prominente
Pubescencia del tallo	Glabro
Color del tallo	Verde (88%) y Amarillo (12%)
Intensidad del color del tallo	Claro (56%) y Medio (44%)
Serosidad del tallo	Presente
Ramificación	Presente
Forma de los folíolos	Elíptica
Forma del ápice del foliolo central	Acuminado
Pubescencia del haz en los folíolos	Ausente
Pubescencia del envés de los folíolos	Presente
Color de la hoja	Verde
Intensidad del color de la hoja	Medio (60%), Claro (36%) y Oscuro (4%)
Color del peciolo	Verde
Color de las alas de las flores recién abiertas	Violeta
Forma de la semilla	Cuboide
Lustre de la semilla	Brillante
Color predominante de la semilla	Blanco
Color secundario de la semilla	Ausente
Color de los cotiledones	Amarillo
Color del hipocotilo	Verde
Ritmo de crecimiento	Lento
Tipo inicial de crecimiento	Roseta
Latencia de la semilla	Ausente

En toda la población caracterizada se observó que la planta de tarwi tiene el tipo de crecimiento arbustivo, de porte erecto con formación de tallo principal prominente, de tallo liso (glabro) presentando el 88% de coloración verde y el 12 % de coloración amarillo, de la misma forma la intensidad del color del tallo es claro 56% y medio 44% como se puede observar en la (Figura 11), estas diferencias es predominante en las dos comunidades que podría servir como parámetro de descriptor genético este dato coincide con los reporte de caracterización del CIFP (2001), forma de los foliolos se describe el estado 1(elíptica), pubescencia del haz en los foliolos estado 0 (ausente), pubescencia del envés de los foliolos el estado 1 (presente), color de peciolo 2 (verde). (Ver anexo 5).

Para el resto de descriptores no se tienen datos de caracterización en los catálogos del CIFP. Como se aprecia en el cuadro resumen la mayoría de los descriptores evaluados presentan consistencia en su expresión, pocos son los caracteres que presentan más de un estado de descriptor.

La descripción de descriptores que presentaron diferentes estados son:

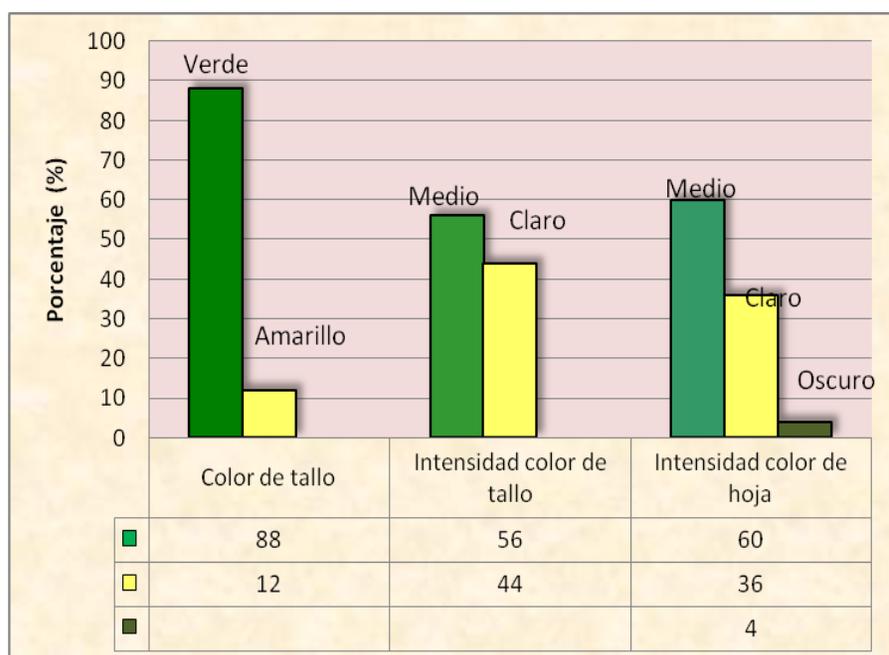


Figura 11. Descriptores con variabilidad morfológica en la caracterización del ecotipo de tarwi Carabuco

4.2.3. Análisis multivariado

4.2.3.1. Análisis de Componentes Principales (ACP) para variables cuantitativas

Para determinar el grado de relación entre variables cuantitativas y explorar posibles agrupamientos se aplicó el ACP, donde se observa la varianza de cada eje en el diagrama de sedimentación;

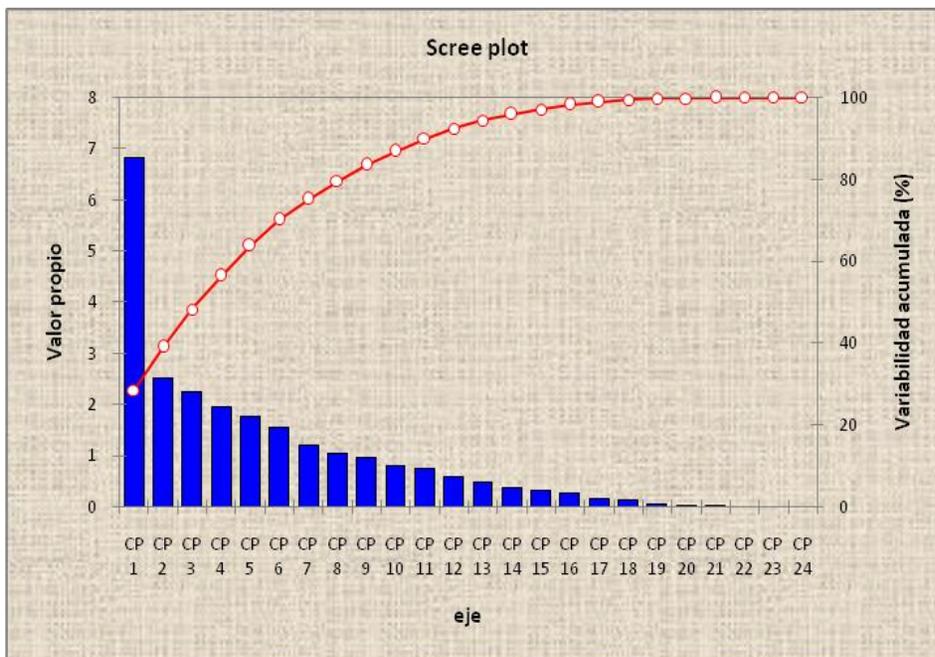


Figura 12. Diagrama de sedimentación del ACP

El análisis de reducción dimensional de ACP, muestra a los dos primeros ejes con una mayor varianza en comparación con el resto de ejes, tal como lo muestra la (Figura 12), donde los dos primeros ejes con varianzas que en conjunto explican el 38,97 % de la información de las variables, atendiendo el porcentaje de varianza acumulada del tercer eje o componente se puede explicar aproximadamente el 48,32% de información. Quispe (1997) en la caracterización de 340 accesiones de tarwi en Belén, Omasuyos, al aplicar el método de componentes principales sobre 22 variables cuantitativas encontró que los dos primeros ejes explicaron el 96,53% de la varianza total.

Cuadro 6. Valores propios y porcentajes de varianza del ACP

Componente	Valor propio	Variabilidad (%)	Variabilidad acumulada (%)
CP ₁	6,84	28,48	28,48
CP ₂	2,52	10,49	38,97
CP ₃	2,24	9,34	48,32
CP ₄	1,94	8,08	56,39
CP ₅	1,76	7,32	63,71
CP ₆	1,55	6,46	70,17

Las correlaciones en el primer plano del ACP muestra la relación entre variables que se aprecian mejor en el siguiente cuadro:

Cuadro 7. Correlaciones de variables con los primeros ejes del ACP

Variable	CP 1	CP 2
Espesor de tallo	0,898	-0,053
Número de ramas primarias	0,755	-0,076
Diámetro máximo hoja	0,737	-0,137
Longitud de foliolo central	0,625	-0,058
Ancho de foliolo central	0,462	-0,091
Número de foliolos por hoja	0,450	-0,427
Longitud de peciolo	0,885	0,174
Longitud de inflorescencia principal	0,875	-0,025
Longitud de flor	0,615	-0,199
Número de granos por vaina	0,328	0,040
Ancho de vaina	0,232	0,198
Longitud de vaina	0,542	-0,061
Longitud de semilla	-0,088	0,737
Ancho de semilla	0,004	0,900
Longitud de cotiledón	0,316	-0,108
Longitud de hipocótilo	0,139	0,039
Días emergencia	-0,009	0,163
Días primera floración	0,103	-0,146
Altura de planta	0,711	0,158
Altura primera vaina	0,721	0,218
Rendimiento semilla por planta	0,627	-0,020
Días primera vaina madura	0,232	0,486
Días maduración total	0,306	0,275
Peso de 100 semillas	0,153	0,618

Una revisión de los coeficientes de correlación con las variables o ejes denominados componentes principales proporciona información de representación de variables cuantitativas en dichos ejes, donde las variables resaltadas en negrilla indican una relación positiva entre sí en cada eje.

VARIABLES COMO; espesor de tallo, número de ramas primarias, diámetro máximo hoja, longitud de foliolo central, ancho de foliolo central, número de folíolos por hoja, longitud de peciolo, longitud de inflorescencia principal, longitud de flor, número de granos por vaina, ancho de vaina, longitud de vaina, altura de planta, altura primera vaina, rendimiento semilla por planta, días maduración total, son las variables correlacionadas entre sí de manera positiva y que contribuyen en mayor medida a la construcción del primer eje, es decir que estas variables pueden ayudar a explicar la mayor parte de la variabilidad agronómica del cultivo de tarwi.

Por otra parte variables como la longitud de semilla, ancho de semilla, peso de 100 semillas y días a la primera vaina madura ayudan a la construcción del segundo eje, estas variables correlacionadas entre sí de manera proporcional pero correlacionadas de manera negativa con la superficie cultivada, estas variables explican también la variabilidad agronómica de tarwi aunque en menor proporción de varianza con respecto a las variables del primer componente.

La descripción visual de relaciones entre variables se resume en el círculo de correlaciones:

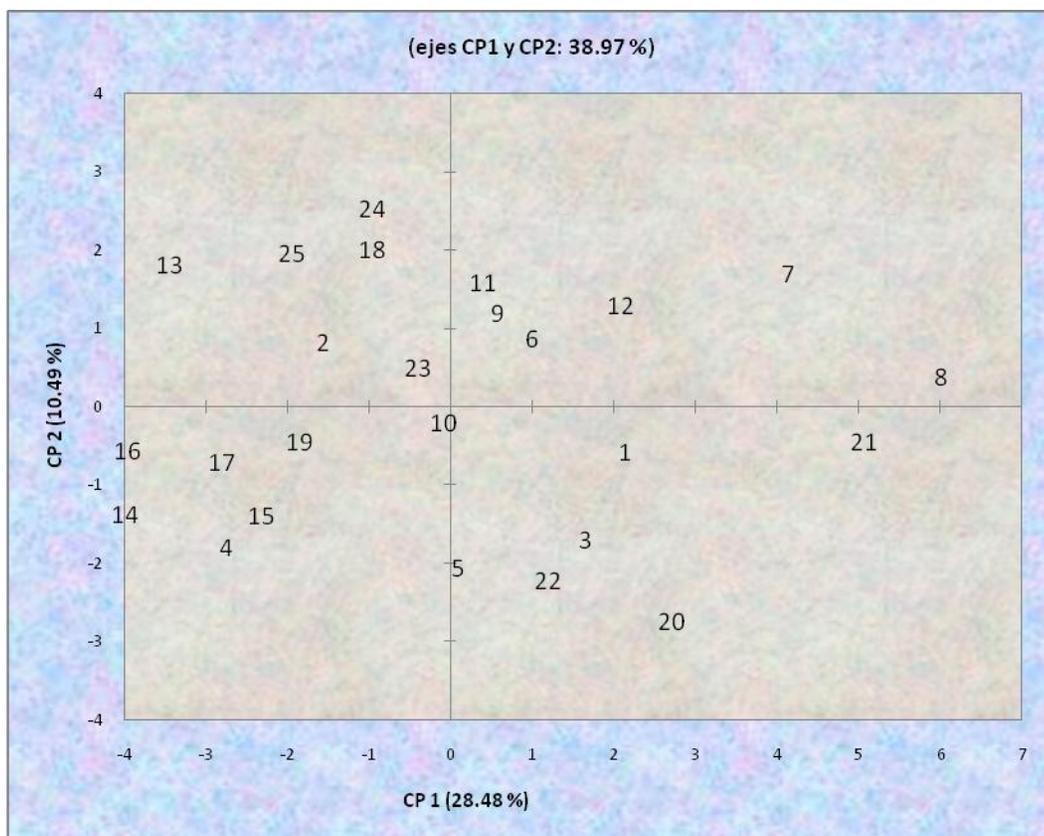


Figura 14. Distribución de entradas de tarwi recolectado en dos comunidades de Carabuco en el primer y segundo eje del ACP

Por otra parte se puede visualizar las observaciones de las muestras caracterizadas en campos de agricultores, la (Figura 14) de distribución bidimensional, agrupa a la derecha a aquellas muestras del cultivo de tarwi con características por sus mayores promedios agronómicos en las variables estudiadas, en especial variables identificadas en el cuadro de correlaciones en el primer eje (longitud de peciolo, longitud de inflorescencia principal, longitud de floración, longitud de vaina, altura de planta, altura primera vaina, rendimiento semilla por planta, número de folíolos por planta, longitud de folíolo central, ancho de folíolo central, espesor de tallo, número de ramas primaria, el diámetro máximo de hoja)

En tanto el resto de muestras caracterizadas que se agrupan en la izquierda del plano tienen en conjunto un menor promedio en las variables agronómicas mencionadas del cultivo de tarwi.

4.2.3.2. Análisis de Conglomerados

En el análisis de agrupamientos empleando la distancia euclídea y el método de Ward en la caracterización de tarwi realizada en las 25 parcelas familiares de las dos comunidades del municipio de Carabuco, se observan grupos diferenciados (Figura 15). Esta formación de grupos de acuerdo a las características agronómicas del cultivo de tarwi confirma los resultados del análisis de componentes principales (ACP).

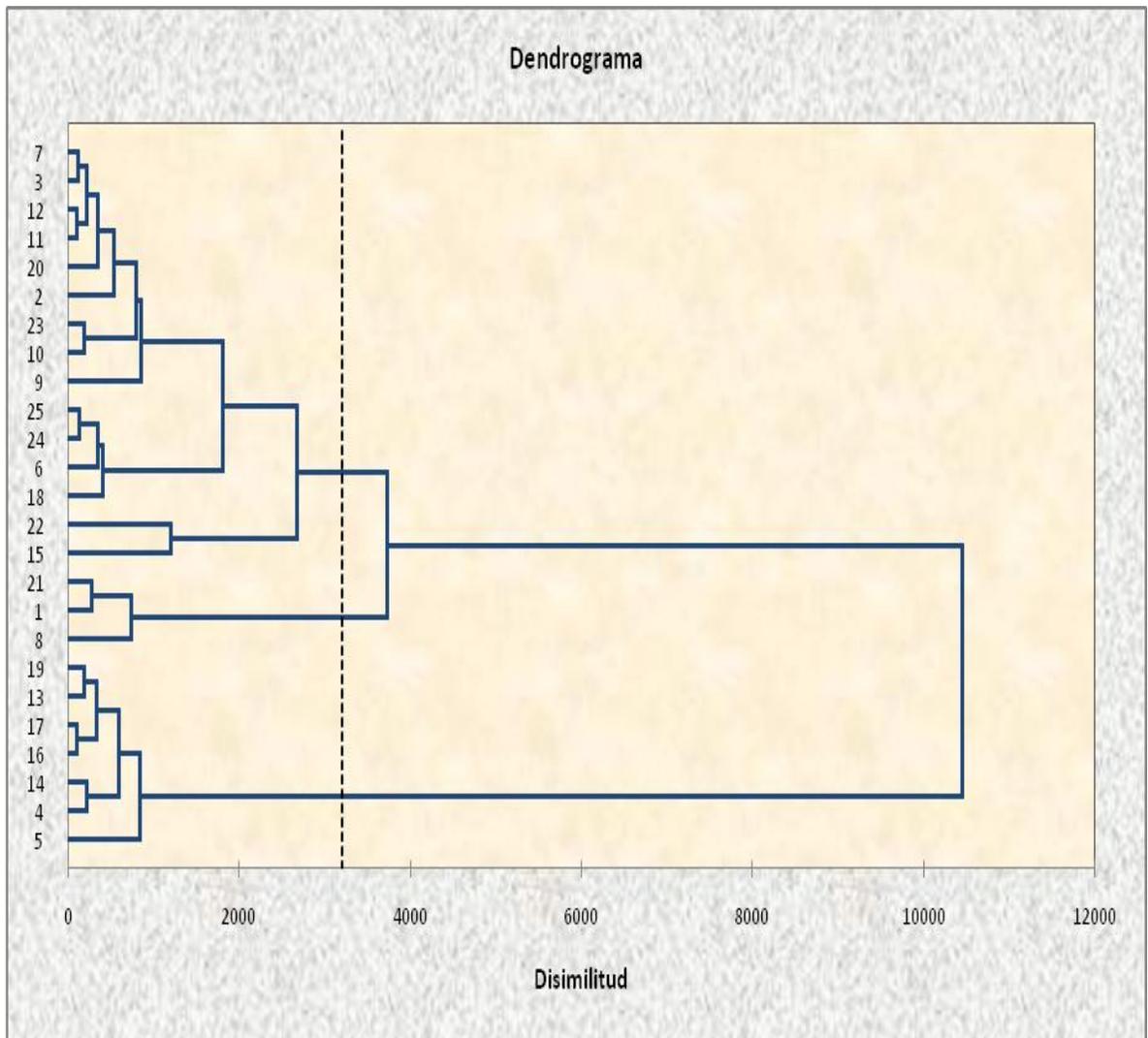


Figura 15. Dendrograma de agrupamiento para variables cuantitativas de 25 entradas recolectadas en dos comunidades de Carabuco

En el dendrograma de agrupamiento jerárquico para las muestras o entradas de tarwi caracterizadas en parcelas de agricultores, se aprecian tres grupos, para lo cual se estructura el cálculo de medias entre los grupos observados con el propósito de explorar las diferencias en las variables analizadas.

La descripción de variables de acuerdo al agrupamiento es la siguiente:

Cuadro 8. Promedios de variables cuantitativas de los grupos formados en el análisis de Cluster

Variable	Clase 1 (n=3)	Clase 2 (n=15)	Clase 3 (n=7)
Superficie de cultivo (ha)	0,215	0,127	0,155
Número de plantas/ha (plantas/ha)	19350	11390	13959
Espesor del tallo (mm)	18,67	15,93	14,43
Número ramas primarias	6,3	5,2	4,7
Diámetro máximo de la hoja (mm)	136,00	121,13	118,29
Foliolo central longitud (mm)	72,33	67,93	63,14
Foliolo central anchura (mm)	22,67	21,93	21,14
Número de folíolos por hoja	8,3	8,1	7,7
Longitud del peciolo (mm)	65,33	63,51	60,61
Longitud inflorescencia principal (cm)	27,37	25,71	24,09
Longitud de la flor (mm)	19,93	18,99	18,71
Número de granos por vaina	5,7	5,5	5,3
Ancho de la vaina (mm)	15,83	15,77	15,51
Longitud de la vaina (mm)	97,67	94,10	91,71
Longitud de la semilla (mm)	10,33	11,39	10,31
Anchura de la semilla (mm)	7,67	8,33	7,56
Longitud de los cotiledones (mm)	26,90	25,74	25,47
Longitud del hipocótilo (mm)	55,83	56,41	55,64
Días hasta la emergencia	22,00	21,73	21,57
Días hasta la primera floración	105,00	101,33	101,29
Altura de la planta (cm)	131,67	103,20	75,14
Altura de la primera vaina (cm)	110,33	93,33	66,71
Rendimiento de semilla/planta (g/planta)	65,33	58,20	56,29
Días hasta la primera vaina madura	148,33	146,73	143,71
Días hasta la maduración total	249,33	242,07	238,86
Peso de 100 semillas (g)	24,92	24,17	23,74

La estructuración en grupos, muestra que existen ciertas diferencias en las variables analizadas, de esta manera el grupo 1 (entradas 1, 8, 21), se caracteriza por tener mayores promedios en la mayoría de las variables, destacando las siguientes; Espesor del tallo, Número ramas primarias, Diámetro máximo de la hoja, Foliolo central longitud, Foliolo central anchura, Número de foliolos por hoja, Longitud del peciolo, Días hasta la primera floración, Altura de la planta, Altura de la primera vaina, Rendimiento de semilla/planta, Días hasta la primera vaina madura, Días hasta la maduración total, se debe mencionar que el primer grupo también tiene un ciclo más tardío como se aprecia en la duración hasta la madurez. Luego destaca por sus mayores promedios el grupo 2 (2, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 5, 18, 20, 22, 23, 24, 25), finalmente se puede mencionar que el grupo 3 (4, 5, 13, 14, 16, 17, 19) corresponde a los menores promedios en las variables analizadas, y que son las entradas posicionadas en el lado negativo del primer componente principal de la figura 14.

Estos resultados demuestran las diferencias agronómicas del ecotipo de tarwi en las comunidades de Carabuco, las mismas que pueden explicarse por la heterogeneidad en factores como ser suelo, fecha de siembra y la presencia de heladas que adelantan la madurez de fisiológica.

4.3. Características nutricionales del ecotipo Carabuco

De acuerdo a la hoja de resultados emitida por el Instituto Nacional de Laboratorios de Salud INLASA (Anexo 4) se tiene el siguiente resultado.

Cuadro 9. Parámetros nutricionales en grano seco del ecotipo Carabuco

Parámetro	Unidad	Contenido por 100 gramos de muestra
Valor energético	Kcal.	436
Proteínas	g.	38,57
Grasa	g.	16,56
H. de carbono	g.	33,09
Fibra cruda	g.	5,35

En los resultados del cuadro, el contenido de proteína es de 38,57% o gramos, reportes de Jacobsen y Mujica. (2006) mencionan rangos de variación del 41 a 51% en estudios con más de 300 genotipos de tarwi, por otra parte Lescano (1994) menciona un valor proteínico de 40 a 48%, en tanto La dirección Agraria de Puno (2011), menciona un promedio de 44,3%. Finalmente los datos reportados por el CIFP (2001) para accesiones de la región se muestran un porcentaje de proteína de 34 a 38 %. Los valores del presente estudio son menores a los reportados por Jacobsen y Mujica y también de Lescano, sin embargo se ajustan a los mencionados por el CIFP para el material de la región.

En cuanto a la grasa Lescano menciona un 20% de contenido en 100 gramos, en tanto la Dirección Agraria de Puno reporta un 16,5%, por tanto los resultados en grasa del ecotipo Carabuco se enmarcan dentro estos resultados. Por otro lado en lo concerniente a fibra cruda, la Dirección Agraria de Puno menciona 7,1%, en tanto Jacobsen y Mujica por su parte señalan un 7,65%, estos resultados son menores a los obtenidos en el presente estudio.

Otro parámetro importante es el de carbohidratos, con un contenido de 33,09 g, los informes de Jacobsen y Mujica señalan un 35,77, en tanto que la Dirección Agraria de Puno señala un 28,2%, finalmente Lescano reporta 20%, por tanto los resultados del presente estudio se enmarcan con los descritos por los diferentes autores.

Dadas las características nutricionales que presenta el ecotipo Carabuco, se considera como un cultivo importante tanto para la seguridad alimentaria, como por su potencial en el procesado de derivados, como por ejemplo la elaboración de harina de tarwi para la panificación.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio y a los objetivos planteados se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los siguientes descriptores morfológicos presentaron un estado definido y sin variación; tipo de crecimiento, porte de la planta, formación del tallo, pubescencia del tallo, serosidad del tallo, ramificación, forma de los folíolos, forma del ápice del folíolo central, pubescencia del haz en los folíolos, pubescencia del envés de los folíolos, color de la hoja, color del peciolo, color de las alas de las flores recién abiertas, forma de la semilla, lustre de la semilla, color predominante de la semilla, color secundario de la semilla, color de los cotiledones, color del hipocótilo, ritmo de crecimiento, tipo inicial de crecimiento, latencia de la semillas.
- Por otra parte en la caracterización morfológica se ha observado diferentes estados en los siguientes descriptores; color del tallo, intensidad del color del tallo en dicho descriptor no se distingue claramente un estado de descriptor dominante, finalmente la intensidad del color de la hoja también mostró diferentes estados; medio, claro y oscuro.
- Con base en la caracterización morfológica, se ha logrado sistematizar la información, cuya importancia radica en que se constituye la base para el registro del ecotipo Carabuco por parte de las comunidades involucradas.
- En relación a variables agronómicas, el análisis descriptivo muestra el mayor grado de dispersión para las variables superficie de cultivo y número de plantas por hectárea.
- Los rangos de variación en variables agronómicas y de ciclo fenológico muestran coeficientes de variabilidad bajos a medios (2,03 a 19,83%) valores de las variables longitud hipocótilo y altura de planta respectivamente.
- En las comunidades donde se realizó la caracterización, los descriptores morfológicos tuvieron similares respuestas en los patrones de variación.

- El análisis multivariado de componentes principales aplicado sobre las variables cuantitativas (ACP) permitió explicar con dos ejes el 38,97 % de variabilidad total.
- En el análisis multivariado de ACP, las variables que tuvieron mayor influencia en el primer componente (28,48%) fueron; espesor de tallo, número de ramas primarias, diámetro máximo hoja, longitud de foliolo central, ancho de foliolo central, número de foliolos por hoja, longitud de peciolo, longitud de inflorescencia principal, longitud de flor, número de granos por vaina, ancho de vaina, longitud de vaina, altura de planta, altura primera vaina, rendimiento semilla por planta, días maduración total. Por otra parte las variables del segundo componente (10,49 %) fueron longitud de semilla, ancho de semilla, peso de 100 semillas.
- En el análisis de agrupamientos, se pudo separar en tres grupos las entradas caracterizadas del ecotipo Carabuco, observándose diferencias en cuanto a las variables agronómicas de grupo 1 y 2 con respecto al grupo 3, que presento los menores promedios, cuyas diferencias se atribuyen a factores como manejo, suelo, humedad.
- En cuanto a los parámetros nutricionales, principalmente el valor de proteínas, grasas, hidratos de carbono y fibra cruda, se han enmarcado en los rangos que han sido descritos por otros estudios, destacándose el valor de hidratos de carbono que fue mayor a algunos reportes en grano de tarwi, por tanto se considera importante el valor nutritivo del ecotipo Carabuco.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y las conclusiones del estudio realizado, se efectúan las siguientes recomendaciones:

- Continuar realizando descripciones agromorfológicas para completar toda la descripción de sus características propias de este ecotipo.
- Realizar la descripción taxonómica con la información obtenida para tener una variedad local identificada de la región de Carabuco y así beneficiarse de mayores oportunidades de competitividad, tanto en el mercado nacional e internacional.
- Continuar promoviendo la producción y el consumo de tarwi ya que se pudo determinar su alto valor nutritivo además es un potencial y fuente de ingresos económicos para las familias.
- Seguir con estudios similares de nuevos ecotipos y/o variedades existentes en las comunidades productoras de este cultivo

VII. BIBLIOGRAFIA

ANTEZANA, A., G, AVILA Y A. BRANDOLINI 1987. Razas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) en Bolivia. En: investigaciones sobre el mejoramiento genético y cultural de trigo duro, girasol, maíz, frijol, lupino y haba. Inst. Italo-Latino-Americano y Centro de Investigaciones Fitogenéticas de Pairumani, Roma, Italia. 243-254p.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE EMPRESAS COMUNALES Y MULTICOMUNALES DE SERVICIOS AGROPECUARIOS – ANECOMSA, 2001. Tecnologías Agropecuarias Sierra. Lima, Perú. 69 p.

BLANCO, O. 1980. Genetic variability of tarwi (*Lupinus mutabilis*). En: I Conferencia Internacional de Lupinus. Lima, Cusco, Perú.

CENTRO DE EXTENSIÓN Y CAPACITACIÓN AGROPECUARIA – CECAP - Don Bosco 1998. Cultivos de la provincia Camacho La Paz, Bolivia.

CENTRO DE INVESTIGACIONES FITOECOGENETICAS DE PAIRUMANI Y EL FONDO NACIONAL PARA EL MEDIO AMBIENTE - CIFP 2001. Catalogo de recursos genéticos bolivianos de Amaranthus, Capsicum, Cucurbitaceae, Lupinus y Phaseolus. Cochabamba, Bolivia 2001. 3, 83 – 100 p.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y PROMOCIÓN DEL CAMPESINADO - CIPCA 2009, Cultivo del Tarwi. Diciembre del 2009 La Paz, Bolivia. 11-34 p.

CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENETICOS - CIRF 1981. Descriptores de Lupinos. IBPGR/CIRF/FAO. Roma, Italia.

DIRECCIÓN REGIONAL AGRARIA DE PUNO. 2011. Proyecto regional de cultivos andinos “V Festival internacional de haba y tarwi” (tríptico) 29.5 x 20.5 cm.

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA. 2011. Ley N° 144 Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria del 26 del Junio de 2011 .29 p. Consultado el 28 de julio de 2011. Disponible en: ww.ftierra.org/ft/index.php?option=com_docman&task=doc...

FRANCO, T. e HIDALGO, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Genéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.

FONT QUER, P. 2007. Diccionario de botánica. 3^{ra} Edición. Editorial Península, S.A. Barcelona, España. 1244p.

GROSS, R. 1982. El cultivo y la utilización del Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal. N°. 36. FAO, Roma. 236p.

GROSS y VON BAER, E. 1981. El lupino – un nuevo cultivo en Los Andes. Proyecto Lupino. Informe N°2 Institutos Nacionales de Salud. Instituto de nutrición. Lima, Perú 161 p.

GOBIERNO MUNICIPAL DE CARABUCO. 2007 Plan de Desarrollo Municipal, Aspecto Físico Natural 2:24 – 41.

HAIR J. 1999. Análisis Multivariante Prentice may. Quinta Edición. España. 799 p

INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL – INIAF. 2009. Registro Nacional de Variedades 2009. Edición primera. Noviembre del 2009. La Paz, Bolivia.

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMA DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS – INIAP. 2008. Manual agrícola de granos andinos Chocho Quinoa Amaranto y Ataco. N° 69. Quito, Ecuador.

JACOBSEN, S.E. & A. MÚJICA. 2004. Geographical distribution of the Andean lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet). pp. 931-932.

JACOBSEN. S. & A. MÚJICA. 2006. El tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) y sus parientes silvestres. En: Botánica Económica de los Andes Centrales. Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 458-482.

JARAMILLO S. Y BAENA M. 2000 Manual de apoyo a la capacitación en conservación *ex situ* de Recursos fitogenéticos, IPGRI, Cali-Colombia, 121p.

LESCANO, R. y J. L. 1994. Genética del Tarwi En: Genética y Mejoramiento de Cultivos Alto andinos. Programa Interinstitucional de Waru waru. Convenio: INADE-PELT-COTESU. Puno, Perú.

MAMANI, F. 2010. Cultivos Andinos de la Estación Experimental de Choquenaira de la Facultad de Agronomía – UMSA.

MENESES, R. 1996. Las leguminosas en la Agricultura Boliviana. Proyecto Rhizobiología Bolivia. CIAT- CIF- PNLG- CIFP- WALL. Cochabamba, Bolivia Pp 209-225.

MUJICA, A., TAPIA, M.1990. Investigación y producción del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el Perú. INIAA, PICA. Lima, Perú. Disponible en http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap3_2.htm. (Accedido por última vez: 14/03/2011)

NATIONAL ACADEMY PRESS-NAS. 1990. Lost Crops of the Incas. Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press Washington. D.C. Segunda Edición. 428 p.

PROGRAMA DE GRANOS ANDINOS. 2006. Avances en la Investigación de Granos Andinos. Facultad de Agronomía. UMSA. La Paz, Bolivia Pp:12-14

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO – PNUD, Asociación Cuna. 2009. Proyecto de Recuperación de la Semilla de Tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) en cuatro comunidades del Municipio de Carabuco. La Paz, Bolivia.

PROYECTO DE GRANOS ANDINOS - PROGRANO. 2005. Informe a IBNORCA. La Paz, Bolivia Pp 2.

QUEÑALLATA, P.J. 2008. Evaluación de Variedades Agronómicas de 5 ecotipos de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en dos comunidades del municipio de Ancoraimes.

Tesis de Grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia 72 p.

QUISPE, M. 1997. Mantenimiento y caracterización del germoplasma de tarwi (*Lupinus mutabilis*) de la Estación Experimental de Belén. Tesis de Grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 109 p.

RODRIGUEZ, M. 2005. Martin Cárdenas, el eximio botánico y naturalista de América. Mario Rodríguez R. y Fundación PROINPA. Primera Edición, Cochabamba, Bolivia. 536 p.

ROJAS, J., J., A. 1997. Evapotranspiración Máxima del Tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) por Lisimetría en el Altiplano Norte. Tesis de Grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia 115 p.

SARMIENTO, F. 1974. Diccionario de Ecología, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica. Fundación Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. Edit. Vera-Juncosa.

TAPIA, E.M. 1997. Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la Alimentación. FAO. Edición segunda. Santiago, Chile. 75 – 180 p.

TAPIA, E. M., FRIES A. M. 2007. Agronomía de los cultivos Andinos.FAO, Roma, 2007. Disponible en: www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s00.HTM (accedido por última vez: 12/12/2010)

VICENTE J. Y VÁSQUEZ A. 2007. Curso taller análisis multivariado con SPSS 11.5 for Windows, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia.

ANEXOS

INFORMACION PARA MATERIAL CULTIVADO

29. LUGAR DEL CULTIVO (encierre en un circulo la característica encontrada)

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1. Cerca a su vivienda | 2. Alejada de la vivienda | 3. Terreno Comunal (aynocas) |
| 4. Propiedad del agricultor | 5. Parcela arrendado | 6. Otros (especificar) |

30. FECHA (DD/MM/AÑO)

Siembra Cosecha.....

31. SUPERFICIE SEMBRADA..... 32. CANTIDAD DE SEMILLA UTILIZADA.....

33. TEXTURA DEL SUELO

- | | | |
|---------------|---------------------------|-------------------|
| 1. Arenoso | 2. Limoso | 3. Arenoso limoso |
| 4. Arena fina | 5. Arena gruesa | 6. Orgánico |
| 7. Franco | 8. otros especificar..... | |

34. METODOS DE CULTIVO

a) TIPO:

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1. Con riego | 2. Sin riego | 3. Fertilización orgánica |
| 4. Fertilización inorgánica | 5. Uso de tracción animal | 6. Cultivo mecanizado |
| 7. Otros | | |

b) LABORES CULTURALES

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------|
| 1. Preparación del suelo | 2. Siembra | 3. Deshierbe |
| 4. Aplicación de agroquímicos | 5. Cosecha | 5. Post cosecha |
| 6. Manejo de la semilla | 7. Otro (especificar) | |

35. CARACTERIZACION (encierre en un circulo la característica encontrada)

A. TIPO DE CRECIMIENTO

- | | |
|------------|-------------|
| 1 Herbáceo | 2 Arbustivo |
|------------|-------------|

B PORTE DE LA PLANTA

- | | | |
|----------|--------------|--------------|
| 1 Erecto | 5 Semierecto | 9 Decumbente |
|----------|--------------|--------------|

C. TALLO

1 Formación del tallo

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 0 Tallo principal no prominente | + Tallo principal prominente |
|---------------------------------|------------------------------|

2 Pubescencia del tallo

- | | |
|----------|--------------|
| 0 Glabro | + Pubescente |
|----------|--------------|

3 Color del tallo

- | | | |
|------------|---------|--------|
| 1 Amarillo | 2 Verde | 3 Gris |
|------------|---------|--------|

4 Intensidad del color

	3 Claro	5 Medio	7 Oscuro
5 Cerosidad del tallo			
	0 Ausente	+ Presente	
6 Espesor del tallo			
7 Ramificación			
	0 No ramificada	+ Ramificada	
8. Ramas primarias			
	Posición de la rama primaria inferior.....		
	Altura de la rama primaria inferior.....		
D. HOJA			
Diámetro máximo de la hoja en milímetros.....			
Forma de los folíolos			
	1 Elíptica	2 Se ensancha hacia el extremo	3 Otras formas
Formas del ápice del foliolo central			
	1 No acuminado	2 Acuminado	
Foliolo Central longitud/anchura.....			
Pubescencia del haz en los folíolos			
	0 Ausente	+ Presente	
Pubescencia del envés en los folíolos			
	0 Ausente	+ Presente	
Número de folíolos por hoja.			
Color de la hoja			
	1 Amarillo	2 Verde	3 Gris
Intensidad del color de las hojas			
	3 Claro	5 Medio	7 Oscuro
Longitud del peciolo.			
Color del peciolo			
	1 Amarillo	2 Verde	3 Gris
Color de las alas de las flores recién abiertas			
	1 Blanco	2 Amarillo	3 Naranja
	4 Rosa	5 Rojo	6 Verde
	7 Azul	8 Violeta	9 Marrón
Color en la quilla de las flores abiertas			
	1 Blanco	2 Amarillo	3 Naranja
	4 Rosa	5 Rojo	6 Verde
	7 Azul	8 Violeta	9 Marrón

10 Blanco violeta

Color de la banda marginal en el estandarte las flores recién abiertas

0 Banda marginal ausente	1 Blanco	2 Amarillo
3 Naranja	4 Rosa	5 Rojo
6 Verde	7 Azul	8 Violeta
9 Marrón	10 Blanco violeta	

Longitud de la inflorescencia principal.....

Longitud de las flores.

E. Vaina

Número de vainas por planta.....

Longitud de la Vaina.

Anchura de la Vaina.....

F. Semilla

Forma de semilla

1 Esférica	2 Aplanada esférica o lenticular	3 Oval
4 Oval aplanada	5 Cuboides	6 Cuboides aplanada
7 Otras		

Anchura de la semilla.....

Lustre de la semilla

1 Mate	2 Brillante
--------	-------------

Color predominante de la semilla

1 Blanco	2 Amarillo	3 Naranja
4 Rosa	5 Rojo	6 Verde
7 Azul	8 Violeta	9 Marrón
10 Blanco –violeta		

Color secundario de la semilla

0 No hay color secundario	1 Blanco	2 Amarillo
3 Naranja	4 Rosa	5 Rojo
6 Verde	7 Azul	8 Violeta
9 Marrón		

G. Plántula

Color de los cotiledones

1 Amarillo

2 Verde

3 Gris

Longitud de los cotiledones.

Color del hipocótilo

1 Amarillo

2 Verde

3 Gris

Longitud del hipocótilo.....

H. Evaluaciones preliminares

Días hasta la primera vaina madura.

Días hasta la maduración total.....

Peso de 100 semillas.....

I. Otras evaluaciones posteriores

Datos agronómicos. También se tomaron los datos agronómicos como son:

- Días hasta la emergencia.....
- Días hasta la primera floración.
- Altura de la planta.
- Altura de la primera vaina.....
- Rendimiento de semillas por planta.

J. Ritmo del crecimiento

1 Muy lento

3 Lento

5 Normal

7 Rápido

9 Muy rápido

K. Tipo inicial del crecimiento

1 En roseta

9 Erecto

L. Latencia de la semilla

0 Ausente

+ Presente

M. Características bromatológicas

Porcentaje de proteínas en los granos = % PROT

Porcentaje de grasa en los granos = % GRASAS

36. MANEJO POSCOSECHA (división de las labores por género)

1. Desgrane / Trilla

2. Segado

3. Selección de semilla.....

37. COMERCIALIZACIÓN

1. Para consumo local

2. Venta como semilla

3. Vendido a comercializadores feria de la comunidad

4. Venta parcial

35. Número de plantas muestreadas.....

39. OBSERVACIONES

Anexo 2. Base de datos de las características agromorfológicas del tarwi

N° de entrada	País	Dpto.	Provincia	Cantón	Localidad	Familias	Altitud	Longitud (O)	Latitud (S)
1	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Félix Arias	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
2	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Ángel Huaqui	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
3	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Maximo Quispe	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
4	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Venancia Coaquira	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
5	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Teodoro Ari	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
6	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Virginia Siñani	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
7	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Agustina Huajlliri	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
8	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Antonio Mamani	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
9	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Norah Origuela	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
10	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Felipe Quispe	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
11	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Martina Coaquira	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
12	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Rosa Tito	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
13	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Juana Maxima Quispe	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
14	Bolivia	La Paz	Camacho	Chaguaya	Cojata pampa	Angelica Origuela	3830	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
15	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Martin Hilari Ticona	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
16	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Cosme Cari Condori	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
17	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Elena Cari Condori Mercedes Cari	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
18	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Condori	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
19	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Mateo Cari Condori	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
20	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Paulino Cari Hilari	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
21	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Luciano Mamani	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
22	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Marcelino Ticona	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
23	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Rene Cari	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
24	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Erminia Maquera	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"
25	Bolivia	La Paz	Camacho	Carabuco	Huajasia	Emilio Ticona	3810	, 68° 55' 30"	15° 34' 58"

BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS DEL TARWI

N° de entrada	Superficie de cultivo en (Ha)	Superficie de cultivo en (m ²)	N° Plantas	Tipo de crecimiento	Porte de la planta	Formación del tallo	Pubescencia del tallo	Color del tallo	Intensidad del color
1	0.155	1550	13950	2	1	+	0	2	3
2	0.025	250	2250	2	1	+	0	2	5
3	0.06	600	5400	2	1	+	0	1	5
4	0.1488	1488	13392	2	1	+	0	2	3
5	0.19	1900	17100	2	1	+	0	2	3
6	0.008	80	720	2	1	+	0	2	3
7	0.3447	3447	31023	2	1	+	0	2	3
8	0.18	1800	16200	2	1	+	0	2	3
9	0.02	200	1800	2	1	+	0	2	5
10	0.02	200	1800	2	1	+	0	2	3
11	0.03	300	2700	2	1	+	0	2	5
12	0.06	600	5400	2	1	+	0	2	5
13	0.01	100	900	2	1	+	0	2	3
14	0.01	100	900	2	1	+	0	2	5
15	0.149	1490	13410	2	1	+	0	2	3
16	0.339	3390	30510	2	1	+	0	2	3
17	0.08696	869.57	7826.13	2	1	+	0	1	3
18	0.108	1080	9720	2	1	+	0	2	3
19	0.30097	3009.7	27087.3	2	1	+	0	2	5
20	0.63893	6389.3	57503.7	2	1	+	0	2	5
21	0.31	3100	27900	2	1	+	0	2	5
22	0.1097	1097	9873	2	1	+	0	1	3
23	0.21	2100	18900	2	1	+	0	2	5
24	0.04	400	3600	2	1	+	0	2	5
25	0.075	750	6750	2	1	+	0	2	3

BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS DEL TARWI

N° de entrada	Cerocidad del tallo	Espesor del tallo en mm	Ramificación	N° Ramas primarias	Diámetro máximo de la hoja en mm	Forma de los foliolos	Forma del ápice del foliolo central	Foliolo central longitud en mm	Foliolo central anchura en mm
1	+	18	+	5	125	1	2	73	21
2	+	15	+	4	117	1	2	63	22
3	+	17	+	5	120	1	2	73	25
4	+	14	+	4	115	1	2	70	20
5	+	17	+	5	123	1	2	70	23
6	+	16	+	5	115	1	2	72	24
7	+	17	+	7	125	1	2	74	23
8	+	19	+	7	143	1	2	74	25
9	+	16	+	6	120	1	2	67	21
10	+	15	+	4	120	1	2	58	20
11	+	16	+	5	115	1	2	62	23
12	+	17	+	6	125	1	2	67	20
13	+	13	+	4	115	1	2	63	19
14	+	14	+	5	115	1	2	58	20
15	+	14	+	5	115	1	2	65	21
16	+	13	+	4	120	1	2	59	21
17	+	16	+	5	120	1	2	57	22
18	+	16	+	5	125	1	2	76	23
19	+	14	+	6	120	1	2	65	23
20	+	17	+	6	135	1	2	68	23
21	+	19	+	7	140	1	2	70	22
22	+	16	+	6	125	1	2	76	21
23	+	16	+	5	120	1	2	61	20
24	+	16	+	5	125	1	2	68	20
25	+	15	+	4	115	1	2	69	23

BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS DEL TARWI

N° de entrada	Pubescencia del haz en los foliolos	Pubescencia del envez en los foliolos	N° de foliolos por hoja	Color de la hoja	Intensidad de color de la hoja	Long. del peciolo en mm	Color del peciolo	Color de la quilla de las flores recién abiertas	Color de alas de flores recién abiertas	Color de banda marginal de estandarte de flores recién abiertas
1	0	+	8	2	5	64	2	8	10	10
2	0	+	8	2	5	60	2	8	10	10
3	0	+	9	2	3	63	2	8	10	10
4	0	+	9	2	3	59	2	8	10	10
5	0	+	8	2	3	65	2	8	10	10
6	0	+	9	2	5	65	2	8	10	10
7	0	+	9	2	5	67.5	2	8	10	10
8	0	+	8	2	5	66.5	2	8	10	10
9	0	+	8	2	3	64.5	2	8	10	10
10	0	+	9	2	5	63.5	2	8	10	10
11	0	+	7	2	3	65	2	8	10	10
12	0	+	8	2	3	65	2	8	10	10
13	0	+	7	2	3	59	2	8	10	10
14	0	+	8	2	5	58	2	8	10	10
15	0	+	8	2	5	60	2	8	10	10
16	0	+	7	2	5	60	2	8	10	10
17	0	+	8	2	3	62.5	2	8	10	10
18	0	+	8	2	3	63.5	2	8	10	10
19	0	+	7	2	5	60.8	2	8	10	10
20	0	+	8	2	5	65	2	8	10	10
21	0	+	9	2	5	65.5	2	8	10	10
22	0	+	9	2	5	63	2	8	10	10
23	0	+	8	2	5	64	2	8	10	10
24	0	+	7	2	7	63.6	2	8	10	10
25	0	+	7	2	5	60	2	8	10	10

BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS DEL TARWI

N° de entrada	Long. de la inflorescencia principal en cm	Long. de las flores en mm	N° de granos por vaina	Ancho de la vaina en mm	Long. de la vaina en mm	Forma de la semilla	Anchura de la semilla en mm	Long. de la semilla en mm	Lustre de la semilla
1	26.5	18	5	16	95	5	11	7	2
2	24	18.6	6	15	95	5	12	8.5	2
3	25	20	5	15.5	98	5	10	6.7	2
4	23	19.5	5	16	100	5	11.5	7.5	2
5	26	18.8	6	15	100	5	10	6.9	2
6	27	18	5	16	95	5	12	10	2
7	27.5	19.8	6	16.5	97	5	11.5	9	2
8	28	21	6	15	100	5	10	8	2
9	24.5	20.5	5	15	90	5	11.5	8.6	2
10	27	20	5	16	97	5	10	8	2
11	25.5	19.8	5	16.5	98	5	11.5	8.8	2
12	26.5	20	6	16	99	5	12	9	2
13	24	18.7	5	15.5	93	5	11.5	9	2
14	23	18.5	6	16	92	5	10	7	2
15	24.8	17.5	6	15	85	5	10.6	8	2
16	24.2	18.5	5	15.6	80	5	9.2	7.5	2
17	23.8	17.5	5	15.5	87	5	10.5	8	2
18	25	18	5	15.5	89	5	19.6	8.1	2
19	24.6	19.5	5	15	90	5	9.5	7	2
20	27	19.5	6	16.6	90.5	5	5.8	5.8	2
21	27.6	20.8	6	16.5	98	5	10	8	2
22	26.8	20.5	5	15	98	5	10.2	7.5	2
23	26	18	6	16	92	5	10.8	8.8	2
24	24	17	6	16	93	5	11.8	9.5	2
25	25	17.6	5	16	95	5	11.5	8.7	2

BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS DEL TARWI

N° de entrada	Color secundario de la semilla	Color predominante de la semilla	Color de los cotiledones	Long. de los cotiledones en mm	Color del hipocotilo	Long. del hipocotilo en mm	Días hasta la emergencia	Días hasta la primera floración	Tipo inicial de crecimiento
1	1	0	1	27.2	2	55	23	115	1
2	1	0	1	25	2	56	21	105	1
3	1	0	1	26.5	2	56.5	22	100	1
4	1	0	1	28	2	54.5	21	95	1
5	1	0	1	27	2	55.5	20	105	1
6	1	0	1	27.5	2	57	20	105	1
7	1	0	1	25.5	2	56	21	99	1
8	1	0	1	26.5	2	54	23	95	1
9	1	0	1	25.5	2	56.4	21	95	1
10	1	0	1	26.5	2	55.5	20	100	1
11	1	0	1	23.8	2	56.5	22	105	1
12	1	0	1	25	2	56.8	23	110	1
13	1	0	1	25.5	2	55.5	23	98	1
14	1	0	1	24.8	2	54	23	106	1
15	1	0	1	26	2	57	21	98	1
16	1	0	1	24.5	2	56.5	21	100	1
17	1	0	1	24.5	2	56.5	20	105	1
18	1	0	1	25	2	56	22	110	1
19	1	0	1	24	2	57	23	100	1
20	1	0	1	26	2	58	23	110	1
21	1	0	1	27	2	58.5	20	105	1
22	1	0	1	25.5	2	56.5	22	95	1
23	1	0	1	24.5	2	54.5	23	97	1
24	1	0	1	26.8	2	56	21	96	1
25	1	0	1	27	2	57.5	24	95	1

BASE DE DATOS DE LAS CARACTERISTICAS AGROMORFOLOGICAS DEL TARWI

N° de entrada	Altura de la planta en cm	Altura de la primera vaina	Rendimiento de semilla por planta	Latencia de la semilla	Días hasta la primera vaina	Días hasta la maduración total	Peso de 100 semilla en gr.	Ritmo de crecimiento
1	130	110	68	0	150	243	22.5	3
2	110	95	55	0	168	230	24	3
3	105	94	67	0	145	246	23.5	3
4	78	65	52	0	130	235	22.5	3
5	60	55	59	0	156	240	21.8	3
6	95	85	58	0	145	255	23	3
7	110	98	69	0	155	243	26.5	3
8	130	116	70	0	145	265	26.8	3
9	110	105	54	0	154	265	24.5	3
10	95	92	60	0	140	246	26.5	3
11	110	98	64	0	156	240	24	3
12	110	97	65	0	150	240	25.5	3
13	75	70	66	0	155	243	26.5	3
14	70	65	50	0	135	235	23.5	3
15	117	95	49	0	105	250	20.4	3
16	85	74	56	0	145	238	22.9	3
17	78	70	51	0	145	235	22.5	3
18	85	78	45	0	150	240	25.5	3
19	80	68	60	0	140	246	26.5	3
20	106	92	68	0	158	240	20.8	3
21	135	105	58	0	150	240	25.5	3
22	110	100	55	0	130	215	22.5	3
23	105	98	64	0	135	235	22.8	3
24	95	89	50	0	155	243	26.5	3
25	85	84	50	0	155	243	26.5	3

Anexo 3. Matriz de correlaciones de pearson (r) entre variables cuantitativas

Variables	Longitud		Número de		Ancho de vaina	Longitud de vaina	Longitud de semilla	Ancho de semilla	Longitud de cotiledon	Longitud de hipocótilo	Días emergencia	Días primera floración	Altura de planta	Altura primera vaina
	Longitud de peciolo	inflorescencia principal	Longitud de flor	granos por vaina										
Longitud de peciolo	1													
Longitud inflorescencia principal	0.813	1												
Longitud de flor	0.405	0.477	1											
Número de granos por vaina	0.254	0.246	0.017	1										
Ancho de vaina	0.279	0.259	-0.008	0.122	1									
Longitud de vaina	0.396	0.435	0.513	0.146	0.187	1								
Longitud de semilla	0.002	-0.178	-0.273	-0.224	-0.113	0.001	1							
Ancho de semilla	0.169	0.040	-0.220	0.009	0.128	0.087	0.475	1						
Longitud de cotiledon	0.125	0.244	0.000	0.018	0.137	0.458	-0.067	-0.020	1					
Longitud de hipocótilo	0.162	0.212	0.059	-0.080	0.186	-0.201	-0.154	0.016	-0.016	1				
Días emergencia	-0.192	-0.024	-0.001	0.005	0.059	0.030	-0.042	-0.176	-0.237	-0.167	1			
Días primera floración	0.203	0.169	-0.146	0.095	0.317	-0.027	0.124	-0.262	-0.102	0.154	0.031	1		
Altura de planta	0.521	0.608	0.404	0.259	0.154	0.214	-0.105	0.103	0.118	0.204	0.062	0.082	1	
Altura primera vaina	0.564	0.616	0.396	0.196	0.134	0.242	-0.055	0.202	0.085	0.119	0.136	-0.021	0.956	1
Rendimiento semilla por planta	0.518	0.597	0.489	0.149	0.255	0.405	-0.431	-0.121	0.003	-0.092	0.290	0.152	0.411	0.420
Días primera vaina madura	0.327	0.109	0.084	0.034	0.232	0.231	0.099	0.164	-0.041	0.160	0.044	0.313	-0.012	0.061
Días maduración total	0.309	0.197	0.141	-0.012	-0.119	-0.039	0.011	0.214	0.246	-0.024	-0.029	-0.155	0.221	0.274
Peso de 100 semillas	0.140	0.123	0.238	-0.060	0.079	0.266	0.320	0.454	-0.058	-0.051	0.186	-0.260	0.031	0.137
Número de folíolos por hoja	0.332	0.428	0.416	0.063	0.124	0.446	-0.019	-0.106	0.446	-0.031	-0.444	0.032	0.287	0.243
Longitud de folíolo central	0.459	0.470	0.262	-0.005	-0.057	0.457	0.295	-0.032	0.512	0.104	0.097	0.006	0.348	0.333
Ancho de folíolo central	0.437	0.392	0.218	-0.040	-0.090	0.196	-0.011	-0.170	0.107	0.267	-0.008	0.100	0.182	0.169
Espesor de tallo	0.840	0.732	0.395	0.342	0.218	0.523	-0.042	-0.056	0.311	0.108	-0.044	0.308	0.630	0.616
Número de ramas primarias	0.691	0.622	0.572	0.412	0.077	0.241	-0.166	-0.066	-0.057	0.212	0.049	0.047	0.543	0.494
Diámetro máximo de hoja	0.630	0.661	0.486	0.430	0.115	0.240	-0.203	-0.247	0.189	0.131	0.043	0.150	0.545	0.490
Superficie cultivada	0.264	0.362	0.185	0.310	0.279	-0.216	-0.488	-0.519	-0.030	0.329	0.098	0.156	0.164	0.044
Número de plantas/ha	0.264	0.362	0.185	0.310	0.279	-0.216	-0.488	-0.519	-0.030	0.329	0.098	0.156	0.164	0.044

MATRIZ DE CORRELACIONES DE PEARSON (r) ENTRE VARIABLES CUANTITATIVAS (continuación)

Variables	Rendimiento semilla por planta	Días primera vainas madura	Días maduración total	Peso de 100 semillas	Número de foliolos por hoja	Longitud de foliolo central	Ancho de foliolo central	Espesor de tallos	Número de ramas primarias	Diámetro máximo de hoja	Superficie cultivada	Número de plantas/ha
Longitud de peciolo												
Longitud inflorescencia principal												
Longitud de flor												
Número de granos por vaina												
Ancho de vaina												
Longitud de vaina												
Longitud de semilla												
Ancho de semilla												
Longitud de cotiledon												
Longitud de hipocótilo												
Días emergencia												
Días primera floración												
Altura de planta												
Altura primera vaina												
Rendimiento semilla por planta	1											
Días primera vaina madura	0.285	1										
Días maduración total	0.215	0.054	1									
Peso de 100 semillas	0.115	0.389	0.292	1								
Número de foliolos por hoja	0.112	-0.257	-0.084	-0.202	1							
Longitud de foliolo central	0.164	0.086	0.121	0.081	0.388	1						
Ancho de foliolo central	0.248	0.243	0.341	0.030	0.144	0.481	1					
Espesor de tallo	0.450	0.307	0.213	0.072	0.389	0.556	0.482	1				
Número de ramas primarias	0.381	0.030	0.245	0.172	0.284	0.458	0.367	0.691	1			
Diámetro máximo de hoja	0.384	0.206	0.169	0.182	0.208	0.433	0.323	0.771	0.736	1		
Superficie cultivada	0.339	0.040	-0.072	-0.244	0.023	0.144	0.231	0.219	0.426	0.541	1	
Número de plantas/ha	0.339	0.040	-0.072	-0.244	0.023	0.144	0.231	0.219	0.426	0.541	1.000	1

Anexo 4. Laboratorio de parámetros nutricionales de grano en seco del ecotipo Carabuco



MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES
 INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD "NESTOR MORALES VILLAZÓN"
INLASA
 LABORATORIO DE NUTRICIÓN Y ANALISIS SENSORIAL



INFORME DE ENSAYO

Página: 1

Nº:	LNS-F-07-8-267-11	Muestra:	TARWI DESHIDRATADO
Nombre del cliente:	Unidad de Vigilancia y Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria		
Dirección del Cliente:	Rafael Zubieta N° 1889	Procedencia de la muestra:	CARABUCO PROV. CAMACHO DPTO. LA PAZ
Condiciones de la Muestra:	En Bolsa de Polipropileno	Cantidad:	480 gr.
Acta de Muestreo:	402967	Tarjeta de muestreo:	48076
Fecha de recepción de la muestra:	01/06/2011	Hora:	08:50
Fecha de muestreo:	31/05/2011	Hora:	10:40
Fecha de realización del ensayo:	Del 02 al 13 Junio del 2011	Hora:	8:30a.m. a 14p.m.
<u>RESULTADO</u>			
PARAMETRO	CONTENIDO POR 100g. DE MUESTRA	UNIDAD	METODO UTILIZADO
Valor energetico	438	Kcal	Cálculos
Proteinas	38.57	g.	AOAC980.52
Grasa	16.56	g.	AOAC935.38
H.de Carbono	33.08	g.	Cálculos
Fibra cruda	5.35	g.	AOAC 850.37
La Paz, 17 de Junio del 2011			
 Dra. Leonor Rojas G. JEFE LABORATORIO DE NUTRICION Y ANALISIS INLASA, P.M. 6/16/11		 Dr. J. Walter Agreda Coca DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO INLASA	

Anexo 5. Fotografías



Foto 1. Tipo de crecimiento arbustivo)



(2 Foto 2. Porte de la planta (1 erecto)

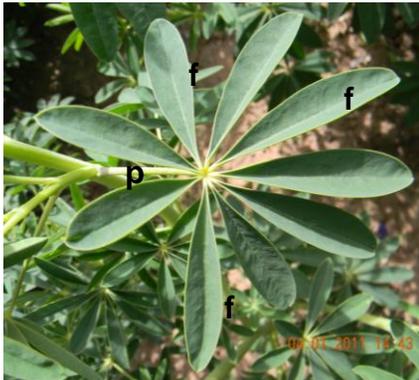


Foto 3. Diámetro de la hoja f:foliolo p:peciolo



Foto 4. Longitud de la inflorescencia principal



Foto 5. Color de las alas de las flores



Foto 6. Color de las alas de las flores



Foto 7. Color del botón floral antes de la floración



Foto 8. Longitud de la vaina



Foto 9. Anchura de la vaina



Foto 10. Forma de semilla (Cuboide)



Foto 11. Longitud y ancho de la semilla



Foto 12. Lustre de la semilla



Foto 13. Numero de granos por vaina



Foto 14. Numero de granos por vaina



Foto 15. Longitud del hipocotilo



Foto 16. Emergiendo el tarwi



Foto 17. Días a la aparición de sus primeras hojas



Foto 18. días hasta la primera floración en la comunidad de Cojata pampa



Foto 19. Inicio de floración en la comunidad de Huajasia



Foto 20. Semilla clasificada seleccionada y fiscalizada