

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Contenido de proteína total del tarwi *Lupinus mutabilis* Sweet en distritos de las
microcuencas del Río Vilcabamba Grau

Presentado por:

Pedro Francisco Barrientos Catalán

Para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

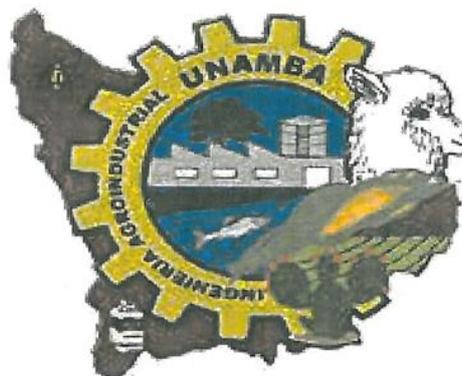
2022



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

**“CONTENIDO DE PROTEINA TOTAL DEL TARWI LUPINUS
MUTABILIS SWEET EN LOS DISTRITOS DE LAS MICROCUENCAS DEL
RIO VILCABAMBA GRAU”**

Presentado por **Pedro Francisco Barrientos Catalán**, para optar el Título de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Sustentado y aprobado el 18 de julio del 2022, ante el jurado evaluador:

Presidente:

Ph.D. Fulgencio Vilcanqui Pérez

Primer Miembro:

M.Sc. Víctor Hugo Sarmiento Casavilca

Segundo Miembro:

Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres

Asesor:

Dr. Juan Silver Barreto Carbajal



Agradecimiento

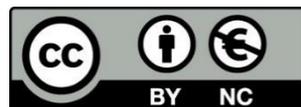
Agradecer A Dios ser divino, a mi padre que desde donde se encuentra siempre está orando guiándome en el camino de la vida y por ser la luz en los momentos oscuros, la esperanza en mis horas bajas y el coraje cuando el miedo me supera



“Contenido de proteína total del tarwi *Lupinus mutabilis* Sweet en los distritos de las microcuencas del Río Vilcabamba Grau”

Línea de investigación: Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la Agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Justificaciones de la investigación	6
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación.....	7
2.1.1 Objetivo general	7
2.1.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la investigación.....	7
2.2.1 Hipótesis general	7
2.2.2 Hipótesis específicas	7
2.3 Operacionalización de variables.....	8
CAPÍTULO III	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes	10
3.2 Marco teórico.....	13
3.2.1 Origen del tarwi.....	13
3.2.2 Taxonomía del tarwi.....	13
3.3 Botánica, manejo agronómico y parientes silvestres	13
3.3.1 Descripción botánica	13
3.3.2 Manejo agronómico del tarwi.....	16
3.3.3 Parientes silvestres	17
3.3.4 Germoplasma	18
3.3.5 Principales características del cultivo y de los granos de lupino.....	18
3.3.6 Contenido de proteínas	19
3.3.7 Métodos para la determinación de proteínas.....	20



3.3.8	Los alcaloides del tarwi	22
3.4	Toxicidad de los alcaloides del tarwi	22
3.5	Métodos de desamargado.....	22
3.6	Desarrollo de variedades dulces.....	23
3.7	Distribución geográfica del tarwi.....	24
3.8	Incremento del cultivo de tarwi	24
3.9	Potencial industrial.....	25
3.10	Aislado proteico del tarwi.....	25
3.11	Extracción de proteínas.....	25
3.12	Marco conceptual.....	26
CAPÍTULO IV		28
METODOLOGÍA.....		28
4.1	Tipo y nivel de investigación	28
4.2	Diseño de la investigación.....	28
4.3	Población y muestra	28
4.4	Procedimiento de la investigación.....	29
4.5	Procedimiento tradicional de desamargado de los granos de tarwi en Grau.....	29
4.6	Procedimiento de la obtención de proteínas por el método Kjeldahl.....	29
4.7	Materiales de la investigación	32
4.8	Plan de tratamiento de datos.....	32
4.9	Técnicas e Instrumentos	32
4.10	Análisis estadístico.....	33
CAPÍTULO V.....		34
RESULTADOS Y DISCUSIONES		34
5.1	Análisis de resultados.....	34
5.1.1	Resultados del análisis del porcentaje de proteínas en dos altitudes	34
5.1.3	Análisis estadístico del contenido de proteínas de granos amargos en dos altitudes.	37
5.1.4	Análisis estadístico de porcentaje de proteínas de granos desamargados en dos altitudes.....	39
5.1.5	Orden de méritos de los distritos por el contenido de proteínas en granos desamargados	40
5.1.6	Comparación de proteínas de tarwi en las cuatro microcuencas de la CRV	41
5.1.7	Prueba de Duncan para proteínas de tarwi en granos amargos de ocho distritos de la Cuenca del Rio Vilcabamba de Grau	45
5.2	Discusión.....	49
CAPÍTULO VI.....		52

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
6.1 Conclusiones	52
6.2 Recomendaciones.....	53
REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXOS	60



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de las variables.....	9
Tabla 2 — Composición química de la semilla del tarwi	10
Tabla 3 — Composición proximal de 4 principales especies de lupino porcentaje en (base seca).....	19
Tabla 4 — Perfil de aminoácidos de la proteína de <i>Lupinus mutabilis</i> (gramos de aminoácido).....	19
Tabla 6 — Producción de tarwi en el Perú 2013 al 2017	24
Tabla 7 — Altitudes de predios y porcentaje promedio de proteínas en granos amargos y desamargados en los distritos de la microcuenca Vilcabamba Grau.....	35
Tabla 8 — Orden de méritos de distritos y proteínas en granos amargos de tarwi en altitud alta.....	36
Tabla 9 — Orden de méritos de distritos y proteínas en granos amargos de tarwi en la altitud media.....	36
Tabla 10 — Promedios de % de proteína de granos amargos de tarwi de dos altitudes de los distritos	37
Tabla 11 — ANVA para proteínas de granos amargos de tarwi en dos altitudes.....	38
Tabla 12 — Promedio de % de proteínas de granos desamargados de dos altitudes	39
Tabla 13 — ANVA de proteínas de granos desamargados de tarwi	40
Tabla 14 — Orden de méritos del contenido de proteínas de granos desamargados de la zona alta.....	41
Tabla 15 — Orden de méritos del contenido de proteínas de granos desamargados de la altitud media.....	41
Tabla 16 — Comparación de promedios de porcentajes de proteínas de las cuatro microcuencas	42
Tabla 17 — Prueba de Rho de Spearman para altitudes Alta y Media, promedios ordenados	42
Tabla 18 — Comparaciones de promedios en altitud media de granos amargos y desamargados (Rho de Spearman).....	43
Tabla 19 — Comparaciones de promedios en altitud alta de granos amargos y desamargados (Rho de Spearman).....	44
Tabla 20 — Diferencia del porcentaje de proteínas totales en granos amargos y desamargados por altitudes y distritos.....	45



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Flujograma de digestión: Equipo digestor Kjeldahl labconco	30
Figura 2 — Flujograma de destilación: Destilador labconco	31
Figura 3 — Representación gráfica del promedio de proteínas de tarwi en granos amargos en dos altitudes	37
Figura 4 — Desviación estándar del promedio de porcentaje de proteínas de tarwi en granos amargos en dos altitudes	38
Figura 5 — Representación gráfica de los promedios porcentuales de proteínas en granos desamargados de dos altitudes.	39
Figura 6 — Desviación estándar del promedio de porcentaje de proteínas de tarwi en granos desamargados en dos altitudes	40

INTRODUCCIÓN

Perú fue cuna de tantas civilizaciones prehispánicas, se tiene un gran legado de muchas especies alimenticias con altos valores nutritivos; las poblaciones de las generaciones actuales de consumidores y productores, desconocemos las bondades de especies muy importantes, el contenido de proteínas, vitaminas y minerales que el organismo requiere, no son valorados. Es el caso de los lupinos y otras menestras que se producen para consumo familiar sin mayor apoyo técnico de las instituciones estatales y privadas. El *Lupinus mutabilis* Sweet, conocido como tarwi, con este nombre en la sierra sur y en la sierra norte se identifica como chocho. Los lupinos en Europa son conocidos como altramuza.

Referente a la producción de tarwi, en el Perú, Breña D. (2018) con los datos de la FAO (2013) sostiene que la producción de tarwi *Lupinus mutabilis* S en el Perú del año 2000 al año 2011 el área de producción es de 8 000 a 9 000 hectáreas con producción anual de 9 000 toneladas anuales y una utilidad de 1 tonelada por hectárea. La región Apurímac es productor del tarwi, en la provincia Grau, los agricultores trabajan extensiones pequeñas con fines de alimentación familiar y algunos excedentes llegan a los mercados de las capitales de la provincia y de la región.

Para el presente trabajo, el problema de investigación tuvo por objetivos determinar el contenido de proteínas del *Lupinus mutabilis* de granos (enteros) amargos y desamargados, con muestras obtenidas de dos altitudes en ocho distritos de la Cuenca del Río Vilcabamba CRV.

RESUMEN

Las civilizaciones prehispánicas, han legado tantas especies alimenticias con altos valores nutricionales, uno de ellos es el tarwi, *Lupinus mutabilis* Sweet, se consume en todo el Perú, igualmente en Bolivia y Ecuador. Los productores y consumidores desconocen los valores proteicos de esta especie; en Grau, se cultiva desde los 3,200 a más de 3,800 m.s.n.m. Los productores de esta parte del país, básicamente trabajan para abastecer la demanda familiar, pocos excedentes llegan a los mercados regionales y nacionales. El objetivo planteado fue determinar las proteínas del tarwi en los distritos Huayllati, Progreso, Micaela Bastidas, San Antonio, Turpay, Santa Rosa, Curpahuasi y Mariscal Gamarra, que conforman la microcuenca del Río Vilcabamba de Grau. Se analizó muestras procedentes de altitudes media (3,291 m.s.n.m. promedio) y alta altitud (3,609 m.s.n.m. promedio), en granos amargos y desamargados con tecnología tradicional. La metodología empleada en la investigación fue hipotético deductivo, no experimental. Los resultados para la altitud alta, en granos amargos las proteínas promediaron 30.136 % y en altitudes media y 46.52%. pero en granos desamargados, a su vez en altitudes media en granos amargos el promedió fue 27.20 % y en granos desamargados, 46.505 %. El análisis estadístico de ANVA determinó que no hay diferencia significativa entre el contenido de proteínas de las muestras a diferentes altitudes.

Los pobladores de los distritos de la microcuenca estudiada, tienen un gran recurso alimenticio proteico.

Palabras clave: altitudes; granos amargos; desamargados; tarwi; proteínas.

ABSTRACT

Pre-Hispanic civilizations have bequeathed us so many food species with high nutritional values, one of them is the tarwi, *Lupinus mutabilis* Sweet, which is consumed throughout Peru, as well as in Bolivia and Ecuador. Producers and consumers are unaware of the protein values of this species; in Grau, it is cultivated from 3,200 to more than 3,800 meters above sea level. Producers in this part of the country basically work to supply family demand; few surpluses reach regional and national markets. The objective was to determine tarwi proteins in the Huayllati, Progreso, Micaela Bastidas, San Antonio, Turpay, Santa Rosa, Curpahuasi and Mariscal Gamarra districts, which make up the Vilcabamba River Basin in Grau. Samples from medium altitude (3,291 m.a.s.l. average) and high altitude (3,609 m.a.s.l. average) were analyzed in bitter and unbittered grains with traditional technology. The methodology used in the research was hypothetical deductive, not experimental. The results for the high altitude, in bitter grains the proteins averaged 30.136 % and in medium altitudes and 46.52%, but in unbittered grains, in turn in medium altitudes in bitter grains the average was 27.20 % and in unbittered grains, 46.505 %. Statistical analysis established the correlation that altitude favors higher protein content. The inhabitants of the districts of the studied basin have a great protein food resource.

Keywords: altitudes; bitter grains; debittered; tarwi; proteins.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

Los granos sudamericanos de tarwi son redondos mayormente de color blanco y algunos con manchas negras en el hilio. En Apurímac, casi todas las comunidades cultivan mayormente las variedades de grano amargo de forma redonda de color blanco. En la provincia Grau, se cultiva tarwi de granos blancos y amargos. Los productores emplean el tarwi, como cultivo de rotación, siembran generalmente en dos altitudes debido al número de meses que requieren el ciclo del cultivo, en la zona baja, junto a los cultivos de maíz algo de seis meses, en la zona alta junto a las parcelas de cebada y tubérculos menores, más de siete meses. Los comercializadores de tarwi para consumo, en la provincia de Abancay, siguen realizando el desamargado, colocando los granos enteros cocidos en bolsas de yute que sumergen en corrientes de agua de riego o riachuelos por tres a cinco días y ofrecen en los mercados locales de la ciudad de Abancay como granos cocidos enteros y molidos húmedos. La cocción es la etapa fundamental por lo que permeabiliza la pared celular y los tejidos para la liberación de los alcaloides, al liberar los alcaloides presentes en los granos de tarwi se coagulan las proteínas disminuyendo las pérdidas en la etapa de desamargado, consiguientemente hay ganancia de proteínas lo cual es corroborado por (Suca y Suca, 2015; Meneses *et al.*, 1996) además, no se puede guardar a la intemperie por varios días, debido a que inicia la fermentación y descomposición de los granos. El tarwi, contienen proteínas que superan a las carnes, este alimento es consumido por las poblaciones urbanas y rurales de la sierra peruana. Un tema preocupante es que los productores, consumidores y las amas de casa desconocen el valor proteico de los granos de tarwi, uno de los potajes favoritos es una especie de puré de tarwi que acompaña con papas.

Por otro lado, las microcuencas, son áreas geográficas surcados por un río o riachuelos, consiguientemente las condiciones climáticas y agroecológicas no son uniformes, debido a los orígenes geológicos y al manejo de los cultivos y crianzas. En cada microcuenca, existen cultivos mayoritarios como maíz amiláceo, papa, oca, olluco, mashua o ñu, leguminosas como el tarwi y otros cereales. Los agricultores utilizan anualmente sus parcelas de cultivo con diferencias altitudinales y de suelos, con la intención de hacer frente a las variaciones climáticas y a los posibles problemas fitosanitarios de cada cultivo. Estas condiciones altitudinales, climáticas y de suelos, probablemente influyan en la calidad de las cosechas,

consiguientemente en el porcentaje de las proteínas. La Cuenca del Río Vilcabamba, alberga varios distritos y microcuencas con diferencias notorias que se observó en la obtención de muestras y en la presentación de los productos agrícolas en las diversas ferias locales de cada distrito. Estas condiciones dieron origen a esta investigación, determinar el contenido de proteínas del tarwi en cada distrito de las microcuencas a diversas alturas.

1.2 Enunciado del problema

Los pobladores de los distritos en estudio, cultivan y seguirán produciendo tarwi *Lupinus mutabilis* Sweet, en parcelas pequeñas ubicadas a diferentes alturas, por lo que, se propuso, determinar los contenidos proteicos del tarwi amargo, procedentes de dos altitudes de los distritos principales de las microcuencas productoras de tarwi de la Cuenca del Río Vilcabamba CRV. Las microcuencas principales son: Huayllati con Progreso, Micaela Bastidas con San Antonio, Turpay con Santa Rosa y Curpahuasi con Mariscal Gamarra. Todos los agricultores tienen las mismas costumbres vivenciales y técnicas agropecuarias.

Parzanese M. (s/f) considera que las legumbres aumentan la biodisponibilidad de sus nutrientes depende de la variedad, la temporada de cosecha y de la localización del cultivo. Es decir que los suelos y la altitud referente al nivel del mar, influyen la biodisponibilidad de los nutrientes en los alimentos.

1.2.1 Problema general

¿Cuáles son los contenidos de proteínas del tarwi *Lupinus mutabilis* Sweet en granos amargos y desamargados de altitudes media y alta de los distritos de las cuatro microcuencas del río Vilcabamba Grau?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los contenidos de proteínas de *Lupinus mutabilis* S. en granos amargos y desamargados de las altitudes media y alta de las cuatro microcuencas del Río Vilcabamba Grau?
- ¿Cuáles son los contenidos de proteínas de *Lupinus mutabilis* S. en granos amargos y desamargados de los ocho distritos de las cuatro microcuencas del Río Vilcabamba Grau?
- ¿Cuáles la diferencia del contenido de proteínas de *Lupinus mutabilis* S. en granos amargos y desamargados de los distritos de cuatro microcuencas del Río Vilcabamba Grau?

1.3 Justificaciones de la investigación

La presente investigación es importante y desde el punto de vista **económico**, los costos de los trabajos en el laboratorio, son aportes significativos de la UNAMBA el resto de los costos la materia prima e insumos hasta la publicación final son aportes del tesista.

Esta investigación no ocasionó mayores inversiones, está justificada económicamente.

En la justificación **social**, los resultados de la investigación, indudablemente beneficiarán a los pobladores del país consumidores de tarwi, especialmente a las familias de bajos recursos, asimismo, favorecerá a los productores de tarwi de los distritos de la microcuenca del río Vilcabamba, con las capacitaciones posteriores, serán informados en cada distrito.

Referente al aspecto **tecnológico**, los procesos de laboratorio son de conocimiento del tesista y la Universidad, cuenta con equipos adecuados para este trabajo de investigación, se tuvo el apoyo de los docentes.

Finalmente, el procesamiento del análisis de proteínas, no produjo sustancias tóxicas que afecten al medio ambiente, los subproductos fueron manejados convenientemente.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Determinar los contenidos de proteínas totales del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.), en granos amargos y desamargados de altitudes media y alta de las cuatro microcuencas del Río Vilcabamba Grau.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar los contenidos de proteínas del tarwi (*Lupinus mutabilis* S.), de granos amargos y desamargados de los distritos de las cuatro microcuencas del río Vilcabamba Grau.
- Determinar los contenidos de proteínas del tarwi (*Lupinus mutabilis* S.), de granos amargos y desamargados en las altitudes media y alta de las cuatro microcuencas del río Vilcabamba Grau.
- Comparar el porcentaje de proteínas de *Lupinus mutabilis* S. en granos amargos y desamargados de los distritos de cuatro microcuencas del Río Vilcabamba Grau.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

Existen diferencias en el contenido de proteínas totales del tarwi (*Lupinus mutabilis* S.) debidas al estado de los granos amargos y desamargados de las altitudes media y alta de las cuatro microcuencas del Río Vilcabamba - Grau.

2.2.2 Hipótesis específicas

- Las diferencias del contenido de proteínas totales se deben al estado de granos amargos y desamargados de tarwi *Lupinus mutabilis* S. de los distritos de la microcuenca del Río Vilcabamba – Grau.

- Existen diferencias del contenido de proteínas del tarwi *Lupinus mutabilis* S., en las altitudes media y alta de los distritos de la microcuenca del Río Vilcabamba - Grau.
- Comparar el porcentaje de proteínas de *Lupinus mutabilis* S. en granos amargos y desamargados de los distritos de cuatro microcuencas del Río Vilcabamba Grau
- Los granos amargos y desamargados de *Lupinus mutabilis* S. procedentes de dos altitudes de ocho distritos de la Cuenca del Río Vilcabamba Grau, tienen diferentes porcentajes de proteínas totales

2.3 Operacionalización de variables

Para la operacionalización de variables, es preciso definir y especificar cada una de las variables, para esta investigación, se tienen las siguientes definiciones:

Variables independientes

Ocho distritos, Cuatro microcuencas: Huayllati – Progreso
: Micaela Bastidas – San Antonio
:Turpay- Santa Rosa
:Curpahuasi – Mariscal Gamarra.
Procedencia del tarwi : Dos altitudes media y alta (m.s.n.m.)
Estado de granos : Amargo entero y desamargado

Variables dependientes : % de proteínas totales

En la operacionalización de variables, las dimensiones, indicadores e índices se planteó para cada variable.

Tabla 1 — Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE/ESCALA
Independientes: Distritos	Ubicación de los predios en ocho distritos	Huayllati- Progreso Curasco-Micela Bastidas Turpay-Santa Rosa Curpahuasi-Mrcal Gamarra	Predios con producción de tarwi
Piso altitudinal	Media Alta	3,200 m.s.n.m. aprox. 3,800 m.s.n.m. aprox.	Determinado con altímetro en cada Chacras
Estado de los granos	Amargos y Desamargados	Grano entero Granos desamargados	Método tradicional de desamargado
Dependientes Contenido de proteínas	Muestras por distrito y por altitudes	Porcentaje de proteínas totales	Uso del Método y escala Kjeldahl



CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

a) El cultivo del tarwi y contenido de proteínas

La FAO en el Manual Técnico de Producción Orgánica de Cultivos Andinos (s/f) referente al tarwi, sostiene que la siembra lo realizan en campos de cultivo que siguen a los cereales, en la cultura andina lo siembran como cerco de campos de maíz y papa o de cultivos asociados como son los cultivos tales como: maíz- fréjol, haba-quínu; por lo que cumple un factor importante de defensa física y repelente para así evitar que los animales entren al campo de cultivo o que los insectos ataquen a los cultivos.

Kendall A. y Rodríguez A. (s/f) sostienen que el piso ecológico suni (zona media, templada), con 3,300 -3,700/3,900 m.s.n.m. de altitud, son favorables para el *tarwi* (*Lupinus mutabilis*) y para la quinua (*Chenopodium quinoa*) y diferentes tipos de frijoles. El manejo de las altitudes corresponde a una bien organizada economía vertical, desde la puna hasta el más bajo del piso quechua. Este manejo de pisos ecológicos sirvió y sirve para enfrentar las dificultades climáticas en atención a la seguridad alimentaria de los pobladores de la microcuenca.

De la Cruz (2018) cita a Plata (2016) y aluden que las semillas de tarwi son considerablemente nutritivas. En la tabla que continúa se presenta los nutrientes.

Tabla 2 — Composición química de la semilla del tarwi

Composición química	Desamargado	Amargado
Humedad %	73.63	9.90
Proteína %	51.07	41.20
Cenizas %	2.38	3,98
Grasa %	20.44	17.54
Fibra %	7.35	6.24
Calorías g	5839.00	-.-
Carbohidratos % ELN*	18.75	30,88
Materia seca %	26,37	90.10
Alcaloides %	0,08	3,11

Fuente: Mujica et al (2002), Villacrés et al (1998), citado por Zavaleta, Amparo Iris (comp.) p., 33 *ELN: extracto libre de nitrógeno



En tabla 2, se observa que los granos amargos contienen 41.2% de proteína, pero el grano desamargado, contiene 51.07 %, hay un incremento superior al 20% de sus valores mencionados.

Las proteínas y aceites que tiene componen más de la mitad de su peso, y las investigaciones realizadas en más de 300 diferentes genotipos manifiestan que la proteína va desde 41 a 51% y el aceite de 14 a 24%. En función a los análisis bromatológicos, tiene en promedio 35.5% de proteína, 16.9% de aceites, 7.65% de fibra cruda, 4.145% de cenizas y 35.77% de carbohidratos. Como se aprecia, hay datos diferentes en cuanto al contenido de proteínas.

Castañeda Castañeda B. *et al* (2018) hicieron el desamargado del tarwi, en la estación experimental “El Mantaro” UNCP-Huancayo, con la cocción y después lavado en agua cambiando cada 6 horas durante 7 días. después fue secado a 37 °C.

Güenes-Vera *et al.*, (2004) considera referente al valor de proteínas tiene de 30-40 %, también se aduce un nivel de lisina (7.3 %) pero no tiene aminoácidos sulfurados como la metionina y cisteína que son fundamentales para la síntesis de queratina.

Suca A. G. R y Suca A., C. A. (2015) caracterizan que los aminoácidos limitantes del tarwi son los aminoácidos azufrados su indagación fue de una decena de leguminosas como es la (soya, tarwi, arvejas, frijol y haba) y se llegó a la concluir que las leguminosas tienen como aminoácidos deficientes a la metionina. Por lo general, las leguminosas son limitantes en aminoácidos azufrados. Sin embargo, las semillas del tarwi son ricas en lisina y cisteína en contraste de sus similares especies de *Lupinus*. Las semillas de tarwi tienen dos tipos de proteínas de reserva: las globulinas, que compone a más del 80% del total de proteínas y albúminas, que se diferencian por su solubilidad y tamaño.

b) Cuenca del Rio Vilcabamba Grau CRV

Está conformada por las microcuencas que se extienden en ambos márgenes del río Vilcabamba que inicia en las alturas de Totorá Oropesa (Provincia Antabamba), río abajo, pasa por las colindancias de los distritos de Mamara, San Antonio, Micaela Bastidas, Curasco, Progreso, Huayllati de la Provincia de Grau, continúa con el distrito

de Coyllurqui de la Provincia de Cotabambas, por otra rivera, río arriba, están parte del distrito de Curahuasi, (Provincia de Abancay), sigue Mariscal Gamarra, Curpahuasi, Vilcabamba, Santa Rosa, Turpay, Virundo, Pataypampa. El río Vilcabamba recibe varios ríos y riachuelos tributarios de las microcuencas de cada distrito y se une al río Santo Tomas, a su vez es tributario del río Apurímac.

Las altitudes promedian de 2,150 m.s.n.m en la unión con el río Santo Tomas, y en la parte alta de Totorá Oropesa, llega a los 4,960 m.s.n.m. En este recorrido, encontramos poblaciones de agricultores diseminados en las comunidades, capitales de distritos, cuyos pobladores, realizan actividades con producción mixta; desarrollan actividades de cultivos, ganadería, plantaciones de frutales, hortalizas en pequeña escala, principalmente para autoconsumo familiar y muy pocas veces para el mercado. Los cultivos principales con riego y en secano, son el maíz amiláceo, las papas, legumbres como frijoles, habas, tarwi en pequeñas extensiones.

Todos los distritos y comunidades campesinas tienen conexiones con trochas carrozables, que facilitan los transportes interprovinciales e interdistritales.

El clima en la cuenca del río Vilcabamba Grau es templado y frío, con las estaciones lluviosas anormales en las últimas décadas. La topografía como en toda la sierra es accidentada, sin embargo, están asentadas poblaciones urbano rurales con actividades básicas de agricultura, ganadería, comercio, últimamente se viene desarrollando actividades mineras artesanales.

Como en todas las comunidades y distritos, existen problemas de desnutrición en niños menores de 5 años especialmente.

La Oficina de Comunicaciones del Gobierno Regional de Apurímac, según anuncia el Ministerio de Salud (Minsa 2018) consideran que, debido al trabajo organizado el Gobierno Regional de Apurímac y la Dirección Regional de Salud (DIRESA), el porcentaje de anemia en la población infantil de Apurímac bajó de 68.2 a 53.2 % en los primeros meses del año 2019, precisó que el Ministerio de Salud, el Gobierno Regional y la DIRESA de Apurímac seguirán fortaleciendo el trabajo articulado para disminuir el porcentaje de anemia hasta que llegue solo al 33.2 % de niños en 2021.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Origen del tarwi

Breña D. (2018) cita a Ortega *et al* (2010) quienes puntúan que el género *Lupinus*, se encuentran presentes en los continentes americanos y europeos. El tarwi tiene más de 300 especies dentro de ellos el *Lupinus mutabilis* Sweet, es de origen sudamericano de los Andes de Perú, Bolivia y Ecuador, conocidos como tarwis o chochos y sus parientes silvestres. Se precisa que los agricultores pre incas domesticaron el tarwi hace más de 1500 años según descubrimientos en cerámicas y tejidos en la cultura Nazca (100-500 a. C).

3.2.2 Taxonomía del tarwi

La clasificación taxonómica según Camarena, *et al.* (2012) es:

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógama
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Tribu	: Genisteae
Género	: <i>Lupinus</i>
Especie	: <i>Lupinus mutabilis</i> Sweet

3.3 Botánica, manejo agronómico y parientes silvestres

3.3.1 Descripción botánica

Zavaleta A. Iris (2018) citó a Mujica Sánchez A., a Moscoso Mujica G.(2018), referente a la planta de tarwi, caracterizaron las estructuras de la planta en lo siguiente:

a) **Raíz**

El tarwi tiene una raíz pivotante, vigorosa que puede crecer hasta 45-50 cm de profundidad (Blanco, 1982). Donde se realiza un proceso de simbiosis

con bacterias nitrificantes del género *Rhizobium lupini*, creando nódulos de variados tamaños (1 a 3 cm). Mujica (1977)

Suca A. G. R y Suca A. C.A (2015), aluden las ventajas del tarwi por su adaptación a diferentes altitudes; en zonas donde otros cultivos sembrados no tendrían resultados positivos. En la actualidad, el tarwi se siembra en terrenos situados desde los 1500 a 3800 m.s.n.m. Del mismo modo los investigadores indican que pueden fijar nitrógeno atmosférico en cantidades de 100 kg/ha y puede fijar nitrógeno hasta 400 kg/ha, el nitrógeno que fija persiste en el suelo y está aprovechable para otros cultivos, el tarwi, llega a ser muy significativo para la rotación de cultivos, particularmente en suelos pobres de nitrógeno.

b) Hoja

La hoja del tarwi tiene forma digitada, generalmente formada por ocho folíolos que pasan de ovalados a lanceolados. En la base del pecíolo se encuentran pequeñas hojas estipulas. A diferencia de otros tipos de *Lupinus*, las hojas del tarwi tienen menos vellosidades, además, pueden variar de color dependiendo del contenido de antocianina (Cerrate y Camarena, 1981).

c) Tallo

Tapia (1997), señala que la altura de la planta está fija por el eje principal que varía entre 0,5 a 2,0 m. El tallo del tarwi es leñoso, con alto contenido de fibra y celulosa, por lo cual es utilizado como material de combustión; Su color va entre verde oscuro y castaño, en las especies silvestres es rojizo a morado oscuro. La cantidad de ramas va desde unas cuantas ramas hasta llegar a 52 ramas.

d) Ramificaciones

Dependiendo al tipo de ramificación, la planta puede tener eje central predominante con ramas desde el centro de la planta, o extenderse desde la base de la planta con inflorescencia a la misma altura (Blanco, 1982).

e) Inflorescencia

Tiene inflorescencia terminal de flores organizadas en forma ascendente. La longitud del eje es más notable y disminuye continuamente en las de más ramificaciones, no obstante, las ramificaciones secundarias y terciarias pueden superar en tamaño depende de la variedad y las circunstancias de desarrollo. Este tipo de mejora se nomina simpodial. En una inflorescencia puede situarse hasta más de 60 flores (Cerrate y Camarena, 1981).

f) Flor

Cada flor va desde 1,2 cm, presenta corola con cinco pétalos, uno para el estandarte, dos para la quilla y dos para las alas. La quilla envuelve al pistilo y a los diez estambres (Tapia, 1997). La tonalidad de la flor cambia desde el inicio de su desarrollo hasta la madurez, comenzando de un azul claro hasta un azul excepcionalmente intenso, a partir de allí se le denomina por su nombre científico *Lupinus mutabilis*, esto es, por lo que cambia (Cerrate y Camarena, 1981).

g) Fruto

Es una legumbre pubescente de color verde oscuro cuando es tierno, y de color pajizo cuando es maduro. La forma de la vaina es elíptica y oblonga, de 6 a 12 cm de largo por 1,5 a 2,3 cm de ancho; puede tener de 1 a 8 semillas Blanco, 1982).

h) Semilla

Las semillas de tarwi se encuentran dentro de una vaina de 5 a 12 cm, tienen forma redonda u ovalada y miden de 0,5 a 1,5 cm. Un kilogramo contiene 3500 a 5000 semillas. El tamaño depende del estado del cultivo como de la variedad (Tapia, 1997). La semilla está recubierta por un tegumento endurecido que logra constituir hasta el 10% de su peso total; en ella se hallan los alcaloides que le dan el sabor amargo. La tonalidad del grano es entre blanco, amarillo, gris, ocre, pardo, castaño, marrón y colores mezclados como jaspeados, marmoleado, media luna, ceja y salpicado.

3.3.2 Manejo agronómico del tarwi

Pillaca P. O., y Quispe R. M. (2018), esquematizaron las principales actividades agronómicas que se sugieren:

a) Preparación del suelo

Zavaleta A. Iris (2018) cita a Blanco (1977) y Mujica (1977) expresan que para el mejor crecimiento y desarrollo del tarwi deben de cultivarse en suelos francos a franco arenosos, y no es posible cultivar en terrenos arcillosos y limosos que presenten mal drenaje. Caicedo y Peralta (2001) refiere que las labores culturales se pueden realizar con tractor yunta o manualmente.

b) Siembra

Tapia M. E (2015) señala que la siembra del tarwi se realiza en épocas de secano en terrenos pequeños y muchas veces alejado. El tipo de siembra es recomendable que se realice en surcos o en golpes. Los mejores rendimientos se obtienen con la siembra en surcos donde se realiza la siembra de 60 a 80 kg/ha de semilla, los cultivos a mayor latitud y en zonas más altas, como el altiplano peruano-boliviano, son más precoz Jacobsen y Mujica, (2006)

c) Deshierbo y aporque

Zavala A. Iris (2018) cita a Caicedo y Peralta (2001) quienes recomiendan el primer deshierbo se debe realizarse después de los treinta días después de la siembra, y el aporque a los sesenta días que sirve con el segundo deshierbo. Con estas labores se dan aireación a las raíces de la planta, para así favorecen el crecimiento y evitan el encharcamiento del agua.

El fin del deshierbo es evitar que la planta compita con malezas, las malezas presentes en el campo de cultivo quitan los nutrientes del suelo y la luz solar y posiblemente se tenga incidencias de las plagas y enfermedades que afectan a la planta.

El aporque se debe realizarse cuando la planta alcance a los 30 cm de altura. Al remover el suelo se debe formar surcos y así aumentar la aireación del suelo,

mejorar la retención e infiltración del agua, favorecer la formación de nuevas raíces.

d) Cosecha

Tapia M. E. (2015), considera que al igual que las Fabaceas, cuando hayan completado su ciclo vegetativo se procede a la siega de no ser así se colocan para secar, una vez secado se pasa a trillar y al venteo y selección de la semilla para luego almacenar en un ambiente seco y limpio.

e) Rendimiento

Zavaleta A. Iris (2018) afirma que el rendimiento de los sembríos de tarwi alcanzan 3,500-5,000 kg/ha, cuando se haya cultivado apropiadamente.

f) Postcosecha

Zavaleta A. Iris (2018) referente a la trilla, se recomiendan las siguientes prácticas de manejo postcosecha,

Secado del grano. Se debe exponer el grano al sol durante tres a cinco días. La humedad del grano para su comercialización es de 13% o menos.

Clasificado y limpieza del grano. Se realiza con el fin de eliminar los granos partidos y estos de cosecha y así tener granos de buena calidad.

g) Almacenamiento

Manejar en lugares con adecuada ventilación y libre de insectos. Se recomienda implementar las tarimas para que el envase del tarwi no esté en contacto con el suelo y a si facilitar la manipulación de los granos de tarwi.

3.3.3 Parientes silvestres

Mujica et al (2001) menciona los parientes silvestres del tarwi quienes muestran variabilidades situadas en diferentes altitudes, suelos y climas éstas son las especies:

- *Lupinus cuzcensis*

- *L. tomentosus*
- *L. microphyllus*
- *L. paniculatus*
- *L. aridulus*
- *L. ananeanus*
- *L. condensiflorus*
- *L. chlorolepis*
- *L. tarapacensis*
- *L. subferuquinous*
- *L. dorae*

Estas especies son silvestres, se les llama kera, kelas o jilas, se utilizan en la medicina tradicional (Chambi *et al.*, 1997).

3.3.4 Germoplasma

Mujica, (1990) indica que la mayor colección de germoplasma de tarwi se tiene en el CICA-CUSCO (Centro de Investigaciones de Cultivos Andinos), de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú, conservan 1209 accesiones de germoplasma de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet), También se han generado nuevas variedades, como la denominada Andenes-80.

Tapia M. (2015) informa que el germoplasma de las colecciones de *Lupinus mutabilis* se a recolectado proveniente de los valles interandinos, sobre todo en Pasto, Colombia Tulcán, Riobamba, Loja y Cuenca en Ecuador; Cajamarca, Chota, Huancayo, Cusco, Huaraz, y Yunguyo en Puno, considerados como los principales centros de cultivo y diversidad entre los 2,500 y 3,200 m.s.n.m.

3.3.5 Principales características del cultivo y de los granos de lupino

Quispe S. (2015, p. 17), en el Perú se tiene más de 3,000 genotipos de la especie *Lupinus mutabilis* Sweet, valor superior en todo el mundo. su hábitat común es zonas elevadas (2500 a 3800 msnm) (Blanco, 1974). El *L. mutabilis* Sweet en Perú es conocido bajo dos nombres, chocho por el norte (Cajamarca) y tarwi por centro y sur (Huaraz, Huancayo, Huánuco, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno), la diferencia entre ambos reside en que el chocho es una planta anual y bianual y el tarwi solo anual (Cowlin *et al.*, 1998). El *L. mutabilis* Sweet contiene elevado contenido de proteína, pero también se conoce su factor limitante, su elevado contenido de alcaloides (Muzquiz *et al.*, 2011).

3.3.6 Contenido de proteínas

Referente al contenido de proteínas, Breña D. (2018), concluye que el tarwi es un alimento con alto porcentaje de proteína y supera a la soya, por su contenido de lisina que es un aminoácido esencial que ayuda en la absorción de calcio y la formación de los tejidos musculares. (Porrás *et al.* 2013). Además, contiene leucina que es un aminoácido esencial que es apropiado el consumo de estas proteínas para los niños en la etapa de crecimiento y desarrollo, des mismo modo para mujeres embarazadas y lactante, al combinar con ciertos cereales se tiene aminoácidos con proteínas comparables de origen animal como es la leche, el queso, la carne y el huevo (Laurente, 2016).

Tabla 3 — Composición proximal de 4 principales especies de lupino porcentaje en (base seca)

Especies	Proteína cruda	Extracto etéreo	Fibra cruda	Ceniza	ELN
<i>Lupinus albus</i>	36.7	11.5	9.8	3.4	37.8
<i>Lupinus angustifolius</i>	31.1	6.0	14.7	3.5	43.1
<i>Lupinus luteus</i>	41.8	5.4	15.8	4.1	35-0
<i>Lupinus mutabilis</i>	42.6	18.7	7.3	3.7	27.3

Extraído de: Gross citado por Arauco (2011)

En la tabla N.º 03, Breña (2018) citando a Gross (1982), de las cuatro especies, *Lupinus mutabilis* ingresa el primer lugar, asimismo indica que las globulinas y albúminas, se encuentran en los lupinos, son importantes porque participan en procesos biológicos principalmente transporte, protección y reserva de los tejidos del organismo del hombre.

Tabla 4 — Perfil de aminoácidos de la proteína de *Lupinus mutabilis* (gramos de aminoácido)

Nombre del aminoácido	Semillas cocidas y desamargadas	Semillas crudas de tarwi	Proteína de referencia FAO
Isoleucina	5.3	4.8	4.0
Leucina	7.9	7.0	7.0
Lisina	5.6	5.9	5.5
Metionina	0.5	0.4	2.0
Cisteina	1.4	1.2	-
Fenilalanina	4.2	4.3	-
Tirosina	3.9	3.6	-
Treonina	3.6	3.8	4.0
Triptófano	0.7	0.7	1.0
Valina	4.5	4.2	5.0

Extraído de : Schoeneget *et al* (2015)

En la tabla 04, se observa los aminoácidos de la proteína de *Lupinus mutabilis S.* de granos crudos y cocidos desamargados, se puede apreciar el ligero incremento en la condición de granos cocidos y desamargados Schoeneget *et al* (2015), citado por Breña.

Garay (2015, p, 9) refiere que es un cultivo que se encuentra desde los 1 500 m.s.n.m. hasta los 3 850 metros de altitud; encontrándose en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile y Argentina; donde se encuentra en los primeros lugares por su elevado contenido de proteínas y aceites a nivel mundial. Asimismo, Garay sostiene que más 300 genotipos presentan proteínas que equivale a la más de la mitad de sus granos con 41 % a 51 % y el aceite de 14 % a 24 % (Gross *et al.* 1988).

3.3.7 Métodos para la determinación de proteínas

Mera Ramírez L. A. (2015, p, 14) citando a la FAO, nos dice que, los valores de las proteínas se han calculado multiplicando el nitrógeno total (N) por un determinado factor. Este factor a sido al principio 6,25, tomando como base la hipótesis de que las proteínas contenían un 16% de N₂ (FAO, 2015). Entre los métodos más usados para determinación de proteína están el Método Kjeldahl, Método Dumas, Método NIR, Método Hach, siendo el método Kjeldahl el método más utilizado.

Mera Ramírez L. (2015, p. 14) para la determinación de nitrógeno en proteínas, este elemento químico permite diferenciar proteínas de diversos compuestos como son grasas y carbohidratos. Las fuentes de nitrógeno no son únicamente las proteínas del sistema biológico, de estas pueden derivarse también péptidos, aminoácidos libres y compuestos nitrogenados de naturaleza no proteica, determinando así nitrógeno total y así calcular el porcentaje de proteína calificándolo como “cruda” He aquí la importancia de la determinación de nitrógeno en cuantificación de la fracción de proteínas sin interferencias como los lípidos y carbohidratos (FAO.org, 2015).

Mera Ramírez L.A (2015, p. 14) igualmente para el nitrógeno total, es el sistema proximal, en el que se determinan las «proteínas» como el nitrógeno total multiplicado por un factor específico, es el predominante en los estudios sobre la composición de alimentos; la mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno.

100 g proteína ----- = factor 6.25

16g de nitrógeno % proteína cruda = % N x factor

El nitrógeno total se mide utilizando el método Kjeldahl (1883), el cual mide el nitrógeno orgánico total. El método de Dumas mide el nitrógeno total como gas nitrógeno.

3.7.1 Método Kjeldahl número 2.062 de AOAC (AOAC 1984)

Gregorio José, Lanza Pedro, Churión Cesar y Gómez Néstor (2016), describen la metodología Kjeldahl número 2.062 de AOAC (AOAC 1984), actualmente, es el método oficial más usado. Éste emplea una digestión ácida (con ácido sulfúrico y catalizadores) y requiere un tiempo de hasta 10 horas. Por lo general, la digestión se realiza a 420°C. La reacción forma sulfato de amonio, que en exceso de hidróxido de sodio genera amoníaco, el cual se destila y se titula para determinar el contenido de nitrógeno en la muestra a estudiar.

En la presente investigación, se aplicó el Método Kjeldahl, considerando la disponibilidad de los equipos del Laboratorio de Análisis de Alimentos de la EAP de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA.

3.3.8 Los alcaloides del tarwi

Referente al sabor amargo de los lupinus, Boza L. (1991, p. 86-87) cita a Chao y Martín (1971) quienes aluden que un promedio de 60 alcaloides se había aislado de 180 especies de leguminosas, a las que tenían características de amargo y toxicidad. Son mecanismos termoestables, que ciertas leguminosas almacenan en su semilla, estando el primordial género con importancia económica que tiene cantidades de alcaloides el *Lupinus. luteus* contiene "esparteina" y "lupinina" y a veces "gramina", este último que confiere sabor amargo.

3.4 Toxicidad de los alcaloides del tarwi

Zavala A. Iris (2018) cita a (Kinghorn et al., 1980) con respecto a los alcaloides están dispersos en toda la planta, principalmente en las ramas y semillas (Arias, 2000). Dichas mezclas hacen que sea de sabor amargo y pueden causar intoxicación (anticolinérgica aguda, caracterizada por causar visión borrosa, dolor de cabeza, debilidad y náuseas). En las personas para producir intoxicación es de 10-25 mg x kg de peso en niños y de 25-46 mg x kg de peso corporal en adultos (Villacrés et al., 2009; Cremer, 1983).

Pillaca P. Omar, Quispe R., M. A. (2018) teniendo en cuenta el alto valor proteico de los granos del tarwi, plantea la necesidad de la eliminación de alcaloides del tarwi que son factores perjudiciales y anti nutricionales, entre ellos, hemaglutininas, glucósidos cianogénicos, inhibidores de tripsina (Ruiz, 1993, El alto contenido de alcaloides son inconvenientes para el uso industrial de la semilla, de esta manera, deben ser eliminados mediante procesos de desamargado. Por esta razón han surgido dos estrategias, la primera es eliminar el sabor amargo mediante el desamargado y la segunda en el avance de variedades dulces. Si se superar este inconveniente, estaríamos frente a un producto de gran importancia para la industria alimentaria, cuyo fin es mejorar la nutrición de las poblaciones donde es cultivada. Menciona el siguiente:

3.5 Métodos de desamargado

Estas técnicas habituales, incorporan las tres etapas esenciales: hidratación, cocción, desamargado, y lavado (Suca y Suca, 2015).



- a) **Hidratación**, Es una etapa preliminar que se realiza a temperatura ambiente, cuya razón es acondiciona los granos para el agua penetre al grano y así facilitar con la extracción de los alcaloides. Se puede realizar de dos maneras: en agua empozada o en agua en corriente. En agua empozada se debe controlar parámetros como la relación materia prima-agua y el tiempo de hidratación; en agua corriente controlar el caudal y el tiempo (Quispe, 2015).
- b) **Cocción**, Esta etapa es muy fundamental por que favorecen su manejo y la extracción de los alcaloides del grano: limita la capacidad de germinación del grano, desnaturaliza las sustancias químicas enzimas lipasa y lipoxigenasa, elimina microorganismos que pueden producir toxinas y causa descomposición de los nutrientes, coagula las proteínas disminuyendo las pérdidas en la siguiente etapa, facilita la lixiviación de alcaloides al aumentar la permeabilidad de la pared celular y los tejidos (Suca y Suca, 2015; Meneses et al., 1996)
- c) **Desamargado**, es el desamargado se puede lograr mediante tres métodos: biológico, químico o físico. El método físico es el más usado actualmente (Carvajal, 2013).
- d) **Lavado**, es la última etapa del proceso y se conoce como lixiviación. Aquí, los alcaloides se solubilizan y luego son eliminados mediante cambios de agua a temperatura ambiente. En esta etapa se deben controlar la relación materia prima-agua, tiempo de cambio de agua y tiempo total de lavado (Quispe, 2015). Existen otros métodos para el desamargado como son el método biológico, químico y físico:

3.6 Desarrollo de variedades dulces

Zavaleta A. Iris (2018) discurre que, a principios de siglo, en Alemania y Polonia, se aislaron y seleccionaron variedades de *L. luteus* y *L. angustifolius* con alteraciones naturales que presentaban bajo contenido de alcaloides, las que fueron designadas variedades dulces (Ruiz, 1993). En la actualidad se incorporó a *Lupinus mutabilis* (Inti) (Gross *et al.*, 1988) entre las que más destacan debido a su alto contenido de proteínas y bajo contenido de alcaloides (alrededor de 0,0079%) (Hill, 1977); sin embargo, resultan ser considerablemente menos resistentes a enfermedades y plagas que sus similares amargas, pues son altamente susceptibles al ataque de insectos, transmisión de pulgones y virus.

3.7 Distribución geográfica del tarwi

Las Regiones con mayor dedicación a este cultivo del Perú, son la sierra, desde Cajamarca, La Libertad, Amazonas, Huánuco, Huancavelica, Áncash, Ayacucho, Junín, Pasco, Apurímac, Cusco y Puno (Jacobsen y Mujica, 2004). En el Ecuador se siembran 6,000 ha, en las provincias de la sierra Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Carchi e Imbabura (Peralta *et al.*, 2012), y en Bolivia más de 4000 ha, en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, Oruro y La Paz.

3.8 Incremento del cultivo de tarwi

Breña D (2018) puntualiza que la producción de tarwi a partir de 1977 dio el gran salto del lupino, en estos años la producción se ha cuadruplicó de 1300 a 5200 toneladas anuales con rendimientos promedio de 1.1 toneladas por hectárea (FAO, 2013), así, el MINAGRI en el año 2017, alcanza que en los últimos años en el año 2005 y 2015 fue de 8713 y 10190 hectáreas, respectivamente; con un reporte de producción total en ese año de 12 822 toneladas métricas y un rendimiento de 1258.33 kg/ha.

Estadística de la producción de tarwi a nivel nacional, Cordova S. Edwin y Morales Licla Pamela M. (2019), presentan los siguientes datos:

Tabla 6 — Producción de tarwi en el Perú 2013 al 2017

Departamentos	2013	2014	2015	2016	2017
La Libertad	4192	4656	4959	4107	4681
Cajamarca	230	240	371	420	315
Amazonas	75	52	71	75	64
Ancash	726	561	524	642	159
Huánuco	548	736	1119	1011	10794
Junín	93	125	256	523	562
Huancavelica	685	516	570	631	387
Ayacucho	677	670	590	360	219
Apurímac	867	705	914	1463	1807
Cusco	2199	2210	2158	3048	3057
Pasco	.-	.-	132	45	8
Puno	1749	1685	1749	1693	1445

Extraído de: MINAGRI (2006-2017) citado por Córdova S. Edwin (2019) p., 44

En la tabla 06, se observar que La libertad es la región del país donde se cultiva en mayores extensiones, todas las regiones vienen ampliando sus áreas de cultivo, como es el caso de Apurímac.



3.9 Potencial industrial

Vega Niño R. Vega Perez C., Peña Susnabar (2018), verificaron que las semillas de tarwi (*Lupinus mutabilis*) son materias primas con gran potencial industrial en la transformación de alimentos procesados o semiprocados como pastas, harinas y aceites que se deben a determinadas características fisicoquímicas pH, acidez, sólidos solubles, entre otros. La pasta de tarwi es útil en la producción de bebidas. En tanto, la harina es empleada principalmente en la elaboración de panes entre otros. Así mismo, las semillas después del deslupinizado son similares a la soya, por eso se considera como soya andina por su alto contenido de proteína y aceites, macronutrientes que pueden aprovecharse en la formulación de diferentes alimentos eficaces para prevenir enfermedades metabólicas.

3.10 Aislado proteico del tarwi

Breña D. (2018) opina que son productos que se comercializan con contenido de proteína concentrada con más del 80%, teniendo en la totalidad de los casos la misma composición química, no obstante, sus propiedades tecno-funcionales pueden ser desiguales ya que existen aislados de proteína con diferentes grados de solubilidad y que se utilizan en la transformación de varios productos nutritivos (Badui citado por Mercado, 2012). La Industria Alimentaria está manipulando las proteínas vegetales como ingredientes tecno-funcionales y nutricionales en una diversidad de productos formulados. Seguidamente, la función de la proteína vegetal brinda flexibilidad en alimentos formulados debido a su economía y disponibilidad (Mercado, 2012). Jayasena *et al* (2010). En cada proceso existen parámetros que influyen en los resultados, la buena manipulación de dichos parámetros garantiza un buen resultado, como es el pH de extracción, relación harina: solvente y temperatura de extracción. Del mismo modo también influye el tiempo de agitación, número de extracciones entre los de más factores (Onweluso et al., referido por Jayasena et al. 2010). La forma más común de obtención de un aislado proteico sigue una serie de etapas encaminadas a reducir los componentes no proteicos para lograr un producto final con el 80- 90% de proteínas (Porras *et al.*, 2013). Sosa citado por Mercado (2012)

3.11 Extracción de proteínas

Porras *et al.* (2013) señalan que el objetivo principal de aislados proteicos a partir de la harina desengrasada de oleaginoso es eliminar lo más completa y selectiva posible de los



compuestos solubles no proteicos presentes en la harina desgrasada, como resultado se obtendrá un producto rico en azúcares insolubles y proteínas. Akaerue y Onwuka (2010) informan de que en la solubilización de la proteína intervienen alrededor de cuatro factores simultáneamente: pH, fuerza iónica, temperatura y aspecto de iones de calcio. Los pH alcalinos producen una máxima solubilidad de la proteína; sin embargo, a partir del pH 11 se insita una racemización de los aminoácidos y la alineación de puentes covalentes intra o intermoleculares reduciendo la solubilidad a pH extremos, las temperaturas descendidas son preferidas pues son poco desnaturizantes. Araneda (2012) informa que las concentraciones dominantes de alcaloides producen un sabor amargo, y que tienen algunos efectos farmacológicos reportados. Gueguen y Cerletti citado por Mercado (2012). López et al. citado por Mercado (2012) afirma que el secado por atomización permite adquirir productos en forma de polvo y brinda una alta eficiencia y la capacidad de almacenar los componentes naturales presentes en estos productos. La maltodextrina favorece en la recuperación del producto ya que actúan como coadyuvante del secado. Los productos en polvo suelen ser de fácil manipulación y reconstitución, por lo que ocupan menor espacio ya que tienen mayor vida de almacenamiento, a veces el uso se hace más conveniente.

3.12 Marco conceptual

- a) **Alcaloides.** - Son sustancias químicas que le dan el sabor amargo a los granos del tarwi.
- b) **Microcuenca.** - Espacio geográfico de un área menor a las 10,000 hectáreas, conformado por montañas, riachuelos y áreas de pastoreo, bosques nativos y de cultivo, donde se instalaron poblaciones.
- c) **Subcuenca.** - Área geográfica que abarca hasta 100,000 hectáreas, desde luego tiene poblaciones asentadas, microcuencas con diversas actividades económicas y culturales.
- d) **Cuenca.** - Espacio geográfico con más de 100,000 hectáreas hasta 1000,000 hectáreas, en este espacio están los ríos tributarios de un río principal, asimismo están las microcuencas y subcuencas con poblaciones distritales y comunales.
- e) **Proteína.** - son una clase importante de moléculas que se encuentran en todas las células vivas. Una proteína se compone de una o más cadenas largas de aminoácidos, cuya secuencia corresponde a la secuencia de ADN del gen que la codifica.

- f) **Transecto altitudinal.** - es la línea vertical imaginaria que se traza en una microcuenca con fines de estudios de suelos, clima, producción, plagas, etc., esta línea inicia en la parte baja y termina en la parte alta de la microcuenca.
- g) **CRV.** - Cuenca del Rio Vilcabamba.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

Por las características de las variables y los objetivos, la investigación se enmarca en el enfoque cuantitativo, por los objetivos la investigación es de tipo aplicado, por el grado de manipulación de las variables, es explicativo.

4.2 Diseño de la investigación

En atención a los datos tomados en los distritos, las altitudes de los predios y el estado de los granos de tarwi, esta investigación es cuasiexperimental, transeccional. Bono Cabré R. (s/f) considera que los diseños cuasiexperimentales, son principales instrumentos de trabajo, son esquemas de investigación no aleatorios. Son una muy buena manera de obtener una visión general, y luego seguir con un estudio o una investigación cuantitativa, para centrarse en las razones de los resultados obtenidos. Los cuasiexperimentos son como experimentos de asignación aleatoria en todos los aspectos, dentro de los límites del error muestral (p. 142).

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población de esta investigación, está constituida por los granos de tarwi, obtenidos de dos altitudes de los predios ubicados en los ocho distritos que conforman las cuatro microcuencas, en cada lugar se obtuvo 1.0 kg de granos secos, aproximadamente totaliza 16 kg. de Lupinus.

4.3.2 Muestra

En atención al método a utilizado, se trabajó 500 g/muestra para cada proceso (amargo y desamargado), en total se tuvo 8 kg amargos y 8 kg desamargados, provenientes de las diferentes altitudes y de los distritos de la CRV, debidamente identificadas.

De los 500g/muestra se homogenizó y en atención a la técnica de determinación de proteínas por el método Kjeldahl, se utilizó 0,5 g de muestra por cada repetición, como son tres repeticiones el total fue de 15gr/muestra.

4.4 Procedimiento de la investigación

En atención a las variables de la investigación, luego de la revisión de la bibliografía. En función de la aprobación, se aplicó el siguiente procedimiento:

- a) Trabajo de campo: se realizaron los viajes a las microcuencas seleccionadas a fin de ubicar las parcelas cultivadas con tarwi en las altitudes indicadas y obtener las muestras que serán identificadas respectivamente y trasladadas hacia Abancay.
- b) Trabajo de laboratorio: Coordinando con el responsable del laboratorio de análisis de alimentos, se procedió al análisis de cada muestra, cuyos resultados, se tomaron en las fichas respectivas.
- c) Sistematización de la investigación: en consideración de la disponibilidad del tiempo y la dedicación, se tiene este informe final.

4.5 Procedimiento tradicional de desamargado de los granos de tarwi en Grau.

Luego de un análisis operativo de las técnicas recomendadas por las amas de casa entrevistadas en los distritos de la CRV de la provincia Grau, para el presente experimento, se tomó medio kilo de granos de cada muestra, se procedió a hervir 60 minutos, luego se colocó en una bolsa de tela para el desamargado en agua corriente durante tres días (72 horas), se comprobó el amargor masticando cinco granos, continuando con el escurrido y secado tapando con tela blanca para evitar la contaminación con polvo, se hizo en un ambiente soleado durante 10 días, continuando con el molido respectivo de cada muestra, logrando todas las muestras etiquetadas respectivamente por cada altitud y distrito. Las muestras para someter al análisis de proteínas con el equipo Kjeldahl, se requirió 0,5 g para cada repetición.

4.6 Procedimiento de la obtención de proteínas por el método Kjeldahl

A continuación, están los flujogramas del proceso de determinación de proteínas con los equipos Kjeldahl, desde el inicio hasta la titulación respectiva.

Figura 1 — Flujograma de digestión: Equipo digestor Kjeldahl labconco

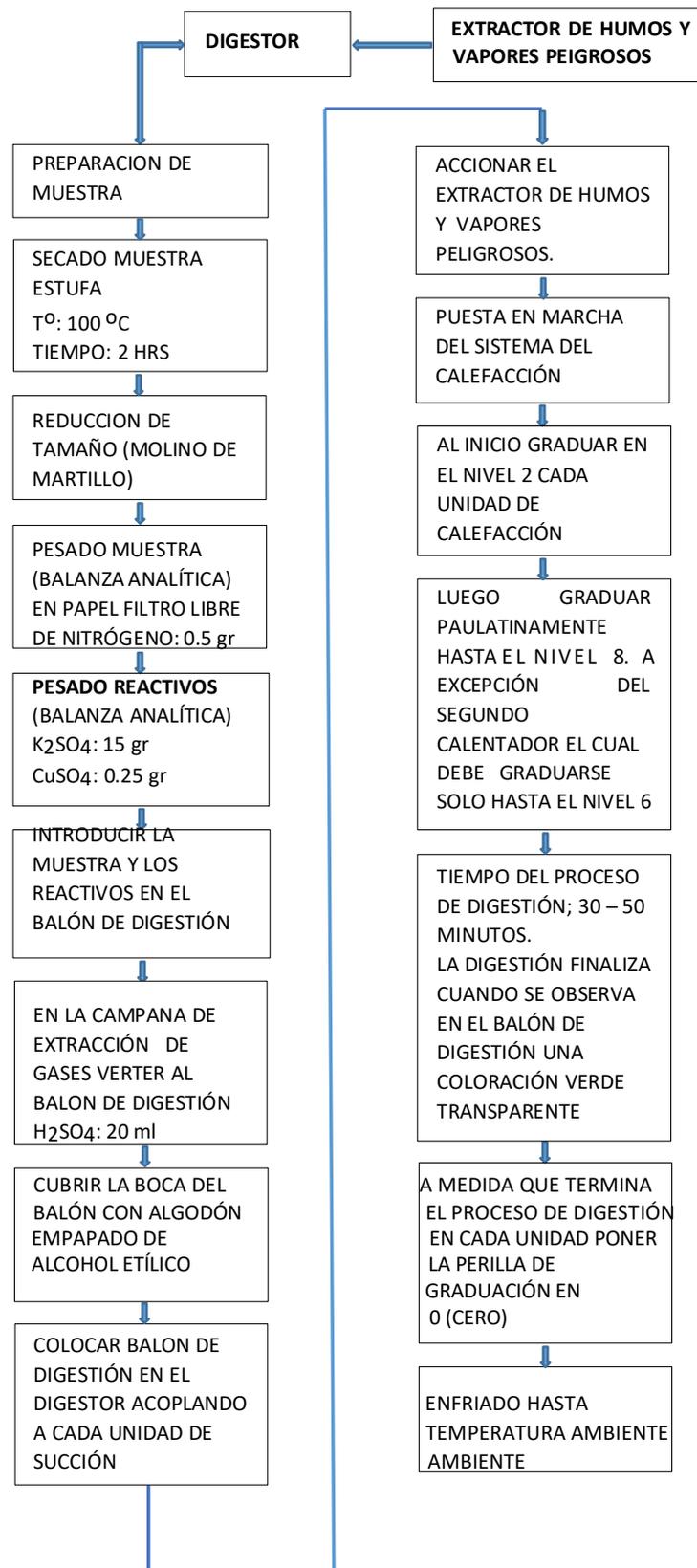
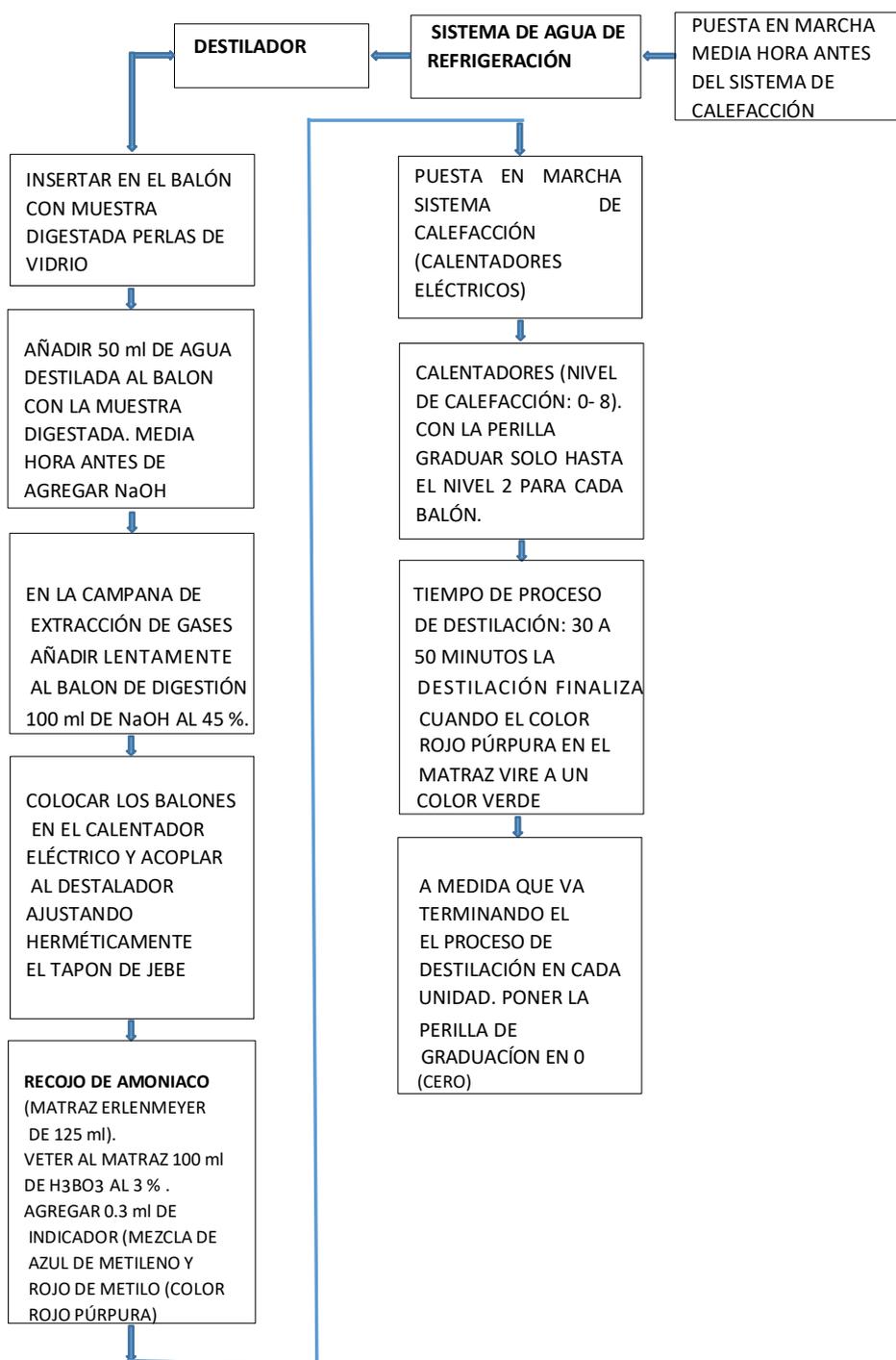


Figura 2 — Flujograma de destilación: Destilador labconco



Titulación: El objetivo es determinar el contenido total de nitrógeno (N₂).

Reactivos: Ácido sulfúrico: H₂SO₄ (0.02 N). Este titulante deberá ser estandarizado.

Secuencia: Colocar el matraz Erlenmeyer con la muestra destilada en el titulador, el cual

estará provisto del titulante, que en este caso viene a ser el H₂SO₄ (0.02 N). La titulación se lleva a cabo agregando gota a gota del titulante al matraz con la muestra. La titulación finaliza cuando vira el color verde en el matraz a otro color.

Finalmente anotar el gasto total del titulante para los cálculos respectivos.

4.7 Materiales de la investigación

Para esta investigación se requieren los siguientes materiales, insumos y equipos:

- a) Materiales:
 - Granos de tarwi
 - Bolsas de plástico ziploc 20 X 30 cm
 - Bolsa plástica de 1 kg
 - Cartulinas
 - Plumón indeleble
 - Lapiceros
 - papel toalla
 - guantes
 - alcohol de 95°
 - agua destilada
 - barilla de vidrio
- b) Equipos y instrumentos de laboratorio:
 - Digestores Kjeldahl
 - Matraces
 - pH metro
 - Equipo de titulación de nitrógeno
 - Balanza analítica
 - Balanza de 200 gr
 - Molino de martillo

4.8 Plan de tratamiento de datos

Los datos obtenidos en atención al diseño cuasiexperimental, se hizo el emparejamiento para estimar las diferencias estadísticas de los promedios de proteínas.

4.9 Técnicas e Instrumentos

Se aplicó el ANVA para dar las validez internas a los datos obtenidos, en este caso las muestras provenientes de dos altitudes y al estado de los granos.

Se aplicó la Prueba de Rho de Spearman para un mejor análisis de los datos obtenidos en granos amargos y desamargados a dos altitudes.

Además de las dos pruebas estadísticas se aplicó la Prueba de Duncan para granos amargos y desamargados de tarwi de los ocho distritos a dos altitudes donde se determinar cuál de las muestras es mejor en cuanto a proteínas.

4.10 Análisis estadístico

Los datos de esta investigación al someterse a los análisis estadísticos que le dan el rigor científico, con un nivel de significancia es 0.05, es el mínimo nivel que dará esa confiabilidad pertinente a este trabajo de laboratorio.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

Con motivo de ejecutar esta investigación, se ha verificado una parte del contexto relacionado al tema tarwi en la microcuenca del Rio Vilcabamba, empezando las condiciones topográficas, especialmente los suelos, son muy variados, el tamaño de los predios de dominio familiar para los cultivos básicos (maíz, leguminosas, papas, especies hortícolas y frutales), no son uniformes en altitudes y extensiones, las actividades de siembras y cosechas cada comunidad y distritos, manejan en diferentes fechas. El cultivo de tarwi, más de la mitad de las familias entrevistadas instalan con fines de abastecer para el consumo familiar, excepcionalmente, llevan a los mercados. Todas las familias, realizan el desamargado de los granos de manera tradicional, finalmente, en cuanto a la calidad de las cosechas y de los granos, los productores desconocen datos como el valor proteico de sus cosechas.

5.1.1 Resultados del análisis del porcentaje de proteínas en dos altitudes

Con la obtención de las muestras de granos de tarwi en los distritos seleccionados, se ha procedido al análisis de proteínas con el método Kjeldahl en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la UNAMBA.

Los resultados individuales se encuentran en el anexo N°03, que sirve para hacer las diferentes interpretaciones y comparaciones del contenido de proteínas totales.

Para los análisis estadísticos respectivo, se presentan en las tablas siguientes.

Tabla 7 — Altitudes de predios y porcentaje promedio de proteínas en granos amargos y desamargados en los distritos de la microcuenca Vilcabamba Grau

Distritos	Altitudes m.s.n.m	G. Amargo % Proteínas	G. Desamargado % proteínas	Diferencias del % de proteínas
Huayllati	3,784	25.62	46.89	83
	3,360	25.88	49.33	91
Progreso	3,609	36.54	47.62	30
	3,399	24.11	47.74	98
M. Bastidas	3,464	22.17	42.81	93
	3,324	25.64	34.87	36
San Antonio	3,423	40.77	46.52	14
	3,280	24.37	45.18	85
Turpay	3,724	34.42	44.92	31
	3,122	32.07	49.33	54
Santa Rosa	3,561	32.47	44.66	38
	3,203	25.39	51.02	101
Curpahuasi	3,858	23.93	48.53	103
	3,623	35.71	44.89	26
M. Gamarra	3,454	25.17	48.54	93
	3,024	23.96	49.68	107

En la tabla 7 que precede, se observan las altitudes de los predios de donde se obtuvieron las muestras, la altitud más alta es 3,858 m.s.n.m. está en el distrito de Curpahuasi, asimismo, el predio cuya altitud más baja con 3,024 m.s.n.m. está en el distrito de Mariscal Gamarra, Estos datos son rangos donde se cultiva el tarwi. En cuanto al % de proteínas en los granos de tarwi, en los granos amargos, los tiene el distrito de San Antonio con 40.77%, correspondiente a una altitud o zona alta, mientras que el % más bajo en la zona alta, corresponde al distrito de Micaela Bastidas, estas diferencias del contenido de proteínas, probablemente se deba a la calidad de los suelos y otros factores no estudiados. Pero en la altitud media o zona media de la microcuenca, el mayor porcentaje de proteínas, correspondió al distrito Curpahuasi con 35.71%, mientras que el menor contenido, estuvo en el distrito de Mariscal Gamarra con 23,96%. Para apreciar en forma global de todos los distritos, se estableció el orden de méritos de los distritos, tanto en granos amargos y desamargados para las dos altitudes. Por otro lado, las diferencias del porcentaje de proteínas de cada distrito en dos condiciones amargos y desamargados, van desde un rango de 5.75 hasta 25.72%, estableciendo un promedio de

ganancia de proteínas de 7.77% considerando las dos altitudes y los estados de granos amargos y desamargados.

Tabla 8 — Orden de méritos de distritos y proteínas en granos amargos de tarwi en altitud alta.

Distritos	Altitud m.s.n.m.	% Proteínas	Orden de méritos
San Antonio	3,423	40,77	1
Progreso	3,609	36.54	2
Turpay	3,724	34.42	3
Santa Rosa	3,561	32.47	4
Huayllati	3,784	25.62	5
M. Gamarra	3,454	25.17	6
Curpahuasi	3,858	23.93	7
M. Bastidas	3,464	22.17	8

En granos amargos de tarwi, las muestras del distrito de San Antonio, en zona alta de la microcuenca, con 3,423 m.s.n.m., presentó mayor porcentaje de proteínas, ocupando el primer lugar, seguido de Progreso, Turpay, Santa Rosa y otros, el último lugar ocupó el distrito de Micaela Bastidas con una altitud de 3,464 m.s.n.m. No hay mucha diferencia de altitudes.

Tabla 9 — Orden de méritos de distritos y proteínas en granos amargos de tarwi en la altitud media.

Distritos	Altitud	% Proteínas	Orden de méritos
Curpahuasi	3,623	35,71	1
Turpay	3,122	32.07	2
Huayllati	3,360	25.88	3
M. Bastidas	3,324	25.64	4
Santa Rosa	3,203	25,39	5
San Antonio	3,280	24.37	6
Progreso	3,399	24.11	7
M. Gamarra	3,024	23,96	8

Las muestras de grano amargo de la zona media de la microcuenca, la muestra del distrito de Curpahuasi, ocupó un primer lugar con 35,71% de proteína, seguida de Turpay, Huayllati, el último lugar ocupó el distrito de Mariscal Gamarra, con 23,96%. Las diferencias de altitudes y contenido de proteínas son diferentes.

5.1.3 Análisis estadístico del contenido de proteínas de granos amargos en dos altitudes.

Con la finalidad de determinar el mayor contenido de proteínas en dos altitudes de los distritos, consideramos analizar los datos respectivos de la tabla N° 10.

Tabla 10 — Promedios de % de proteína de granos amargos de tarwi de dos altitudes de los distritos

Altitudes	Huayll	Progre	M. Bast	S. Anto	Turpay	S. Rosa	Curp	M. Gam	Total Bloq	Media Trat
Alta	25,62	36,54	22,17	40,77	34,42	32,47	23,93	25,17	241,09	30,136
Media	25,88	24,11	25,64	24,37	32,07	25,39	35,71	23,96	217,13	27,141
T.Tratam	51,5	60,65	47,81	65,14	66,49	57,66	59,64	49,13	458,22	
Med, trat	25,75	30,32	23,90	32,57	33,24	28,83	29,82	24,56		28,64

Figura 3 — Representación gráfica del promedio de proteínas de tarwi en granos amargos en dos altitudes

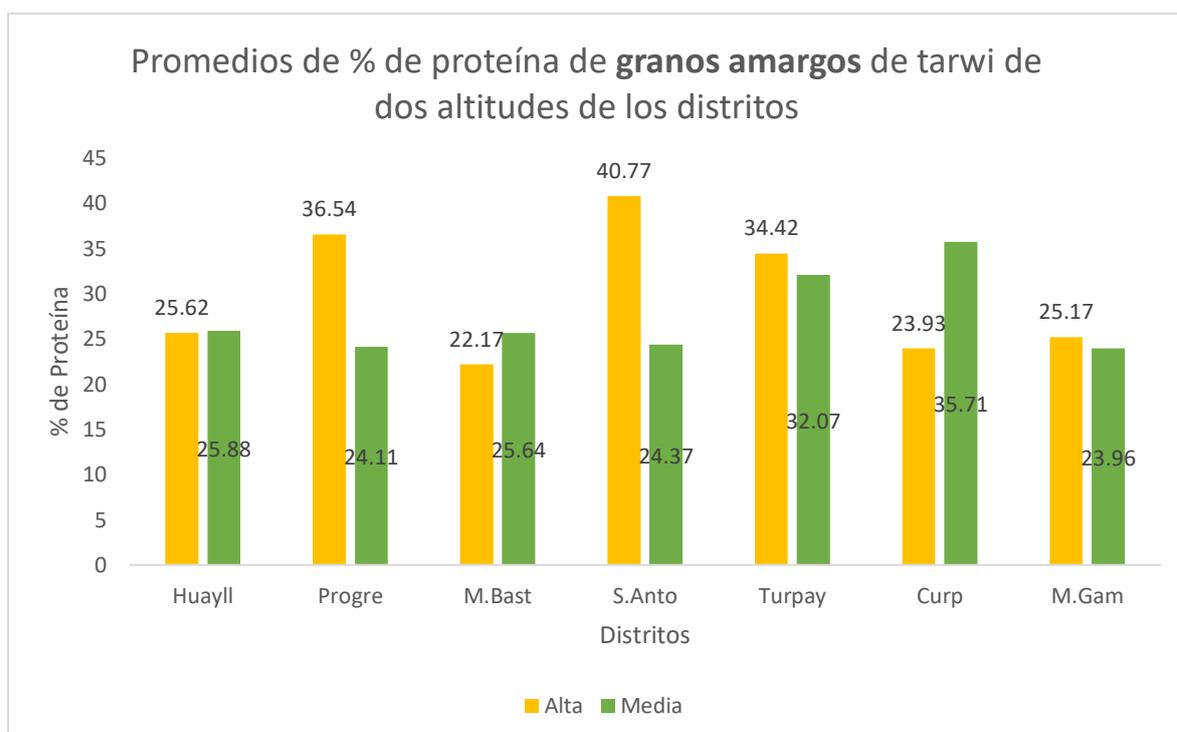
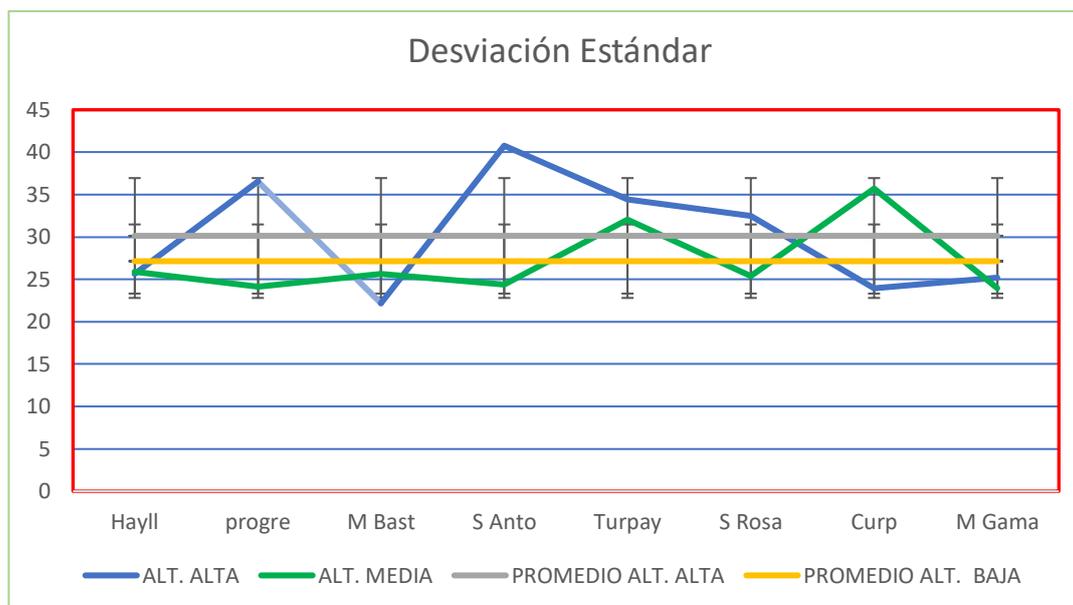


Figura 4 — Desviación estándar del promedio de porcentaje de proteínas de tarwi en granos amargos en dos altitudes



El análisis estadístico de los promedios de proteínas de granos amargo de dos altitudes, se aplicó para determinar la validez de los datos obtenidos. Los resultados se presentan en la tabla N° 11.

Tabla 11 — ANVA para proteínas de granos amargos de tarwi en dos altitudes

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0,05%	Ft 0,01%	Signific.
Tratamiento	1	165,1452	165,1452	3,96	5,591	12,2461	NS
Bloque	7	35,88	5,1257				
Error	7	291,3986	41,6238				
Total	15	492,4238					

CV = 22,52% Está dentro de los márgenes permitidos, por tratarse de datos provenientes de campos de cultivo.

El error estándar de la diferencia de las medias de los tratamientos, con Estadístico de Fisher, $S_d = 6,451$, compara los datos obtenidos de las muestras analizadas.

Estando el ANVA con un nivel de significancia NS no significativo, no requiere mayores análisis, se rechaza la hipótesis nula.

Estadísticamente, se puede afirmar que la altitud (zona alta y zona media de las microcuencas), no influye significativamente en el contenido de proteínas del tarwi de granos amargos.



5.1.4 Análisis estadístico de porcentaje de proteínas de granos desamargados en dos altitudes

Igualmente, con la finalidad de determinar la validez de los datos de laboratorio, se aplicó el ANVA que se presenta en la tabla N° 12.

Tabla 12 — Promedio de % de proteínas de granos desamargados de dos altitudes

Altitudes	Huayll	Progr	M.Bast	S.Anto	Turpay	S.Rosa	Curpa	M.Gam	Total Bloque	Medi a Tratam
A. Alta	46,89	47,62	42,81	46,52	44,92	44,66	48,53	48,54	370,49	46,316
A, Baja	49,33	47,74	34,87	45,18	49,33	51,02	44,89	49,68	372,04	46,505
T, Tratam	96,22	95,36	77,68	91,70	94,25	95,68	93,22	98,22	742,45	
Med.tra	48,11	47,68	38,84	45,89	47,12	47,84	46,61	49,11		46,403

Con la finalidad de mostrar gráficamente los resultados, se presenta la figura N° 3

Figura 5 — Representación gráfica de los promedios porcentuales de proteínas en granos desamargados de dos altitudes.

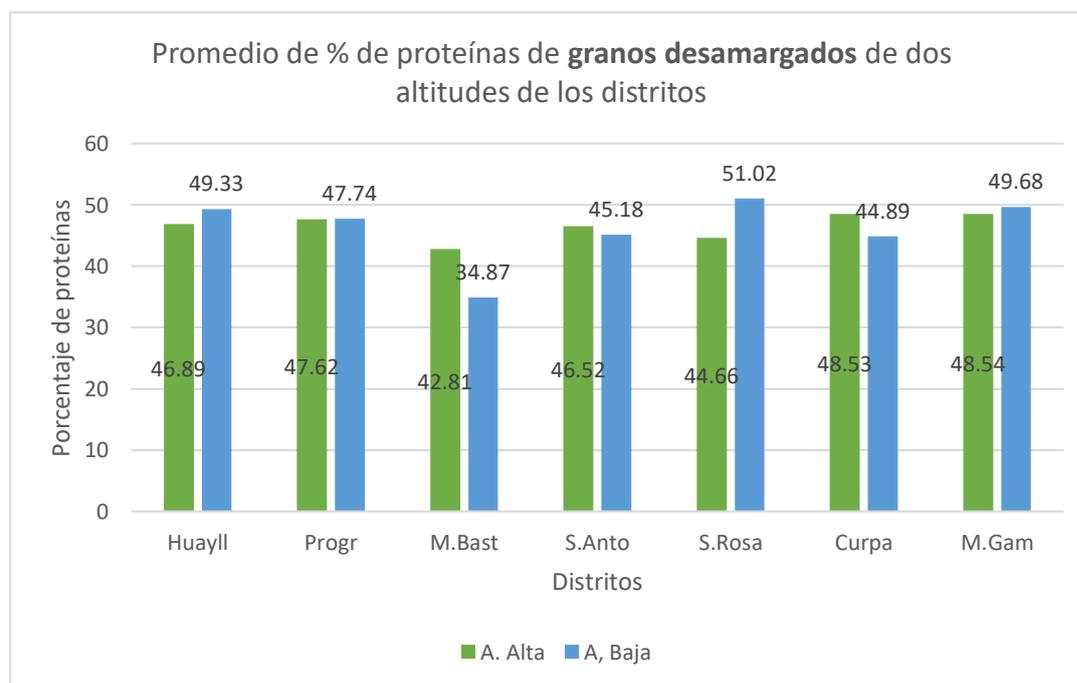


Figura 6 — Desviación estándar del promedio de porcentaje de proteínas de tarwi en granos desamargados en dos altitudes

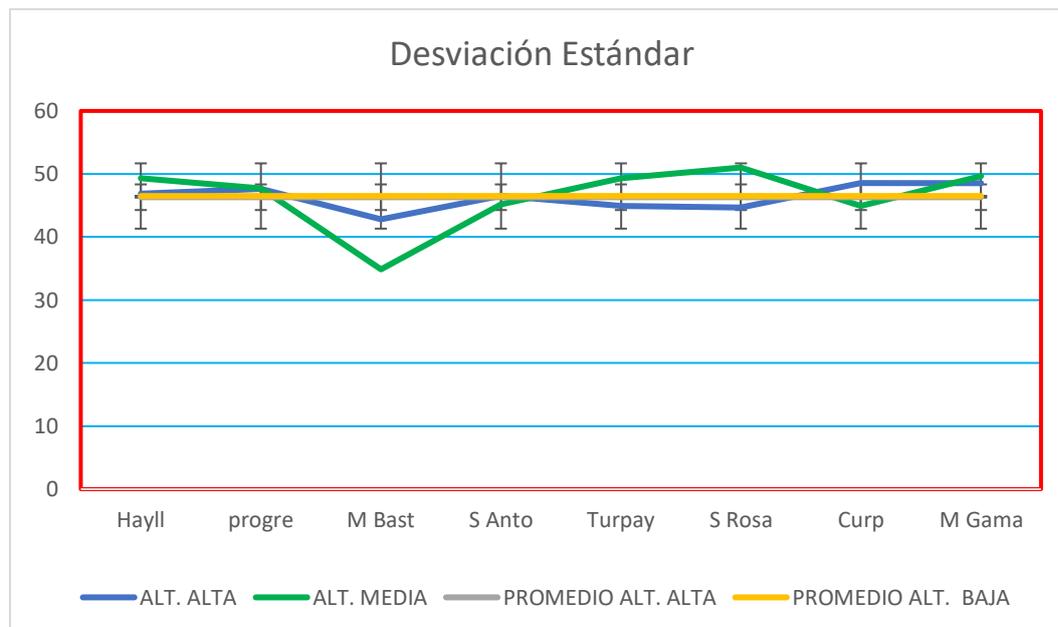


Tabla 13 — ANVA de proteínas de granos desamargados de tarwi

F. de V.	GL	SC	CM	Fc	Ft 0,05%	Ft 0,01%	Signific
Tratamt	1	132,8760	132,876	11,11	5,591	12,24	*NS
Bloques	7	7,5752	1,082				
Error	7	83,7161	11,9594				
Total	15	224,1671					

El ANVA de las proteínas de granos desamargados, presenta el FC significativo al 0,05% de desconfianza y un 95% de confianza, pero al 0,01 de desconfianza, resulta no significativo, esto indica que no es necesario mayores análisis estadísticos.

CV = 7,45%, está en el límite aceptable para trabajos de laboratorio, asimismo el error estadístico, con la prueba de Fisher, resulta 3,45, lo cual nos dice que el error estadístico es menor y está en el rango aceptable para esta investigación.

5.1.5 Orden de méritos de los distritos por el contenido de proteínas en granos desamargados

Es importante conocer, cuál de los distritos tiene tarwi con mayor contenido de proteínas de granos desamargados. Los resultados de este análisis se presentan en la tabla N° 14.



Tabla 14 — Orden de méritos del contenido de proteínas de granos desamargados de la zona alta

Distritos	Altitud Alta	%Proteína	Orden de Méritos
M. Gamarra	3,454	48,54	1
Curpahuasi	3,858	48,53	2
Progreso	3,609	47,62	3
Huayllati	3,784	46,89	4
San Antonio	3,423	46,52	5
Turpay	3,724	44,92	6
Santa Rosa	3,561	44,66	7
Micaela Bastidas	3,464	42,81	8

El distrito de Mariscal Gamarra ocupó el primer lugar con 48.54%, seguido de Curpahuasi con 48.53% y el último lugar ocupó Micaela Bastidas con 42.81%.

Tabla 15 — Orden de méritos del contenido de proteínas de granos desamargados de la altitud media

Distritos	Altitud	%Proteína	Orden de Méritos
Santa Rosa	3,203	51,02	1
M, Gamarra	3,024	49,68	2
Huayllati	3,360	49,33	3
Turpay	3,122	49,33	4
Progreso	3,399	47,74	5
San Antonio	3,280	45,18	6
Curpahuasi	3,623	44,89	7
Micaela Bastidas	3,324	34,87	8

En la tabla N° 16, se detallan los porcentajes de proteína y los distritos con granos desamargados de la zona baja, ocupó el primer lugar el distrito de Santa Rosa con 51.02%, seguido de Mariscal Gamarra con 49.68%, al final se ubicó el distrito de Micaela Bastidas con 34.87%. Los resultados son evidentes, no requiere mayores análisis.

5.1.6 Comparación de proteínas de tarwi en las cuatro microcuencas de la CRV

Con la finalidad de determinar, cuál de las microcuencas, tienen mayor producción de proteínas en granos de tarwi, fue necesario comparar los promedios por pares de distritos que conforman las microcuencas, con los cual se da respuesta al objetivo de la investigación.

Tabla 16 — Comparación de promedios de porcentajes de proteínas de las cuatro microcuencas

Microcuencas	Granos Amargos Altitud media	Granos Amargos Altitud alta	Granos desamargados Altitud media	Granos desamargados Altitud alta
Huayllati-Progreso	24.995	31.080	48.535	47.255
M. Bastidas-S. Antonio	25.005	31.470	40.025	44.665
Turpay – Santa Rosa	28.730	33.445	50.175	44.790
Curpahuasi – M. Gamarra	29.835	24.550	47.285	48.535

Los resultados comparados en granos amargos, la **altitud alta** de las tres microcuencas, presentaron mejores porcentajes, excepto Curpahuasi - Mariscal Gamarra, pero en la **altitud media**, las microcuencas de Turpay – Santa Rosa y Curpahuasi – Mariscal Gamarra, tienen porcentajes superiores comparando Huayllati – Progreso y M. Bastidas – San Antonio, presentaron porcentajes algo menores que las otras dos. Estos, resultados, permiten plantear que la CRV, debe especializarse en la producción de tarwi, con todas las posibilidades del uso alimentario y agroindustrial para eliminar la desnutrición.

Tabla 17 — Prueba de Rho de Spearman para altitudes Alta y Media, promedios ordenados

	1	2	3	4	5	6	7	8	
G.amargos	25.62	36.54	22.17	40.77	34.42	32.47	23.93	25.17	241.09
G.desamarg	46.89	47.62	42.81	46.52	44.92	44.66	48.53	48.54	370.49
Totales	72.51	84.16	64.98	87.29	79.34	77.13	72.46	73.71	611.58

Altitud media

	1	2	3	4	5	6	7	8	
G. Am	25.88	24.11	25.64	24.37	32.07	25.39	35.71	23.96	217.13
G. des	49.33	47.74	34.87	45.18	49.33	51.02	44.89	49.68	372.04
totales	75.21	71.85	60.51	69.55	81.40	76.41	80.60	73.64	589.17

Tabla 18 — Comparaciones de promedios en altitud media de granos amargos y desamargados (Rho de Spearman)

Distritos	Altitud Media X	Proteínas granos amargos X	Proteínas Granos desamarg	< a > X	< a > Y	Diferencias	Cuadrado Diferencias
Huayllati	3,360	25.88	49.33	4	4	0	0
Progreso	3,399	24.11	47.74	7	5	2	4
M. Bastidas	3,324	25.64	34.87	5	8	-3	9
San Antonio	3,280	24.37	45.18	6	6	0	0
Turpay	3,122	32.07	49.33	2	3	-1	1
Santa Rosa	3,203	25.93	51.02	3	1	2	4
Curpahuasi	3,623	35.71	44.89	1	7	-6	36
M. Gamarra	3,024	23.96	49.68	8	2	6	36
	3,291.87	27.20	46.505				90

Formula.

d = diferencia

n = 8

$r_s =$

$$1 - 6 \sum d^2 / n(n^2 - 1) = 1 - 540 / 504 = 1 - 1.071 = - 0.071$$

No existe correlación entre el contenido de proteínas en granos amargos y granos desamargados para la altitud media de la microcuenca.

Tabla 19 — Comparaciones de promedios en altitud alta de granos amargos y desamargados (Rho de Spearman)

Distritos	Altitud alta X	Proteínas granos amargos X	Proteínas Granos Desamarg Y	< a > X	< a > Y	Diferencias	Cuadrado Diferencias
Huayllati	3,784	25.62	46.89	5	4	1	1
Progreso	3,609	36.54	49.33	2	1	1	1
M. Bastidas	3,464	22.17	42.81	8	8	0	0
San Antonio	3,423	40.77	46.52	1	5	-4	16
Turpay	3,724	34.42	44.92	3	6	-3	9
Santa Rosa	3,561	32.47	44.66	4	7	-3	9
Curpahuasi	3,858	23.93	48.53	7	3	4	16
M. Gamarra	3,454	25.17	48.54	6	2	4	16
	3,609.62	30.136	46.52				68

$$r_s = 1 - 6 \times 68 / 8 (8^2 - 1)$$

$$r_s = 1 - 408 / 504 = 1 - 0.809 = 0.191$$

estadístico con 0.05 de significancia 0.7143

Existe correlación con significativa al 0.05 del contenido de proteínas en las **altitudes altas** de **granos amargos** con **granos desamargados**, es decir a mayor altitud, mayor contenido de proteínas, se rechaza la hipótesis nula.

Para dar más sustento al análisis estadístico, por tratarse de una investigación con resultados no paramétricos, se aplicó la prueba Rho de Spearman, como la variable X, fue el contenido de proteínas en granos amargos, frente a granos desamargados con variable Y, realizando las operaciones necesarias, para la altitud media de la microcuenca del Rio Vilcabamba, se encontró que no existe una correlación entre el contenido de proteínas y la altitud media que en promedio tiene 3,291 m.s.n.m., pero para la altitud alta en promedio tiene 3,609 m.s.n.m., la prueba aplicada, determinó que existe correlación entre la altitud con el contenido de proteínas, es decir

a mayor altitud, se encontró mayor contenido de proteínas, siendo este factor altitud, un dato que se debe tomar en cuenta para las siembras, además existirán otros elementos que intervienen como la calidad de suelos, lo cual es motivo de otro estudio.

Con la necesidad de saber las ganancias de proteínas de granos amargos con desamargados de los ocho distritos, se hizo las diferencias que se explican en la tabla N° 19.

Tabla 20 — Diferencia del porcentaje de proteínas totales en granos amargos y desamargados por altitudes y distritos.

DISTRITOS	Altitudes m.s.n.m.	G. Amargo % Proteínas	G. Desamargado % proteínas	Diferencias del % de proteínas
Huayllati	3,784	25.62	46.89	21.27
	3,360	25.88	49.33	23.45
Progreso	3,609	36.54	47.62	11.08
	3,399	24.11	47.74	23.63
M. Bastidas	3,464	22.17	42.81	20.64
	3,324	25.64	34.87	9.23
San Antonio	3,423	40.77	46.52	5.75
	3,280	24.37	45.18	20.81
Turpay	3,724	34.42	44.92	10.50
	3,122	32.07	49.33	17.26
Santa Rosa	3,561	32.47	44.66	12.19
	3,203	25.39	51.02	25.63
Curpahuasi	3,858	23.93	48.53	24.6
	3,623	35.71	44.89	9.18
M. Gamarra	3,454	25.17	48.54	23.37
	3,024	23.96	49.68	25.72

5.1.7 Prueba de Duncan para proteínas de tarwi en granos amargos de ocho distritos de la Cuenca del Río Vilcabamba de Grau

Para la Prueba de Duncan con una significancia al 0.05, se estableció la desviación estándar con la fórmula siguiente:

$$S_x = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$S_x = 2.281$$

Asimismo, para establecer la Amplitud Mínima Significativa de Duncan, se empleó la fórmula:

$$D_n = Z_n \times S_x$$

D_n = Valor de la Amplitud Mínima Significativa

Z_n = Valor tabular de la Amplitud Total Estudiantizada donde el subíndice indica el número de promedios que abarcará la comparación.

S_x = Desviación Standard de los promedios

$$Z_n = 3.61$$

$$D_n = 3.61 \times 2.281 = 8.2344$$

Para proteínas de **granos amargos en altitud alta**, se utilizó los datos de la tabla 08, el orden de méritos en línea horizontal, se tiene:

1	2	3	4	5	6	7	8
40.77	36.54	34.42	32.47	25.62	25.17	23.93	22.17

Comparaciones

I $40.77 - 22.17 = 18.6 > 8.2344$ **

II $40.77 - 23.93 = 16.84 > 8.2344$ **

III $40.77 - 25.17 = 15.60 > 8.2344$ **

IV $40.77 - 25.62 = 15.60 > 8.2344$ **

V $40.77 - 32.47 = 8.30 > 8.2344$ *

VI $40.77 - 34.42 = 6.35 < 8.2344$ NS

VII $40.77 - 36.54 = 4.23 < 8.2344$ NS

Interpretación de la prueba de Duncan para el **tarwi amargo** procedentes de **altitudes altas** con promedio de 3,606.25 m.s.n.m.: Las diferencias estadísticas de los promedios son significativos, por tanto, el distrito de San Antonio presentó mayor % de proteínas, le siguen Progreso, Turpay, Santa Rosa, Huayllati y Mariscal Gamarra, pero el contenido de proteínas del **tarwi amargo** de los distritos de Curpahuasi y Micaela Bastidas, no superaron a los distritos antes mencionados.

Para proteínas de granos **amargos en altitud media**, de la tabla 09, el orden de méritos, se tiene:

1	2	3	4	5	6	7	8
35.71	32.07	25.88	25.64	25.39	24.37	24.11	23.96

$$D_n = 3.61 \times 1.22 = 4.4042$$

Comparaciones:

- I $35.71 - 23.96 = 11.14 > 4.4042 **$
- II $35.71 - 24.11 = 11.60 > 4.4042 **$
- III $35.71 - 24.37 = 11.34 > 4.4042 **$
- IV $35.71 - 25.39 = 10.32 > 4.4042 **$
- V $35.71 - 25.64 = 10.07 > 4.4042 **$
- VI $35.71 - 25.88 = 9.83 > 4.4042 **$
- VII $35.71 - 32.07 = 3.64 < 4.4042 NS$

Interpretación: La prueba de Duncan, establece las diferencias estadísticas significativas de los promedios de proteínas de **granos amargos** de altitudes medias cuyo promedio fue 3,291.875 m.s.n.m.; los granos procedentes de Curpahuasi ocupó primer lugar, seguido de Turpay, Huayllati, Micaela Bastidas, San Antonio, Santa Rosa y Progreso son significativos, sin embargo, los granos procedentes de Mariscal Gamarra, presentó menor contenido de proteínas que los distritos mencionados.

En atención a las pruebas de Duncan aplicadas, se concluye que la Cuenca del Rio Vilcabamba, el análisis estadístico de los promedios de proteínas de los ocho distritos muestreados, permitió establecer que los **granos amargos** tienen alto contenido de proteínas en ambas altitudes.

Con los datos de la tabla N° 14, granos provenientes de **altitudes altas**. Para las comparaciones, los promedios ordenados se colocaron horizontalmente en forma descendiente:

1	2	3	4	5	6	7	8
48.54	48.53	47.62	46.89	46.52	44.92	44.66	42.81

$$CME = 11,9594$$

$$r = 8$$

$$Dn = Zn \times Sx$$

$$Zn = 3.55$$

$$S_x = \sqrt{\frac{CME}{r}}$$

$$Sx = 1.2226$$



$$D_n = 3.55 \times 1.2226 = 4.34$$

Comparaciones:

$$I \quad 48.54 - 42.81 = 5.73 > 4.34 *$$

$$II \quad 48.54 - 44.66 = 3.88 > 4.34 \text{ NS}$$

$$III \quad 48.54 - 44.92 = 3.62 > 4.34 \text{ NS}$$

Interpretación: La prueba de Duncan con una significancia de 0.05, para **granos desamargados** provenientes de **altitudes altas**, establece que los granos del distrito de Mariscal Gamarra, ocupó el primer lugar en proteínas. Los demás distritos tuvieron promedios de proteínas no significativas estadísticamente.

Del mismo modo se aplicó la Prueba de Duncan con una significancia de 0.05, para **granos desamargados** provenientes de altitud media de la CRV, para ello, los resultados de la tabla N° 15, presentamos horizontalmente con fines de hacer las comparaciones:

1	2	3	4	5	6	7	8
51.02	49.68	49.33	49.33	47.74	45.18	44.89	34.87

$$S_x = 1.2226$$

$$Z_n = 3.55$$

$$D_n = 1.2226 \times 3.55 = 4.34$$

Comparaciones:

$$I \quad 51.02 - 34.87 = 16.15 > 4.34 **$$

$$II \quad 51.02 - 44.89 = 6.13 > 4.34 *$$

$$III \quad 51.02 - 45.18 = 5.84 > 4.34*$$

$$IV \quad 51.02 - 47.74 = 3.28 < 4.34 \text{ NS}$$

Interpretación: El contenido de proteínas de **granos desamargados**, provenientes de **altitud media** del distrito de Santa Rosa, superó a los demás distritos.



Una apreciación global el proceso de desamargado aplicado a las muestras de los 8 distritos de la CRV, incrementó el contenido de proteínas del tarwi, constituyendo un motivo para otros estudios posteriores como es el aislado de proteínas.

5.2 Discusión

En los resultados de esta investigación se puede apreciar que, la cocción de los granos amargos del tarwi es la etapa fundamental para la liberación de alcaloides con lo que facilita la hidratación y coagulación de proteínas por lo que aumentó significativamente el porcentaje de proteína en granos desamargados, en consideración de la aseveración de Ortega y Palacios (1995) quienes sustentan que los tiempos de hidratación y cocción, hacen que se la eliminación de alcaloides se realice óptimamente. Así mismo, Gutiérrez, Ana; Infantes, Marcos; Pascual, Gloria; Zamora, Johnatan (2016), destaca el alto contenido de proteínas (53,2%) que este posee, citan a Ortega et al. (2010) quien reportó un valor de 44,86% y a Carvajal et al. (2013), quien consideró la cocción (1, 3, 6 horas) infieren que a mayor tiempo de cocción se eliminan más sólidos y coagulan proteínas, este tiene un punto de quebré, ya que el consumo de energía es mayor y peso del producto se incrementa, y han concluido que el tiempo óptimo de cocción es de una hora.

Las proteínas en grano amargo del tarwi de está en indagación, se encuentran en el rango de 25.72 a 40.77 % estos resultados son cercanos a los datos obtenidos por Mujica *et al.* (2002) que mencionó 41.20 % en grano de tarwi amargo. Comparando con los resultados obtenidos por Pérez Ramos, Katerine; Peñafiel, Carlos Elías; Delgado Soriano Víctor (2017) sostienen que los granos de tarwi sin desamargar presentaron un contenido de proteína de 43,54 %, valor que se encuentra dentro de lo que a obtuvo Quispe (2015), en dicha indagación encontró que los genotipos de *Lupinus mutabilis* mostraron entre 41 a 47 % de proteína cruda. Por otro lado, el contenido de proteína de de tarwi desamargado, incrementó respecto al tarwi crudo, estando 56,66 %. Este valor fue superior a lo alcanzado por Quispe (2015) en los genotipos de *Lupinus mutabilis* donde los valores encontrados fueron entre 43 y 53 %. A su vez, citan a Carvajal Larenas *et al.* (2016), aluden que durante el proceso de desamargado acuoso se elimina materia seca soluble en el agua, lo cual da lugar a incrementos de contenido de proteína por lixiviación de los carbohidratos solubles y minerales.

Mujica Angel, Chura Ernesto, Moscoso Mujica, Gladis Angélica. Chura Danira (2021) establecieron que las proteínas de los cultivares: Huancayo-6 y Andenes-80, son los que presentan mayor contenido de proteína en las semillas con 48.8 y 48.6 % correspondientemente,



siendo los cultivares de mayor producción de proteína de altura; mientras que SCG-22 y Altagracia con 44.6 y 44.7 % de proteína correspondientemente, presentaron menor contenido de proteína. Como se aprecian los resultados de dichas indagaciones, corroboran a los promedios del contenido de proteínas de este trabajo.

Los porcentajes de proteína en promedio de ocho distritos llegó a 46.89 %, sin embargo, en las muestras de tarwi desamargado del distrito de Santa Rosa a una altitud de 3 203 m.s.n.m. se obtuvo 51,02%; Jacobsen y Mujica · (2006) obtuvieron 51.07% del mismo modo en grano desamargado villacres, E;Caicedo,C;Peralta, E. (1998) obtuvieron 51.07% en grano desamargado

Kendall A. y Rodríguez A. (s/f) en el piso ecológico suni (zona media, templada), con un rango de 3,300 hasta 3,900 m.s.n.m. de altitud asevera que son favorables para el *tarwi* (*Lupinus mutabilis.*) en esta investigación las altitudes medias fueron de 3 024 hasta 3 399 m.s.n.m. así mismo en las altitudes altas fueron desde 3 423 hasta 3 858 m.s.n.m. que están dentro de los rangos obtenidos por el citado investigador.

Mario E. Tapia Julio, (2015), compara el tarwi con otras leguminosas, como la soya y el frijol, es clara la diferencia en contenido de proteína a favor del tarwi; sin embargo, se debe considerar que ese elevado contenido de proteína, se puede incrementar de 47 a 64% cuando se desamarga.

Mujica A., Chura Ernesto, Moscoso M. Gladys A., Chuquimia Danira (2021) observaron que los cultivares: Huancayo-6, Andenes80 y Yunguyo-2, son los que presentan mayor contenido de proteína en las semillas, con 48.8, 48.6 y 48.4 % correspondientemente, lo hace que sean los cultivares de mayor producción de proteína de altura, poseyendo color de semilla blanca, con similares al del Soya (Baer et al, 1994; Caicedo y Peralta, 2001); siendo los cultivares: SCG-22, Altagracia con 44.6 y 44.7 % de proteína respectivamente, los que tienen menor contenido de proteína, debido al potencial genético propio de cada cultivar y manifestada en situaciones agroclimáticas del altiplano peruano.

Contrastando los resultados de la tabla N. °16, el promedio de promedios obtenidos de ocho distritos de la Cuenca del Rio Vilcabamba Grau para la altitud media 3 291.875 m.s.n.m. para grano amargo el porcentaje de proteínas totales es de 29.835% en comparación de grano amargo para la altitud de 3 609.62 m.s.n.m. con porcentaje de proteína total es de 24.55 %, de otro lado

los granos desamargados, el porcentaje de proteína es de 29.835% en comparación de porcentaje de proteína de grano desamargado para la altitud de 3 609.62 m.s.n.m. con porcentaje de proteína de 24.550%.

Teniendo diferencias de promedios, se aplicó la prueba Rho de Spearman para la altitud media y alta para granos amargos y desamargados de la microcuenca del Rio Vilcabamba, se encontró que no existe una correlación entre el contenido de proteínas, la referencia de Parzanese M. (s/f) que considera que las legumbres aumentan la biodisponibilidad de sus nutrientes dependiendo de la variedad, la temporada de cosecha y de la localización del cultivo no concuerda con los datos obtenidos en esta investigación. Es decir que las altitudes donde se cultivan los granos de tarwi no influye en el contenido de proteína.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los contenidos de proteínas del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.), en granos amargos y desamargados en dos altitudes de los ocho distritos de cuatro microcuencas de la Cuenca del Río Vilcabamba Grau, en la altitud media y alta de las microcuencas tiene diferencias en el porcentaje de proteínas totales.

Existe diferencias altitudinales de los predios en los distritos de las microcuencas, cuyos contenidos de proteínas totales para granos amargos en la altitud media de 3 291.875 m.s.n.m. es de 29.835% y para altitud alta de 3 609.62 m.s.n.m. es de 24.550%. Pero en granos desamargados para la altitud media fue de 29.835% y para la altitud alta es de 24.550%

Los granos de tarwi utilizados, provenientes de las principales zonas productoras de tarwi (*lupinus mutabilis* Sweet) de las microcuencas del Río Vilcabamba Grau, variando su procedencia desde los 3,204 m.s.n.m. (Mariscal Gamarra) hasta 3,858 m.s.n.m. (Curpahuasi) De los cuales, en las **altitudes media** en **grano amargo**, el mayor porcentaje de proteína tiene el distrito de Curpahuasi con porcentaje de 35.71% a una altitud media de 3,623 m.s.n.m. por lo que supera a los de más distritos, y el menor porcentaje a corresponder al de al distrito de Mariscal Gamarra con porcentaje de 23.96% a una altitud de 3,024 m.s.n.m. Por otro lado, para la **altitud alta**, resultó el distrito de San Antonio con mayor porcentaje de 40.77% a una altitud de 3,423 m.s.n.m., pero el menor porcentaje, obtuvo el distrito de Micaela Bastidas con 22.17% a una altitud de 3,464 m.s.n.m.

En granos **desamargados**, a una **altitud media**, el mayor contenido tuvo el distrito de Santa Rosa a una altitud de 3,203 m.s.n.m. con 51.02% el menor contenido obtuvo el distrito de Micaela Bastidas con 34.87% a una altitud de 3,324 m.s.n.m., pero en **altitudes altas**, la mayor concentración de proteínas fue en el distrito de Mariscal Gamarra a una altitud de 3,454 m.s.n.m. con 48,54%, y la menor concentración de proteínas destaco el distrito de Micaela Bastidas con 42,81% a una altitud de 3.464 m.s.n.m.

6.2 Recomendaciones

- Cuantificar el contenido de alcaloides del tarwi.
- Realizar el estudio de nutrientes NPK del suelo en cada distrito, es probable que influyan en el contenido de proteínas.
- Formular un calendario agrícola del cultivo de tarwi para las microcuencas del Rio Vilcabamba.
- Determinar la calidad de las proteínas o aminoácidos del tarwi
- Organizar a los productores de tarwi para desarrollar el clúster del tarwi orgánico. A nivel provincial.

REFERENCIA BIBLIOGRAFÍA

BREÑA Díaz, Daniel Ángel (2018) Obtención de un aislado proteico de torta de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y evaluación de sus propiedades tecno-funcionales UNALM, tesis [grado ingeniero en industrias alimentarias] Lima Perú. Disponible en:

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3802/bre%C3%B1a-diaz-daniel-angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PARZANESE Magali (s/f) Legumbres, procesamiento y agregado de valor. Subsecretaría de alimentos y Bebidas Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca Argentina, ficha N° 25

<http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=29>

BONO Cabré Roser (s/f) Diseños cuasi-experimentales y longitudinales. Departamento de metodología de las ciencias del comportamiento facultad de psicología Universidad de Barcelona. Disponible en:

<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

BOZA Lopez Julio (1991) Valor nutritivo de las leguminosas grano en la alimentación humana y animal. Recuperado de: <https://helvia.uco.es/handle/10396/3797>

CAICEDO, C., PERALTA, E., (2000) “El Chocho. Proteína Vegetal y Potencial Económico”. Perú. Disponible en:

<https://www.coursehero.com/file/p4btvd47/A-CLASIFICACION-BOTANICA-DE-LA-PLANTA-DE-TARWI-La-clasificacion-botanica-de/>

CAMARENA, M. F., Huaranga, J. A., Jimenez, D. J. y Mostacero, N. E. (2012) Revalorización de un cultivo subutilizado: Chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). Primera Edición. Universidad Nacional Agraria La Molina – Consejo 114 Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. CONCYTEC. 2012, pp. 11-104. Disponible en:

<https://isbn.cloud/9789972501401/revaloracion-de-un-cultivo-subutilizado-chocho-o-tarwi-lupinus-mutabilis-sweet/>

CANALS Rosa María, PERALTA Javier & ZUBIRI Eduardo (2019) Herbario de la Universidad Pública de Navarra. Recuperado de:



https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Lupi_lute_p.htm

CASTAÑEDA Castañeda, Benjamin, Manrique M. Renan, Gamarra Castillo Fabricio, Muñoz Jáuregui Ana, Fernando Ramos E. Fernando, Frank Lizaraso Caparó, Frank , Martínez H, Jorge. (2018) Probiótico elaborado en base a las semillas de *Lupinus mutabilis* sweet (chocho o tarwi) Acta Med Per 25(4) 2008. Disponible en:
<http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v25n4/a05v25n4.pdf>

CHIRINOS-ARIAS, M.C. (2015). Andean Lupin (*Lupinus mutabilis* Sweet) a plant with nutraceutical and medicinal potential. *Revista Bio Ciencias*. 3(3): 163-172.
<http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/139/185>

CÓRDOVA Suarez Edwin Moisés, MORALES Licla Pamela Mónica (2019) Hojuelas de tarwi [tesis pregrado] Facultad de Ingeniería Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en:
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/9500/1/2019_Cordova-Suarez.pdf

DE LA CRUZ, De la Cruz Néstor (2018) Caracterización fenotípica y de rendimiento preliminar de ecotipos de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet), bajo condiciones del callejón de Huaylas – Ancash” tesis [grado de ingeniero agrónomo] UNALM Lima Perú. Recuperado de:
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3727/delacruz-delacruz-nessor-jesus.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FAO Manuel B. Suquilanda Valdivieso (editor) (s/f) Producción orgánica de cultivos andinos, manual técnico. Disponible en:
https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf

FERNÁNDEZ Cheza, Edgar Estéban (2017) Determinación del contenido de anti nutrientes en tres variedades de chocho (Andino INIAP 450, Guaranguito INIAP 451 y Criollo) [tesis para título] Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14472/Tesis%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



FLORES Huarco Evert. Caracterización agrobotánica de trece líneas avanzadas de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) por precocidad y rendimiento en el centro agronómico de k'ayra tesis [grado de ingeniero agrónomo], UNSAAC. 2018. Disponible en:

http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/3799/253T20180308_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GARAY Canales, Oscar Baldomero, Manual Técnico 01, El tarwi, alternativa para la lucha contra la desnutrición infantil. INIA Estación experimental Agraria Santa Ana Huancayo, 2015, pp. 64.

Repositorio.inia.gob.pe> bistrean> inia> Garay-el_tarwi_alternativas....

GREGORIO José, Lanza Pedro, Churión Cesar y Gómez Néstor Comparación entre el método kjeldahl tradicional y el método dumas automatizado (n cube) para la determinación de proteínas en distintas clases de alimentos. Revista Saber, multidisciplinaria, Instituto Nacional de Nutrición, UNIVERSIDAD DE ORIENTE, Venezuela, 2016.

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/4277/427749623006/html/index.html>

GUTIÉRREZ, Ana; INFANTES, Marcos; PASCUAL, Gloria; ZAMORA, Johnatan (2016) Evaluación de los factores en el desamargado de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) Agroindustrial Science, Escuela de Ingeniería Agroindustrial Universidad Nacional de Trujillo. Disponible en:

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/1139>

KENDALL Ann y RODRÍGUEZ Abelardo (s/f) Desarrollo y perspectivas de los sistemas de andenería de los andes centrales del Perú. Disponible en:

<https://books.openedition.org/ifea/6120?lang=es>

LEÓN C. José Carlos (2017) en la revista Agraria.pe, 23 de febrero 2017, La región de La Libertad es el primer productor de chocho o tarwi en el Perú. Recuperado de:

[https://agraria.pe/noticias/la-libertad-es-el-primer-productor-de-tarwi-en-el-peru-13246#:~:text=\(Agraria.pe\)%20La%20regi%C3%B3n,promedio%201.265%20kilos%2Fha](https://agraria.pe/noticias/la-libertad-es-el-primer-productor-de-tarwi-en-el-peru-13246#:~:text=(Agraria.pe)%20La%20regi%C3%B3n,promedio%201.265%20kilos%2Fha)

MERA Ramírez Liliana Alejandra /2014) Comparación de los métodos Kjeldahl y Dumas para análisis de proteína cruda en materias primas y productos terminados en una planta de alimentos balanceados. [tesis título profesional química de alimentos] Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera Química de Alimentos, 2015, pp.144



<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6433/1/T-UCE-0008-092.pdf>

MINAGRI 2017. Boletín estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2017, Sistema Integrado de Estadística Agraria SIEA.

https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-ganadera/prod-agricola-ganadera-iii-trimestre2017_131217.pdf

MONTES Franco Jaime (2018) MINAGRI. Nota Técnica de Granos Andinos Lima;

<https://docplayer.es/95746402-Nota-tecnica-de-granos-andinos-junio-ministerio-de-agricultura-y-riego.html>

MUJICA Sánchez Ángel, Moscoso Mujica Gladys: La planta de tarwi. Zavaleta, Amparo Iris (comp.) 2018 *Lupinus mutabilis (tarwi)*. Leguminosa andina con gran potencial industrial / Amparo Iris Zavaleta, compiladora. 1ra Ed. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018. 164 pp.; 17 x 24 cm Tarwi leguminosa andina / alimentos / biología. ISBN 978-9972-46-620-5

<https://fondoeditorial.unmsm.edu.pe/index.php/fondoeditorial/catalog/download/216/199/900-1?inline=1>

MUJICA Angel, CHURA Ernesto, MOSCOSO Mujica, Gladis Angélica. CHURA Danira (2021) Selección de cultivares de tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet.) por rendimiento, precocidad, contenido de aceite y proteína en Puno, Perú, Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo VI (pp.1-13). Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/351241752_SELECCION_DE_CULTIVARES_DE_TARWI_LUPINUS_MUTABILIS_SWEET_POR_RENDIMIENTO_PRECOCIDAD_CON_TENIDO_DE_ACEITE_Y_PROTEINA_EN_PUNO_PERU

OFICINA DE COMUNICACIONES DEL GOBIERNO REGIONAL DE APURÍMAC
Noticias 24-03-2019.

<http://www.regionapurimac.gob.pe/tag/anemia-en-apurimac/>

PÉREZ Ramos, Katerine; PEÑAFIEL, Carlos Elias; DELGADO Soriano Víctor (2017)

Bocadito con alto contenido proteico: un extruido a partir de quinua (*Chenopodium quinoa*)

Willd.), tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y camote (*Ipomoea batatas* L.) *Scientia Agropecuaria* 8(4): 377 – 388 (2017) Website: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop>

PILLACA Pullo Omar y QUISPE Ricalde María Antonieta: Los alcaloides del tarwi. Zavaleta, Amparo Iris (comp.) 2018 *Lupinus mutabilis (tarwi)*. Leguminosa andina con gran potencial industrial / Amparo Iris Zavaleta, compiladora. 1ra ed. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018. 164 pp.; 17 x 24 cm Tarwi / leguminosa andina / alimentos / biología. ISBN 978-9972-46-620-5

PORRAS, J; Guemez, N; Montañez, J; Carmen, M. 2013. Comparative study of functional properties of protein isolates obtained from three *Lupinus* species. *Advances in Bioresearch* 11(4): 106-116.

QUISPE Sanca David. Composición nutricional de diez genotipos de lupino (*L. mutabilis* y *L. albus*) desamargados por proceso acuoso. Tesis [Magister Scientiae en tecnología de alimentos] Universidad Nacional Agraria La Molina Lima Perú, 2015, pp 215. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1816/Q04_Q8_T%20BAN%20UNALM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SUCA A. G. R., Suca A. C. A. (2015) Potencial del tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial *Rev. Per. Quím. Ing. Quím.* Vol. 18, N.º 2, 2015, págs. 55-71
<https://revistainvestigacion.unmasm.edu.pe>article> PDF

TAPIA Núñez Edgar, Mario (2015) El tarwi lupino andino, tarwi, tauri o chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet) Fondo Ítalo peruano.
<http://fadvamerica.org/wp-content/uploads/2017/04/TARWI-espanol.pdf>

VEGAS Niño Rodolfo, Vega Pérez Carlos, Peña Suasnabar: Potencial tecnológico de las semillas de tarwi. Zavaleta Amparo Iris *Lupinus mutabilis* tarwi, leguminosa andina con gran potencial industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Fondo Editorial, 2018, 164 pp. ISBN 978-9972-46-620-5



ZAVALETA, Amparo Iris (comp.) 2018 *Lupinus mutabilis* (tarwi). Leguminosa andina con gran potencial industrial / Amparo Iris Zavaleta, compiladora. 1.a ed. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018. 164 pp.; 17 x 24 cm Tarwi / leguminosa andina / alimentos / biología. ISBN 978-9972-46-620-5

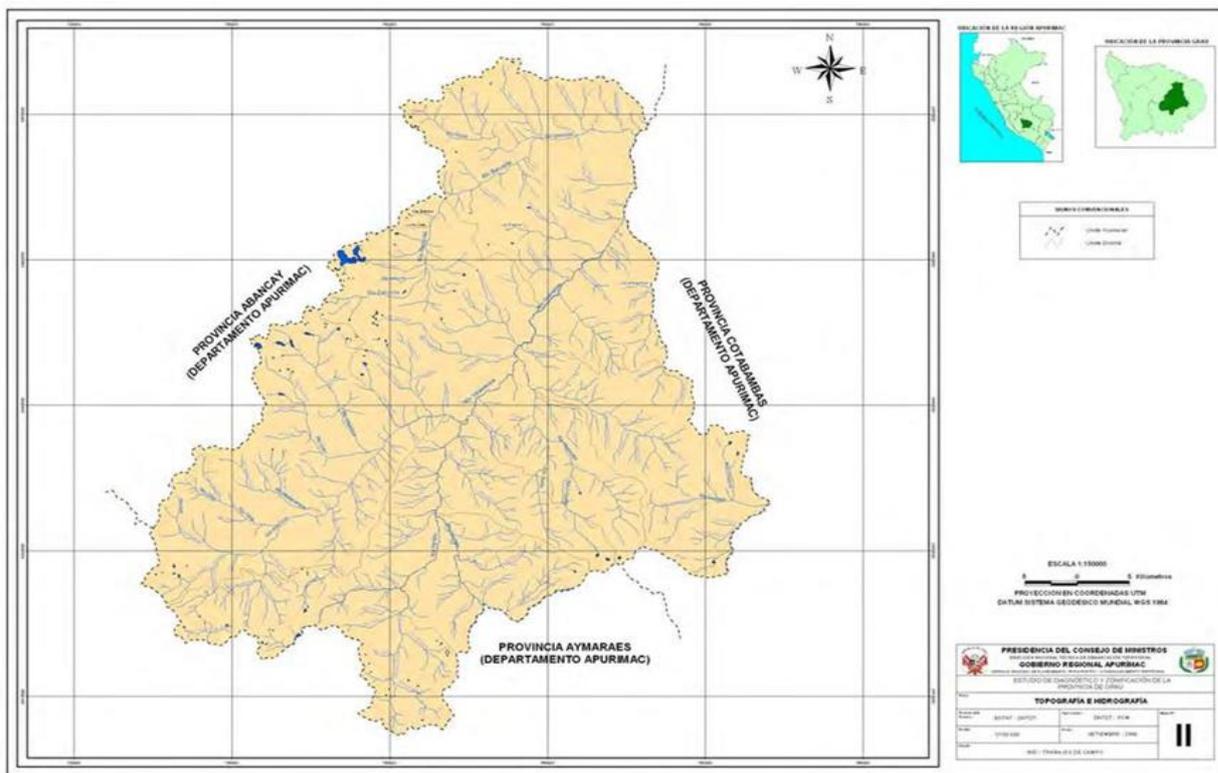


ANEXOS



ANEXO 1 FIGURAS

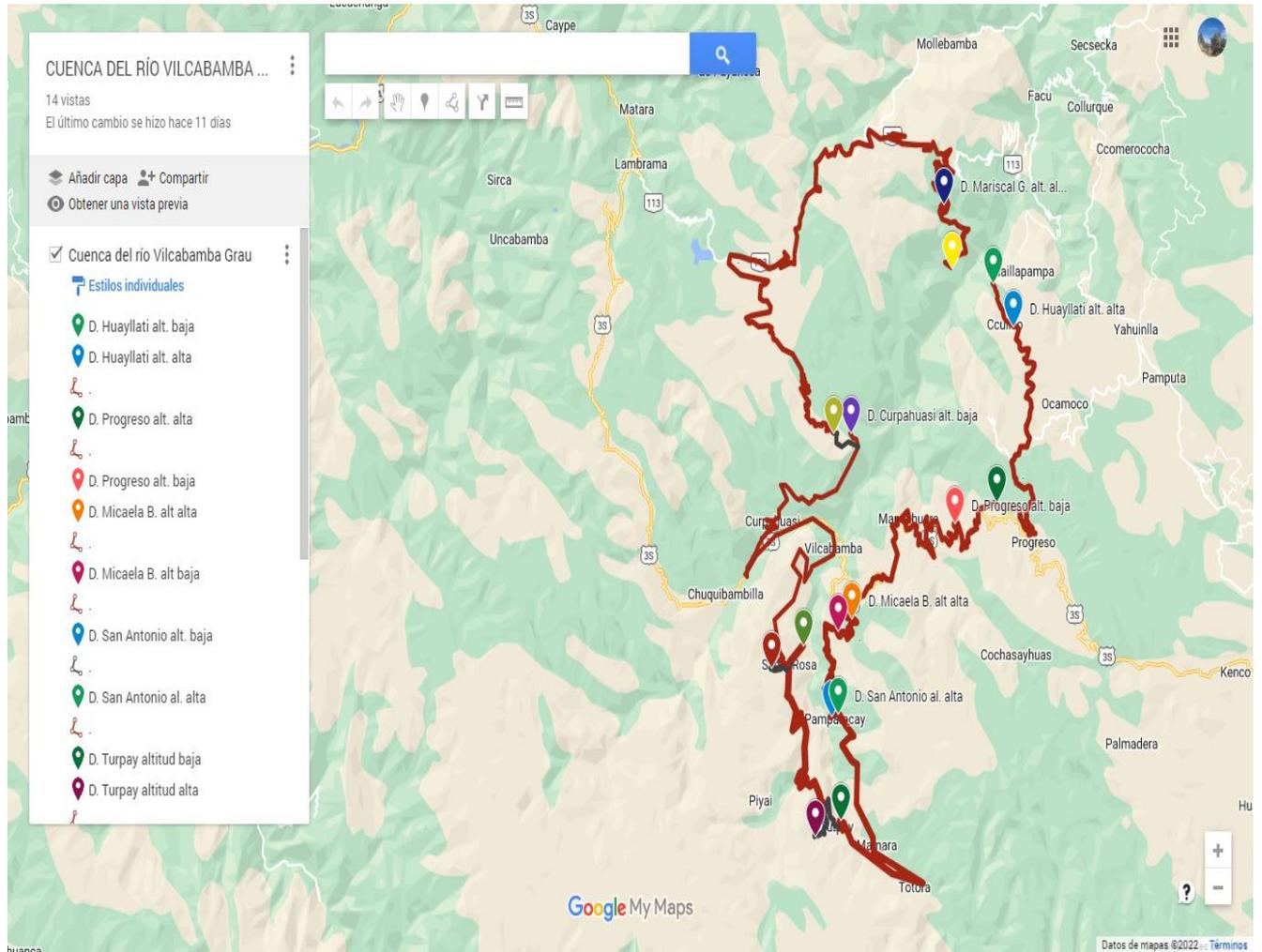
PLANO DE LA PROVINCIA GRAU, MICROCUENCA DEL RIO VILCABAMBA



Distritos de la provincia de Grau



PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE TARWI



PLANO DE LA REGIÓN APURÍMAC



ANEXO 02 TESTIMONIO FOTOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN



Figura 05 — Cultivo de tarwi, distrito de Turpay



Figura 06 — Cultivo de tarwi, distrito de San Antonio



Figura 07 — Recolección de muestra de tarwi distrito de Progreso



Figura 08 — producción de tarwi distrito de Huayllati

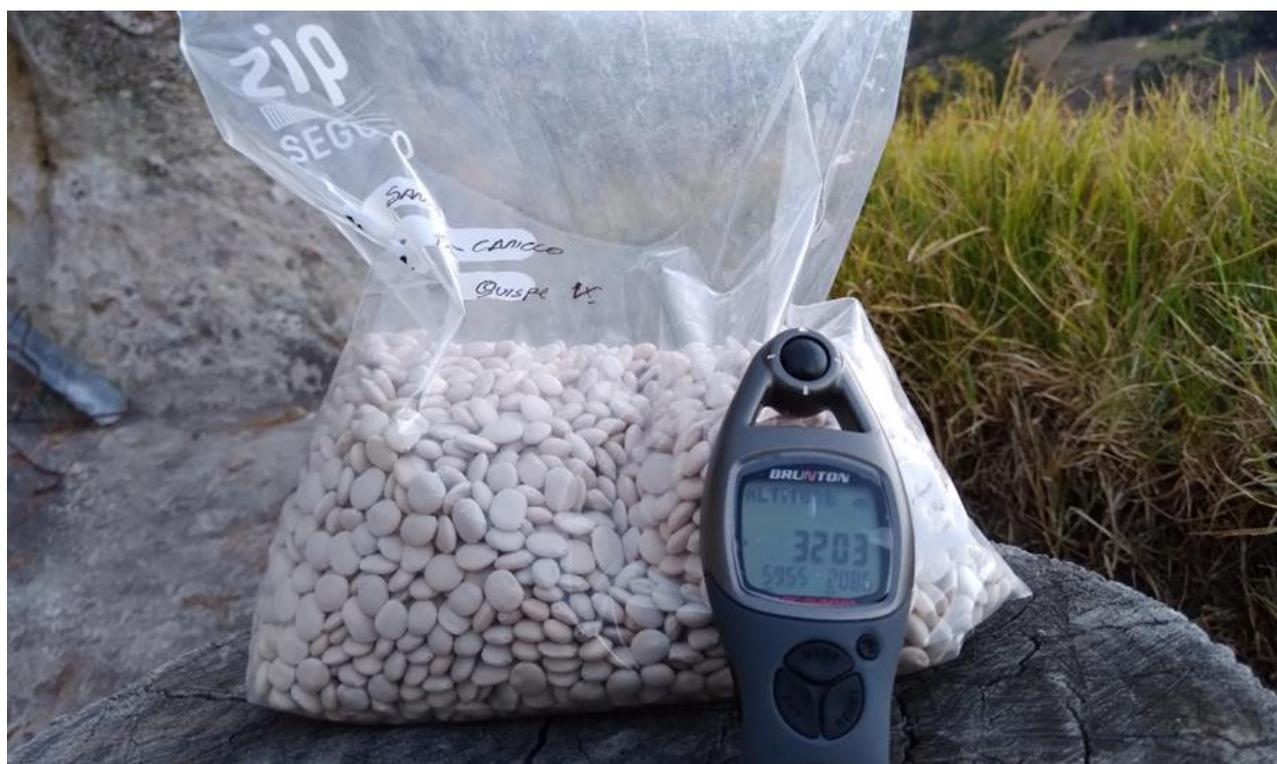


Figura 09 — Muestra de tarwi en el distrito de Santa Rosa



Figura 10 — Desamargado de Tarwi



Figura 11 — Secado al medio ambiente después del desamargado



Figura 12 — Molienda de las muestras de tarwi



Figura 13 — Molienda de las muestras de tarwi

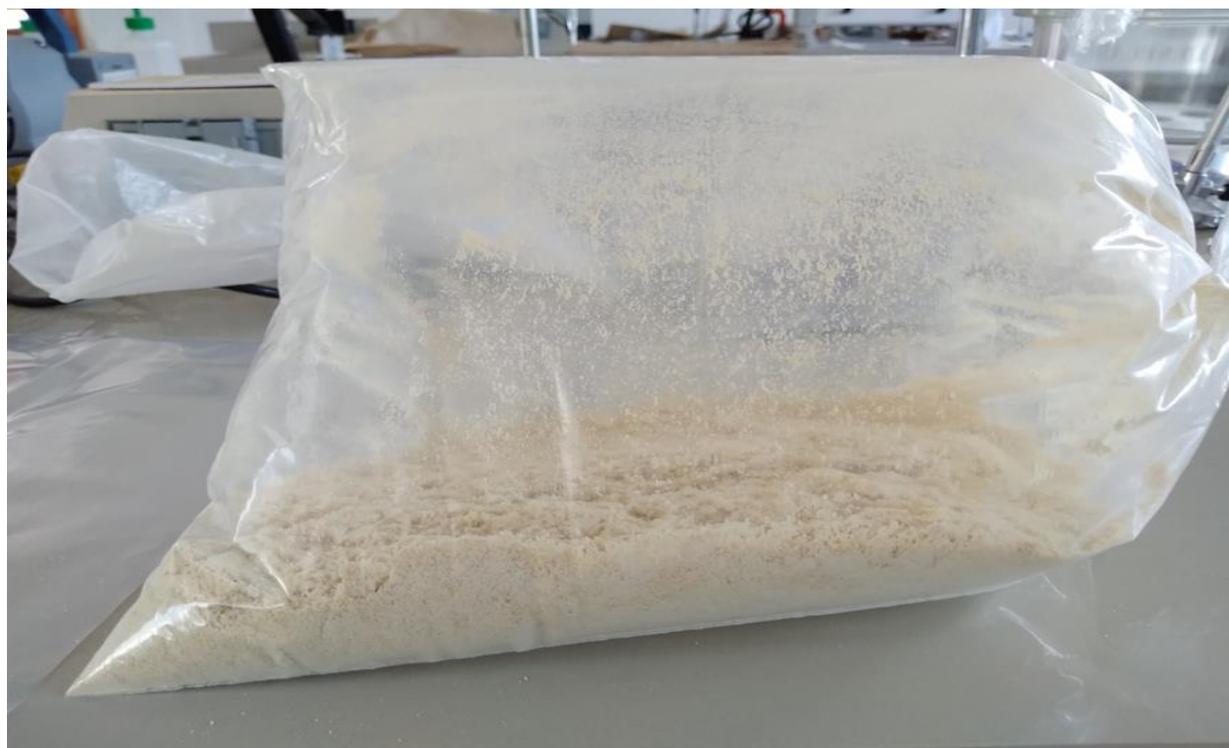


Figura 14 — Homogenización después de la molienda



Figura 15 — Pesado de las muestras más los catalizadores



Figura 16 — Digestión de la muestra



Figura 17 — Proceso de destilación



Figura 18 — Titulación



Figura 19 — Titulación

ANEXO 3

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PROTEÍNAS DE TARWI EN BASE SECA EN LOS DISTRITOS DE LA MICROCUENCA DEL RIO VILCABAMBA – GRAU

MICROCUENCAS	DISTRITOS	ALTITUDES	N° REPETICIONES	PESO DE LA MUESTRA	PESO FINAL DE LA MUESTRA	PESO PROMEDIO DE LAS MUESTRAS	VOLÚMEN GASTADO DE ÁCIDO SULFÚRICO 0.02% N	VOLÚMEN GASTADO DE ÁCIDO SULFÚRICO 0.02% N FINAL	VOLÚMEN GASTADO PROMEDIO DE ÁCIDO SULFÚRICO 0.02% N	% DE PROTEINA TOTAL
microcuenca A	Huayllati	altitud alta 3784 msnm	R1	0.5024	1.5121	0.504033333	124.5	370.5	123.5	42.88
			R2	0.5059			121			
			R3	0.5038			125			
		altitud media 3360 msnm	R1	0.5007	1.5043	0.501433333	128.5			
			R2	0.5018			129.1			
			R3	0.5018			130.2			
	Progreso	altitud alta 3609 msnm	R1	0.5042	1.5074	0.502466667	125.002	375.105	125.035	43.55
			R2	0.5002			125.003			
			R3	0.503			125.1			
		altitud media 3399 msnm	R1	0.5016	1.5032	0.501066667	125.005			
			R2	0.5006			125			
			R3	0.501			125.02			
microcuenca B	Micaela Bastidas	altitud alta 3464 msnm	R1	0.5007	1.5022	0.500733333	118.9	336.1	112.0333333	39.15
			R2	0.5013			107.8			
			R3	0.5002			109.4			
		altitud media 3324 msnm	R1	0.5	1.5004	0.500133333	125			
			R2	0.5002			124.4			
			R3	0.5002			24			
	San Antonio	altitud alta 3423 msnm	R1	0.5005	1.5026	0.500866667	121.5	365.3	121.7666667	42.54
			R2	0.5002			122			
			R3	0.5019			121.8			
		altitud media 3280 msnm	R1	0.503	1.5095	0.503166667	118.8			
			R2	0.5019			118.5			
			R3	0.5046			119.1			
microcuenca C	Turpay	altitud alta 3724 msnm	R1	0.5021	1.5047	0.501566667	117.5	353.2	117.7333333	41.08
			R2	0.5009			118			
			R3	0.5017			117.7			
		altitud media 3122 msnm	R1	0.5012	1.5028	0.500933333	129.3			
			R2	0.5011			129			
			R3	0.5005			129.1			
	Santa Rosa	altitud alta 3561 msnm	R1	0.5003	1.5039	0.5013	113.9	351	117	40.84
			R2	0.5023			114.5			
			R3	0.5013			122.6			
		altitud media 3203 msnm	R1	0.5004	1.5017	0.500566667	132.4			
			R2	0.5004			134.6			
			R3	0.5009			133.4			
microcuenca D	Carpahuasi	altitud alta 3858 msnm	R1	0.5006	1.5024	0.5008	124.6	381	127	44.38
			R2	0.5006			129.2			
			R3	0.5012			127.2			
		altitud media 3623 msnm	R1	0.5031	1.5077	0.502566667	117.9			
			R2	0.5031			118			
			R3	0.5015			117.8			
	Mariscal Gamarra	altitud alta 3454 msnm	R1	0.5009	1.5024	0.5008	127.1	381.1	127.0333333	44.39
			R2	0.5013			127			
			R3	0.5002			127			
		altitud media 3024 msnm	R1	0.5033	1.5063	0.5021	132.8			
			R2	0.501			129.2			
			R3	0.502			129.1			

