

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE DIFERENTES
ECOTIPOS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN VALLES
INTERANDINOS DEL MUNICIPIO DE CHARAZANI”**

Presentado por:

HECTOR TICONA QUISPE

LA PAZ – BOLIVIA

2022

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD NUTRITIVA DE DIFERENTES ECOTIPOS DE
TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EN VALLES INTERANDINOS DEL MUNICIPIO
DE CHARAZANI

Tesis de Grado presentado como
requisito parcial para optar el título de
Ingeniero en Producción y Comercialización Agropecuaria.

HECTOR TICONA QUISPE

TUTOR:

Ing. M.Sc. Rolando Céspedes Paredes

TRIBUNAL REVISOR:

Ing. M.Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa

Ing. M.Sc. Zenón Martínez Flores

Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador:

LA PAZ – BOLIVIA

2022

DEDICATORIAS

A Dios

Se la dedico con todo mi corazón al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo al creador, de mis padres, mis hermanos (as) y de las personas que más amo, con mi más sincero amor.

A mi madre Juana

Por haberme cuidado y apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Rolando

Por los ejemplos de perseverancia y constancia, así también el apoyo brindado siempre en cada momento de mi vida es el valor mostrado para salir adelante y por su amor claro.

A mis familiares

A mis hermanos (as) porque siempre he contado con ellos para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad. Por otro lado, a todos (as) aquellos familiares que contribuyeron en toda esta etapa de mi formación profesional. Asimismo, una profunda dedicación a mi Ángel Guardián.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Mayor de San Andrés, en particular a la Facultad de Agronomía y por ende a la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria, porque se la debo mi formación como profesional.

Al proyecto UMSA/PIA-ACC-DIPGIS FASE II “TRIGO BIOFORTIFICADO EN VALLES INTERANDINOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ” de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por permitirme hacer mi trabajo de investigación a través de la ayuda otorgada.

En ese sentido también agradezco a mi tutor: Ing. Rolando Céspedes Paredes por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación de este.

A los miembros de tribunal revisor: Ing. M.Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa, Ing. M.Sc. Zenón Martínez Flores, Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas, por todas las correcciones y sugerencias brindados.

A la Ing. Yuridia Céspedes Apaza, Ing. Adrián Ramos Paye, Lic. Carlos Hector Díaz Mercado, Lic. Isabel Alejo por sus apoyos ofrecidos en este trabajo y el tiempo compartido.

A mis amigos (as) que siempre nos apoyamos mutuamente en nuestras actividades que realizamos cada uno (a), así como en la formación profesional, etc.

Para culminar tengo un gran agradecimiento con mi núcleo familiar que son todo para mí, y que me resulta muy difícil poder nombrarlos en tan poco espacio, sin embargo, ustedes saben quiénes son. Doy gracias a todos (as) por inspirarme y brindarme ese apoyo incondicional hasta este momento de mi vida y seguiremos unidos siempre

INDICE

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
2.3 Hipótesis	3
2.3.1 Diseño Completamente al Azar (bromatología).....	3
2.3.2 Chi Cuadrado (características organolépticas)	3
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Origen del trigo	4
3.2 Trigo.....	4
3.3 Taxonomía de trigo	5
3.4 Morfología y características físicas del trigo	5
3.4.1 Raíces	5
3.4.2 Tallo	5
3.4.3 Hoja	5
3.4.4 Inflorescencia	5
3.4.5 Fenotipos del grano de trigo	6
3.4.6 Estructura del grano.....	6
3.5 Peso hectolítrico del grano	7
3.6 Producción de trigo en Bolivia.....	7
3.7 Importancia del Trigo	8
3.8 Clasificación del trigo	8
3.8.1 Por dureza de grano	8

3.9	Calidad de trigo	9
3.10	Ecotipos de trigo	9
3.11	Bromatología.....	9
3.12	Composición bromatológica del grano de trigo.....	10
3.13	Derivados de trigo	10
3.14	Harina de trigo	11
3.15	Cantidad de proteína.....	11
3.16	Contenido de cenizas.....	12
3.17	Contenido de gluten	12
3.18	Contenido de humedad	12
3.19	Características organolépticas	13
4	LOCALIZACIÓN	14
4.1	Ubicación Geográfica del municipio de Charazani	14
4.2	Extensión territorial	14
4.3	Población total	15
5	MATERIALES Y MÉTODO	16
5.1	MATERIALES	16
5.1.1	Material vegetal	16
5.1.2	Material de campo	16
5.1.3	Insumos en laboratorio	16
5.1.4	Materiales y utensilios de laboratorio	16
5.1.5	Equipos de laboratorio	17
5.1.6	Reactivos de laboratorio	18
5.1.7	Materiales de Gabinete.....	18
5.2	MÉTODO	18

5.2.1	comunidades en estudio	18
5.2.2	Recolección y Etiquetado	19
5.2.3	Caracterización fenotípica del grano.....	19
5.2.4	Análisis bromatológico.....	19
5.2.5	Características organolépticas.....	20
5.2.6	Unidades Educativas	20
5.3	Diseño Experimental	20
5.4	Análisis Estadístico	21
5.5	ANÁLISIS EN LABORATORIO	22
5.5.1	Peso de los granos	22
5.5.2	Peso hectolítrico.....	22
5.5.3	Humedad.....	23
5.5.4	Ceniza	24
5.5.5	Proteína.....	25
5.5.6	Gluten Húmedo y Seco.....	27
5.5.7	Acidez.....	28
5.5.8	Grasa.....	29
5.5.9	Fibra	30
5.5.10	Hierro.....	31
5.5.11	Zinc	33
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
6.1	Características fenotípicas de los granos de trigo.	34
6.1.1	Peso de grano (g)	34
6.1.2	Peso hectolítrico (g).....	35
6.2	Características bromatológicas	36

6.2.1	Humedad (%)	36
6.2.2	Ceniza (%).....	39
6.2.3	Gluten húmedo (%).....	41
6.2.4	Gluten Seco (%)	44
6.2.5	Acidez (%)	46
6.2.6	Grasa (%)	49
6.2.7	Fibra (%).....	51
6.2.8	Proteína (%)	53
6.2.9	Zinc (mg/l)	56
6.2.10	Hierro (mg/l).....	57
6.3	Características organolépticas	60
6.3.1	Análisis de color	60
6.3.2	Análisis de olor	61
6.3.3	Análisis de sabor	63
6.3.4	Análisis de dureza	64
7	CONCLUSIONES.....	66
8	RECOMENDACIONES y/o SUGERENCIAS	69
	BIBLIOGRAFÍA	70

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Grano de Trigo	6
Figura 2 Mapa de Localización	14
Figura 3 Población en el Municipio de Charazani.....	15
Figura 4 Imagen satelital, mostrando las comunidades en estudio.....	19
Figura 6 Resultados sobre la degustación de color	61
Figura 7 Resultados sobre la degustación de olor.....	62
Figura 8 Resultados sobre la degustación de sabor.....	63
Figura 9 Resultado de las preferencias en la degustación de la dureza	64

INDICE DE FOTOS

	Pág.
Foto 1: a) y b) Pesado de los granos	22
Foto 2: a) Pesado del trigo; b) Proceso de contado	23
Foto 3: a) Pesado de la muestra; b) Secador	24
Foto 4: a) Retirado de crisoles de la mufla; b) Enfriado en el desecador.....	25
Foto 5: a) Destilación de la muestra; b) Titulación de las muestras.....	26
Foto 6: a) Proceso de amasado; b) Gluten húmedo.....	28
Foto 7: a) Agitando la muestra; b) Proceso de filtración	29

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Descripción taxonómica del cultivo de trigo	5
Tabla 2 Producción de trigo por año agrícola, según el cultivo 2012-2017(p):2020(p).	7
Tabla 3 Composición Química del grano de trigo	10
Tabla 4 Requisitos físico-químico de la harina de trigo.	11
Tabla 5 Población del territorio del actual Municipio de Charazani.....	15
Tabla 6 Muestra poblacional de la encuesta	20
Tabla 7 Ecotipos de trigo muestreadas en 5 comunidades	21
Tabla 8 Análisis de varianza para peso (g) de grano de trigo según comunidad ..	34
Tabla 9 Análisis de varianza para peso (g) de grano de trigo según ecotipos	34
Tabla 10 Comparación de medias para ecotipos de trigo en peso (g) DUNCAN (0.05)	35
Tabla 11 Determinación del peso hectolítrico (kg/hl) de granos de trigo	36
Tabla 12 Análisis de varianza de humedad (%) en harina de trigo para comunidades	37
Tabla 13 Comparación de medias para humedad (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	37
Tabla 14 Análisis de varianza de humedad (%) en harina de trigo para ecotipos .	38
Tabla 15 Comparación de medias para humedad (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	38
Tabla 16 Análisis de varianza de ceniza (%) en harina de trigo para comunidades	39
Tabla 17 Comparación de medias para ceniza (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	40
Tabla 18 Análisis de varianza de ceniza (%) en harina de trigo para ecotipos	40
Tabla 19 Comparación de medias para ceniza (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	41
Tabla 20 Análisis de varianza de gluten húmedo (%) en harina de trigo para comunidades.....	42

Tabla 21 Comparación de medias para gluten húmedo (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	42
Tabla 22 Análisis de varianza de gluten húmedo (%) en harina de trigo para ecotipos	43
Tabla 23 Comparación de medias para gluten húmedo (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	43
Tabla 24 Análisis de varianza de gluten seco (%) en harina de trigo para comunidades.....	44
Tabla 25 Comparación de medias para gluten seco (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	45
Tabla 26 Análisis de varianza de gluten seco (%) en harina de trigo para ecotipos	45
Tabla 27 Comparación de medias para gluten seco (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	46
Tabla 28 Análisis de varianza de acidez (%) en harina de trigo para comunidades	47
Tabla 29 Comparación de medias para acidez (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	47
Tabla 30 Análisis de varianza de acidez (%) en harina de trigo para ecotipos	48
Tabla 31 Comparación de medias para acidez (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	48
Tabla 32 Análisis de varianza de grasa (%) en harina de trigo para comunidades.....	49
Tabla 33 Comparación de medias para grasa (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	50
Tabla 34 Análisis de varianza de grasa (%) en harina de trigo para ecotipos.....	50
Tabla 35 Comparación de medias para grasa (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	51
Tabla 36 Análisis de varianza de fibra (%) en harina de trigo para comunidades .	52
Tabla 37 Comparación de medias para fibra (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	52
Tabla 38 Análisis de varianza de fibra (%) en harina de trigo para ecotipos.....	53

Tabla 39 Análisis de varianza de proteína (%) en harina de trigo para comunidades	53
Tabla 40 Comparación de medias para proteína (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	54
Tabla 41 Análisis de varianza de proteína (%) en harina de trigo para ecotipos ...	54
Tabla 42 Comparación de medias para proteína (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	55
Tabla 43 Análisis de varianza de zinc (mg/l) en harina de trigo para comunidades	56
Tabla 44 Comparación de medias para zinc (mg/l) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	56
Tabla 45 Análisis de varianza de zinc (mg/l) en harina de trigo para ecotipos	57
Tabla 46 Análisis de varianza de hierro (mg/l) en harina de trigo para comunidades	58
Tabla 47 Comparación de medias para hierro (mg/l) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)	58
Tabla 48 Análisis de varianza de hierro (mg/l) en harina de trigo para ecotipos ...	59
Tabla 49 Comparación de medias para hierro (mg/l) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)	59
Tabla 50 Análisis de chi cuadrado de la apreciación de color, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)	60
Tabla 51 Análisis de chi cuadrado de la percepción de olor, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)	62
Tabla 52 Análisis de chi cuadrado de la degustación de sabor, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)	63
Tabla 53 Análisis de chi cuadrado de la percepción de la dureza, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)	64
Tabla 54 Ecotipos encontrados en comunidades de estudio	B
Tabla 55 Características fenotípicas de los granos de trigo	B
Tabla 56 Determinación del peso hectolítrico	C
Tabla 57 Análisis físico químico de los ecotipos de trigo	C

Tabla 58 Escala hedónica para la apreciación de color.....	H
Tabla 59 Escala hedónica para la percepción de olor	H
Tabla 60 Escala hedónica para la degustación de sabor	H
Tabla 61 Escala hedónica para la percepción de dureza	I

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en cinco comunidades del municipio de Charazani con el Proyecto “TRIGO BIOFORTIFICADO EN VALLES INTERANDINOS DEL DEPARTAMENTO DE LA PAZ”. El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la calidad nutritiva de los diferentes ecotipos de trigo: Chujchayuj, Azul Muru, Ichilo, Arrocillo, Yuraj Muru y Motacú, respectivamente. Se determinó características fenotípicas de seis ecotipos de trigo, posteriormente se hizo el análisis físico-químico: humedad, ceniza, gluten húmedo y seco, acidez, grasa, fibra, proteína, hierro y zinc. La determinación fenotípica se hizo en el laboratorio de Instituto de Investigación y Desarrollos de Procesos Químicos, para el pesado de los granos se usó una balanza analítica dando como resultado con mayor peso el ecotipo Chujchayuj (0.06 gramos), y el resto de los ecotipos con 0.05 gramos, de la misma manera en el peso hectolítrico los ecotipos presentan estándares de aceptabilidad según varios autores. Aunado a esto, los resultados bromatológicos se encuentran dentro del rango establecido en las normas IBNORCA y las recomendaciones de algunos autores, teniendo así los máximos y mínimos de cada parámetro analizado, humedad (12.57-11.54%), ceniza (2.73-1.37%), gluten húmedo (18.14-7.99%), gluten seco (7.89-3.37%), acidez (0.12-0.09%), grasa (0.31-0.17%), fibra (4.75-1.86%), proteína (9.52-7.66%), zinc (4.76-3.67mg/l), hierro (1.53-0.87mg/l). Para ello, se aplicó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con un análisis de varianza (ANOVA). En tal sentido, la evaluación organoléptica se determinó bajo parámetros de percepción y/o degustación del producto (panes elaborados de los ecotipos de trigo) mediante una escala hedónica de 6 puntos. La encuesta se realizó en las unidades educativas del municipio de Charazani, U.E. Charazani Nación Kallawaya, Yawar Mallku (nivel secundario) y U.E. Bautista Saavedra (primaria) se hizo análisis físicos (Color, Olor, Sabor y Dureza). Para determinar el grado de aceptación se utilizó la prueba del chi cuadrado y en el análisis estadístico se empleó el programa InfoStat. En los resultados se evidencia que se tiene preferencias por el ecotipo Chujchayuj seguidamente Arrocillo, Ichilo, Yuraj Muru, Azul Muru y Motacú.

ABSTRACT

The present research work was carried out in five communities of the municipality of Charazani with the Project "BIOFORTIFIED WHEAT IN INTER-ANDEAN VALLEYS OF THE DEPARTMENT OF LA PAZ". The work was carried out with the aim of evaluating the nutritional quality of the different wheat ecotypes: Chujchayuj, Azul Muru, Ichilo, Arrocillo, Yuraj Muru and Motacú, respectively. Phenotypic characteristics of six wheat ecotypes were determined, later the physical-chemical analysis was done: moisture, ash, wet and dry gluten, acidity, fat, fiber, protein, iron and zinc. The phenotypic determination was made in the laboratory of the Institute of Research and Development of Chemical Processes, for the weighing of the grains an analytical balance was used resulting in the Chujchayuj ecotype (0.06 grams), and the rest of the ecotypes with 0.05 grams, in the same way in the hectolitic weight the ecotypes present acceptability standards according to several authors. In addition to this, the bromatological results are within the range established in the IBNORCA standards and the recommendations of some authors, thus having the maximum and minimum of each parameter analyzed, humidity (12.57-11.54%), ash (2.73-1.37%), wet gluten (18.14-7.99%), dry gluten (7.89-3.37%), acidity (0.12-0.09%), fat (0.31-0.17%), fiber (4.75-1.86%), protein (9.52-7.66%), zinc (4.76-3.67mg/l), iron (1.53-0.87mg/l). To do this, the Completely Random Design (DCA) with an analysis of variance (ANOVA) was applied. In this sense, the organoleptic evaluation was determined under parameters of perception and / or tasting of the product (breads made from wheat ecotypes) using a hedonic scale of 6 points. The survey was conducted in the educational units of the municipality of Charazani, U.E. Charazani Kallawayá Nation, Yawar Mallku (secondary level) and U.E. Bautista Saavedra (primary) physical analysis was done (Color, Smell, Taste and Hardness). To determine the degree of acceptance, the chi-square test was used and the Info Stat program was used in the statistical analysis. The results show that there are preferences for the Chujchayuj ecotype followed by Arrocillo, Ichilo, Yuraj Muru, Azul Muru and Motacú.

1 INTRODUCCIÓN

En la provincia Bautista Saavedra, municipio de Charazani se hace el trabajo de investigación en cinco comunidades para hacer la evaluación de la calidad nutritiva de los diferentes ecotipos de trigo, ya que es el más importante dentro de los cereales (maíz, arroz, cebada) por su gran diversidad de adaptación, siendo el uso más prioritario para la alimentación de la sociedad y la harina no puede ser sustituida por ninguna otra harina debido a sus cualidades panificadoras únicas, por ello el avance hacia el logro de la seguridad alimentaria en Bolivia debe considerar la producción de los ecotipos de trigo (*Triticum aestivum L.*).

Asimismo, para la presente investigación se desarrollaron encuestas en tres Unidades Educativas (Charazani Nación Kallawaya, Yawar Mallku y Bautista Saavedra) del municipio de Charazani sobre las características organolépticas de pan, elaboradas de diferentes ecotipos de trigo producidos en las comunidades del municipio, con la finalidad de minar oportunidades a largo plazo y una comercialización justa de los productos locales. Es en ese sentido que se quiere fomentar para un mejor aprovechamiento debido a que la producción en el sector es ecológica sin uso de los fertilizantes químicos.

En efecto, conociendo las potencialidades de los valores nutricionales de diferentes ecotipos de trigo del municipio, mediante los análisis realizados en IIDEPROQ-UMSA, se tiene la plena confianza en presentar una propuesta a la alcaldía para aprovechar el producto local como desayuno escolar obviamente en productos secundarios o derivados de trigo en las unidades educativas, esto permitiría a las familias productoras generar una fuente de ingreso en términos monetarios.

Los panes de trigo denominado como producto secundario de este cereal representan una posibilidad de alimentación sana y adecuada para toda la comunidad estudiantil de las unidades educativas esto por su calidad nutricional destacando así la proteína, hierro, etc., que son esenciales en nuestro desarrollo es así como se podría combatir la desnutrición, problemas de aprendizaje, disminuir enfermedades son beneficios que puede llegar a brindar si se aprovecha de la forma adecuada. Producto de estas iniciativas se pueden abrir nuevas oportunidades

como son los mercados donde puede dar un gran impacto así a largo plazo proyectar el consumo ecológico a nivel nacional e internacional.

Bolivia no es autosuficiente en la provisión del trigo, a pesar de que los granos de esta especie son un alimento básico de la población boliviana. La producción de trigo en Bolivia solo satisface el 30% de la demanda, el resto es importado de otros países. De este 30%, la mitad se produce en áreas tradicionales de la región occidental y la otra mitad en el oriente. En Cochabamba, el trigo se cultiva en 25.000 ha, con un rendimiento promedio de 0,8 ton/ha. Cochabamba aporta con el 26% a la producción nacional de trigo. Existen dos especies de trigo: el trigo harinero y el trigo duro. El trigo harinero se caracteriza por contener altos contenidos de gluten. El gluten confiere a la harina propiedades de cohesión y extensibilidad, importantes para la elaboración del pan. El trigo duro se caracteriza por contener altos contenidos de semolina. La semolina confiere propiedades de cohesión a la masa para la elaboración de pastas (fideos, macarrones, etc.). Esta cohesión, conferida por semolina, permite que las pastas mantengan su integridad durante la cocción. En Bolivia, ambas especies de trigo son importantes. Actualmente, el precio del trigo duro es doble del trigo blando, Pocona, (2011).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar la calidad nutritiva de los ecotipos de trigo en valles interandinos del municipio de Charazani.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar las características fenotípicas del grano de los ecotipos de trigo.
- Evaluar los análisis bromatológicos de los diferentes ecotipos de trigo.
- Evaluar las características organolépticas de panes elaboradas con harina de trigo.

2.3 Hipótesis

2.3.1 Diseño Completamente al Azar (Bromatología)

Ho: La cantidad de gluten es el mismo para cualquier ecotipo de trigo.

Ha: Al menos un ecotipo de trigo es diferente en la cantidad de gluten.

2.3.2 Chi Cuadrado (características organolépticas)

Ho: Existe independencia entre ecotipos y los cuatro parámetros de percepción.

Ha: No existe independencia entre ecotipos y los cuatro parámetros de percepción.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen del trigo

Yara Bolivia (s.f.), menciona que, el cultivo de trigo inició hace unos 10.000 años, y su origen se ha rastreado al sureste de lo que hoy es Turquía. Su nombre fue Einkorn (*Triticum monococcum*) y generalmente se describe como una planta diploide, es decir con dos juegos de cromosomas. Al mismo tiempo, se domesticó el trigo Emmer (*Triticum dococcum*).

Esto fue un desarrollo genético ya que Emmer era un híbrido natural de dos especies, *Triticum urartu* (relacionado con Einkorn silvestre (*T. boeoticum*), y especies de *Aegilops*. Ambas plantas fueron diploides lo que significaba que este trigo nuevo ya era tetraploide, es decir con cuatro juegos de cromosomas. El trigo durum es tetraploide, y se ha desarrollado vía hibridación natural de la misma manera que el trigo Emmer. A través de los años los agricultores siguieron seleccionando en sus campos las plantas que mostraban propiedades favorables, como facilidad de cosecha, buen rendimiento, etc., y los nuevos trigos empezaron a dominar.

Spelt y el trigo común pan resultaron ser los tipos favorecidos. Estos dos son el resultado de una hibridación natural entre trigo Emmer y la especie silvestre *Aegilops tauschii*. Este desarrollo genético “natural”, aun teniendo gran éxito, llevó muchos años. Actualmente la biotecnología está explorando otras maneras de manejo genético que lo hace más rápido y eficiente.

3.2 Trigo

Triticum aestivum especie hexaploide, también conocida como trigo harinero, es la más cultivada en el mundo y su harina es la más apropiada para la elaboración de pan. El trigo harinero comprende miles de variedades que son adaptadas a una gran amplitud de ambientes agroecológicos, Villaseñor y Espitia (2000); Espitia et al., (2003); De la O et al. (2010).

Todas las especies de trigo, ya sea cultivadas o silvestres pertenecen al género *Triticum* (Hordeae) de las familias Festucoideae y Poaceae (Gramíneas).

3.3 Taxonomía de trigo

Para la Taxonomía del cultivo de trigo se tiene el siguiente cuadro donde nos muestra toda la información correspondiente.

Tabla 1

Descripción taxonómica del cultivo de trigo

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Triticeae
Genero	Triticum
Especie	T. aestivum
Nombre científico	Triticum vulgare L., Triticum aestivum

Fuente: Rojas (2014)

3.4 Morfología y características físicas del trigo

Según Céspedes P. R., et-al (2018), el trigo es una planta monocotiledónea y las partes se pueden describir de la siguiente manera:

3.4.1 Raíces

Las raíces del trigo son fibrosas y suelen llegar a medir hasta un metro, aunque en torno al 50% de las raíces se encuentran, en los primeros 25 cm del suelo.

3.4.2 Tallo

El tallo del trigo es un tallo recto y cilíndrico de tipo herbáceo, poco ramificado y hueco. Generalmente posee de 2 a 4 nudos y su longitud se encuentra entre 60 y 120 cm, aunque varía según el ecotipo cultivado.

3.4.3 Hoja

Las hojas son alargadas rectas, paralelinervias suelen presentar nervadura, es decir, los nervios de las hojas, uno respecto a otro y terminadas en punta, con una longitud de 15 a 25 cm. Cada planta tiene de 4 a 6 hojas.

3.4.4 Inflorescencia

Cuando termina el ahijamiento comienza a elevarse el tallo, a la vez que este último se alarga en la fase de encañado.

Al finalizar el desarrollo del tallo aparece la espiga envuelta en la última hoja. Las espigas están compuestas de 15 a 25 espiguillas que se presentan dispuestas alternativamente a derecha e izquierda en torno a un raquis. Cada uno de los antecios se compone de una lemma, de una pálea y de una flor. Normalmente llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, uno a dos antecios es estériles, generándose un máximo de dos a tres flores fértiles por espiguilla.

3.4.5 Fenotipos del grano de trigo

Características físicas, bioquímicas y del comportamiento que se pueden observar. Algunos rasgos del fenotipo del grano de trigo son el color, el peso, el diámetro y la longitud del grano de este cereal. El fenotipo depende de los genes de la variedad de trigo y de algunos factores del medio ambiente, como el proceso de desarrollo de actividades durante su ciclo vegetativo, Dawkins R., (2020).

3.4.6 Estructura del grano

El grano de trigo es un fruto con una sola semilla llamada cariopsis. En la figura 1, se muestra el diagrama de un grano de trigo en corte longitudinal y transversal. El tamaño de los granos varía ampliamente según la variedad, la posición en la espiga y factores ambientales, pero como promedio se indica un largo de 8 mm y un peso aproximado de 35 mg.

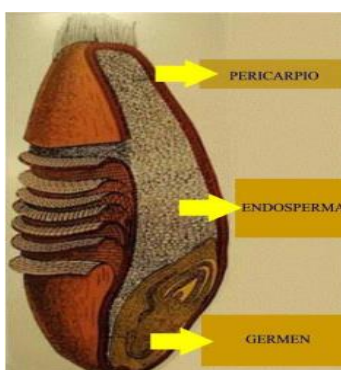


Figura 1 Grano de Trigo
Fuente: Calidad en trigo pan (2006)

Los granos de trigo son redondos en la parte dorsal y poseen un surco a lo largo de la parte ventral. Este surco, no solo representa una dificultad para que el molinero separe el salvado del endospermo con un buen rendimiento, sino que también

alberga microorganismos y polvo, que está constituido por el pericarpio, cubierta de la semilla (8% de peso total), la capa de aleurona (7%), el germen (2.5%) y el endospermo (82,5%). El pericarpio es una cubierta protectora que rodea toda la semilla y está formado por varias capas.

3.5 Peso hectolítrico del grano

Sauceda Acosta, et al., (2017). Mencionan en su análisis realizado que, el peso de 200 granos en trigos duros fue de 8.42 a 11.25 g y difieren a los harineros que presentaron desde 6.19 a 9.79.

El peso hectolítrico es el peso de un volumen de 100 litros de trigo tal cual, expresado en kg/hl, también es un factor de comercialización importante ya que está asociado con la calidad molinera del trigo. Por eso, los lotes de trigo con peso hectolítrico bajo (menores a 76 kg/hl) suelen mostrar bajos rendimientos de sémola en trigo cristalino, y de harina en trigo harinero, Peña Bautista R., (2007).

3.6 Producción de trigo en Bolivia

La producción de trigo en Bolivia solo satisface el 30% de la demanda, el resto es importado de otros países. De este 30%, la mitad se produce en áreas tradicionales de la región occidental y la otra mitad en el oriente.

Tabla 2

Producción de trigo por año agrícola, según el cultivo 2012-2017(p):2020(p).

DEPARTAMENTOS	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019	2019-2020	TOTAL
Chuquisaca	10,628	10,886	11,908	15,903	21,326	27,468	15,264	17,208	130,591
La Paz	1,131	1,249	1,400	1,883	1,508	1,649	3,273	2,100	14,193
Cochabamba	15,932	18,189	18,378	25,280	22,213	27,600	27,170	26,458	181,220
Oruro	525	554	602	837	675	694	1,354	855	6,096
Potosí	13,650	14,214	14,375	19,982	17,286	18,756	20,908	18,655	137,826
Tarija	1,178	1,096	1,022	1,404	887	1,673	2,668	16,727	26,655
Santa Cruz	142,962	113,460	289,884	264,121	90,516	223,817	166,445	229,272	1,520,477
Beni	10	11	12	12	14	19	19	17	114
Pando	7	12	17	15	9	12	26	18	116
TOTAL (Tm)									2,017,288

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2015)

3.7 Importancia del Trigo

A nivel mundial el trigo es el cereal que más se utiliza en la alimentación humana. La importancia del trigo en la dieta de los seres humanos reside principalmente en su alto valor energético, además de que contiene más proteínas que el maíz y el arroz. A su ventaja nutritiva se suman sus características de procesamiento únicas entre los cereales, que lo colocan entre los que más se utilizan como materia prima para elaborar una gran diversidad de alimentos procesados y varios otros productos no alimentarios. Lo anterior justifica y explica la importancia del trigo tanto en el abasto como en la economía y la generación de empleos, ambos a nivel mundial, FAO, (2005).

3.8 Clasificación del trigo

Los granos de trigo se clasifican teniendo en cuenta la variedad o ecotipos de trigo:

3.8.1 Por dureza de grano

- Trigo duro

El trigo duro tiene alto contenido de proteínas y es muy apropiado para harina panificadora. Los granos de almidón son duros y no se rompen durante el molido.

- Trigo blando

El trigo blando tiene un endospermo blando donde los granos de almidón se rompen durante el molido. Se utiliza para pan francés, galletas y harina general.

- Trigo durum

Trigo con granos duros de color oscuro con un bajo contenido de gluten y un contenido de proteínas de 12 a 14%. También se conoce como trigo candeal, moruno, semolero, siciliano o fanfarrón. Es tetraploide debido a su conformación por 28 cromosomas. Se utiliza principalmente para elaboración de pasta y sémola de cuscús. Se cultiva principalmente en el sur de Rusia, África del Norte, Sur de Europa y en Norteamérica, Cakmak et al. (1996).

3.9 Calidad de trigo

M. Juran (1993), menciona que la calidad es el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes.

Además, Vadillo V. J. (s.f.), indica que, para la determinación de la calidad en trigos están clasificados en dos grandes grupos de análisis (físicos y químicos). El conocimiento de los procesos de ambos grupos de análisis proporciona una idea de los componentes nutricionales (proteína, hierro, zinc, etc.).

3.10 Ecotipos de trigo

Tesauro (2013), indica que, en Biología, ecotipo es una subpoblación genéticamente diferenciada que está restringida a un hábitat específico, un ambiente particular o un ecosistema definido, con unos límites de tolerancia a los factores ambientales. También se dice que es una misma especie que en ambientes diferentes tienen una expresión fenotípica distinta por la interacción de los genes con el medio ambiente.

3.11 Bromatología

Según Castellanos Hernández. A. (2016), la bromatología describe las principales características estructurales, fisicoquímicas y funcionales de los principales componentes de la harina de trigo. En efecto se realiza la determinación de calidad de la harina obtenida según los análisis (contenido de gluten, almidón, proteína, ceniza etc.).

Bello Gutiérrez J. (2000) menciona que, en la actualidad debemos entender la bromatología como una ciencia que responde a un cuerpo coherente de conocimientos sistematizados acerca de la naturaleza de los alimentos, de su composición química y de sus comportamientos bajo diversas condiciones. Por tanto, se puede definir como la ciencia que se centra en el estudio de los alimentos desde todos los puntos de vista posibles, teniendo en cuenta todos los factores involucrados, tanto en la producción de las materias primas, como en su manipulación, elaboración, conservación, distribución, comercialización.

3.12 Composición bromatológica del grano de trigo

Según Garza G. Ana G. (s.f.), los nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se concentran en regiones determinadas. El almidón está presente únicamente en el endospermo, la fibra cruda está reducida, casi exclusivamente al salvado y la proteína se encuentra por todo el grano. Aproximadamente la mitad de los lípidos totales se encuentran en el endospermo, la quinta parte en el germen y el resto en el salvado, pero la aleurona es más rica que el pericarpio y testa. Más de la mitad de las sustancias minerales totales están presentes en el pericarpio, testa y aleurona.

Tabla 3

Composición Química del grano de trigo

Componentes	Contenido (%)
Carbohidratos	70
Lípidos	2
Minerales	2
Humedad	10
Proteínas	16

Fuente: Ana G. Garza, El Trigo, (s.f.).

3.13 Derivados de trigo

Lezcano Elizabeth (2006) indica que, el trigo recorre un largo camino desde la producción del grano hasta la obtención de los diferentes tipos de productos farináceos elaborados con la harina que resulta de la operación de molienda. Los distintos eslabones que componen la cadena agroindustrial del trigo le agregan valor a la producción primaria. De esta manera, los productos que se obtienen en las sucesivas operaciones y posteriores procesos industriales de transformación satisfacen las demandas de consumidores tanto internos como externos.

Según, FIAB (s.f.), Las industrias harineras son una pieza clave en todo el proceso de transformación del cereal (trigo). A través de la aplicación de procesos industriales sirven de base para la elaboración de un amplio, variado, nutritivo y apetitoso abanico de alimentos, contribuyendo de este modo a incrementar la disponibilidad y formatos mediante los cuales hacer llegar las bondades de los cereales a los hogares de los consumidores.

En nuestra sociedad la forma de consumo de los cereales es muy variada; pan, bollería, pasteles, pastas, copos o cereales expandidos, alimentos infantiles, etc. El consumo de cereales es adecuado, para cualquier edad y condición.

3.14 Harina de trigo

Según IBNORCA (2016), el producto preparado de granos de trigo (*Triticum vulgare*), mediante procedimientos de trituración y molienda en los que se elimina gran parte del salvado y germen, y el resto se desmenuza hasta que tenga un grado adecuado de finura igual o menor a 180 µm.

Tabla 4

Requisitos físico-químico de la harina de trigo.

Requisitos	Panificación		Pastas		Galletas		Integral		Método de ensayo
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Humedad (%)	...	15	...	15	...	15	...	15.5	NB-074
Proteínas (%)	11	...	11	...	8	...	...	...	NB-076
Cenizas (%)	...	0.85	...	0.85	...	0.85	...	...	NB-075
Acidez como H₂SO₄ (%)	...	0.11	...	0.11	...	0.11	...	0.22	NB-107
Gluten húmedo	24	...	24	...	21	...	...	...	NB-106

Fuente: IBNORCA, 2016

3.15 Cantidad de proteína

El contenido de proteína de trigo puede variar entre 9 y 17%, dependiendo de factores genéticos y factores asociados con el cultivo del cereal. Una propiedad única del trigo es que cuando su proteína insoluble hace contacto con el agua, forma el gluten que confiere visco-elasticidad a la masa de panificación. Por lo tanto, el gluten es el componente del trigo más determinante de la calidad del mismo. Esta propiedad del trigo es una de las principales razones de que sea el cereal más cultivado del mundo, la otra es su gran adaptabilidad a diversos ambientes, Kohli M., (1998).

La producción triguera nacional (Argentina) de la cosecha 2015/16 fue la más baja en cantidad de proteína en la historia de la producción triguera nacional. Con un promedio nacional estimado de 9,5% de proteína, trigos con ese valor de contenido proteico son considerados forrajeros, para consumo animal y no humano, ya que

carecen de proteínas en cantidad suficiente para formar gluten que luego permite lograr un buen volumen de pan, Cuniberti et al., (2016).

3.16 Contenido de cenizas

El contenido de minerales (cenizas) en el grano es importante ya que, si su concentración es alta, sobre todo en granos con bajo peso hectolítrico, puede contaminar de manera significativa la sémola y la harina de la molienda. Los altos niveles de contaminación con cenizas son particularmente indeseables en trigo cristalino, en virtud de que las partículas oscurecen la sémola y en mayor grado, las pastas alimenticias. Los niveles de concentración de cenizas en grano que se consideran deseables deben ser menores a 2.0%, Peña Bautista R., et-al, (2007).

3.17 Contenido de gluten

Según Shewry P. (s.f.), el porcentaje de gluten define a veces los tipos de harina: por ejemplo, las harinas de fuerza son aquellas que poseen un alto contenido de gluten (puede superar el 11% de peso total). El panadero puede aumentar la fuerza y calidad de las harinas agregando una cantidad variable de gluten, de entre 1 y 4 kg por cada 100 kg de harina. Cuando se añade a la harina aumenta el contenido proteico de la misma para que ciertos panes especiales con alto contenido en fibra o de centeno, puedan panificarse obteniendo de ellos un volumen aceptable.

- La harina de alto contenido en gluten 14-15%
- La llamada “harina de gluten” (realmente gluten refinado) el 45%.

3.18 Contenido de humedad

De acuerdo con Peña Bautista R., (2007), la humedad en trigo cristalino y harinero según los análisis realizados fluctuó entre 9,6% y 11.6%, con un promedio del orden de 10.6%. la humedad de las muestras analizadas es satisfactoria y confiable para el procesamiento y/o almacenamiento temporal.

La norma del CODEX (s.f.), para el trigo y el trigo duro menciona los porcentajes del contenido de humedad como: Nivel máximo Trigo 14,5 % m/m y Trigo duro 14,5 % m/m. y menciona que, para determinados destinos, por razones de clima, duración del transporte y almacenamiento, deberían requerirse límites de humedad más

bajos. Se pide a los gobiernos que acepten esta Norma que indiquen y justifiquen los requisitos vigentes en su país.

3.19 Características organolépticas

Bello G. José (2000), las características organolépticas de un alimento se evalúan a través de atributos que, al ser captados por los sentidos, nos informan de la magnitud y cualidad del estímulo provocado, una vez han sido interpretados por el cerebro. Con la excepción del gusto, todos los sentidos pueden aportarnos una primera impresión del alimento puesto que habitualmente se tiene un primer contacto con el producto alimenticio a través de la vista, del oído o del olfato.

- Visual: Una impresión visual nos informa del color, brillo, tamaño y forma del alimento.
- Olor: El órgano nasal comunica los estímulos provocados por la llegada de los componentes volátiles odoríferos.
- Dureza: El tacto manual nos orienta acerca de la resistencia; el oído puede apreciar sonidos que se relacionan con la textura.
- Sabor: Las papilas gustativas informan de las diversas sensaciones sápidas, a la vez que el tacto realizado con los músculos de la cavidad bucal permite apreciar las sensaciones astringente, ardiente o refrescante, así como el nivel de su temperatura.

El conjunto de todas estas percepciones nos permite elaborar un juicio acerca de la idoneidad del alimento para responder a las características que se esperan del mismo. Cada una de estas percepciones significan la respuesta de cada sentido al comportamiento fisiológico de una estructura química o de un grupo de ellas.

4 LOCALIZACIÓN

Se realizó en la siguiente ubicación del mapa:

4.1 Ubicación Geográfica del municipio de Charazani

El municipio de Charazani, está ubicado al noroeste del departamento de La Paz, y corresponde a la primera sección de la Provincia Bautista Saavedra. Está a una distancia de 272 km., de la ciudad de La Paz, se encuentra entre los 68°20' y 69°12' de longitud oeste y 14°47' y 15°13' de latitud sur y está a una altitud de 3250 msnm, (Instituto Nacional de Estadística, 2001). Cuenta con una temperatura promedio de 15°C (Charazani-Curva 2018) y una precipitación media anual de 524 mm (PIA 1998).

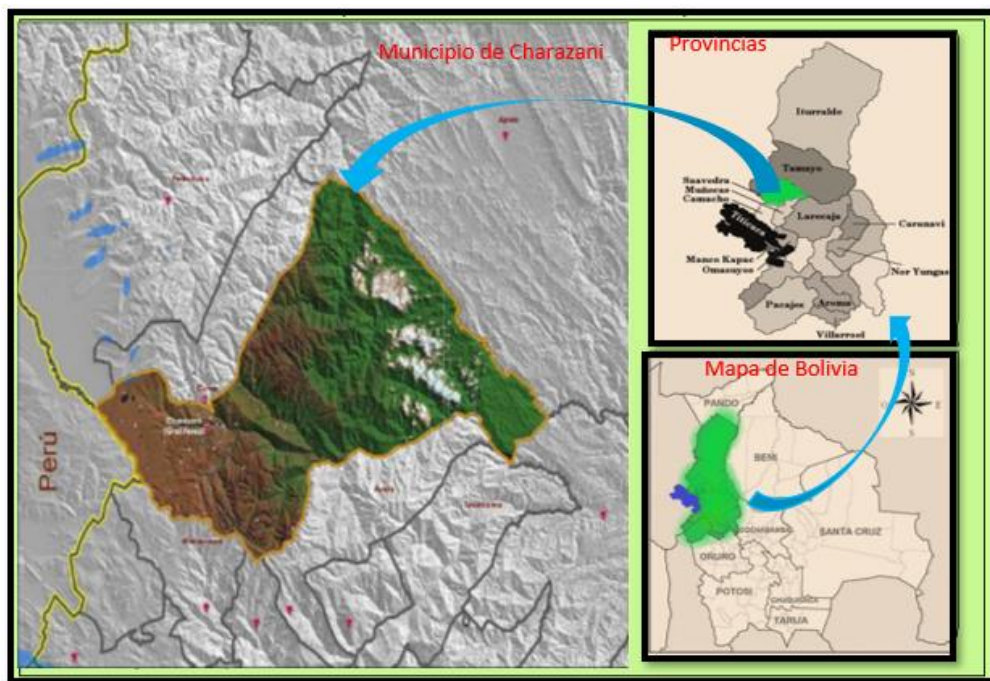


Figura 2 Mapa de Localización

Fuente: Elaborado en base a la dirección general de límites-Ministerio de Autonomía (2010)

4.2 Extensión territorial

Charazani, presenta una extensión territorial de 1616 km², que representan el 64% de la superficie provincial, comprendiendo 58 comunidades (Plan Territorial de Desarrollo Integral de la Autonomía Originaria Nación Kallawayá Charazani, 2014 & Programa Nacional Biocultural, 2014).

4.3 Población total

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (2012), el año 1992 el municipio de Charazani contaba con una población de 8406 habitantes, misma que se incrementó a 9.161 habitantes el año 2001. El año 2012 se registró una población de 13.023 habitantes (Figura 3), con una tasa anual de crecimiento de 3.14%; con la cual se proyecta una población de 14737 habitantes para el año 2016.

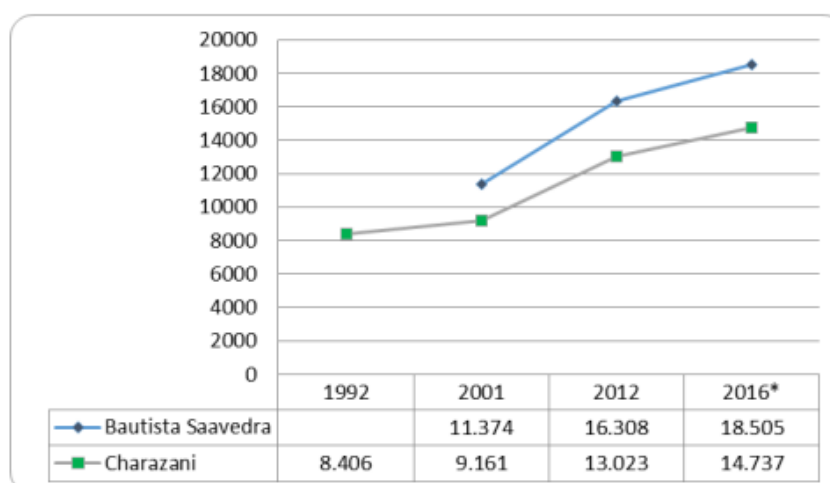


Figura 3 Población en el Municipio de Charazani

Fuente: Instituto Nacional de Estadística – INE (2012).

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda 2012 (CNVP 2012), la provincia Bautista Saavedra tiene una población de 16.308 habitantes de los cuales 13.023 (79,8%) corresponden al actual territorio del Municipio de Charazani; la relación poblacional con el nivel nacional y departamental se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 5

Población del territorio del actual Municipio de Charazani

DESCRIPCIÓN	POBLACIÓN
Bolivia	10.027.254
La Paz	2.706.351
Bautista Saavedra	16.308
Charazani	13.023

Fuente: INE – CNPV (2012)

5 MATERIALES Y MÉTODO

5.1 MATERIALES

Para la presente investigación se emplearon los siguientes materiales, insumos y compuestos químicos del laboratorio descritos a continuación:

5.1.1 Material vegetal

El material vegetal constituyó de seis ecotipos de trigo, denominados localmente como;

- Chujchayuj
- Motacú
- Azul Muru
- Yuraj Muru
- Ichilo
- Arrocillo.

5.1.2 Material de campo

- Hoz
- Estacas
- Bolsas plásticas
- Flexo
- Chontilla
- Balanza
- Lana

5.1.3 Insumos en laboratorio

- Agua
- Agua destilada

5.1.4 Materiales y utensilios de laboratorio

- Cuchara
- Espátulas
- Pinzas metálicas
- Vasos precipitados (50, 100, 250 ml)

- Recipientes
- Capsulas
- Crisoles
- Mortero
- Pipeta graduada (10 ml)
- Pro-pipeta
- Tubos de ensayo
- Matraz de Erlenmeyer
- Matraz aforado
- Telas
- Vidrios reloj
- Soxhlet
- Matraz balón (250 ml)
- Papel filtro
- Gotero
- Piseta
- Vasos precipitados (50-100-250 ml)

5.1.5 Equipos de laboratorio

- Titulador (Titrette)
- Balanza analítica
- Molino de cereales
- Estufa de secado
- Desecador
- Mufla eléctrica
- Hornilla
- Destilador (Gerhardt)
- Digestor Kjeldahl
- Mantos calefactores
- Agitador magnético

5.1.6 Reactivos de laboratorio

- Éter de petróleo
- Ácido bórico (H_3BO_3)
- Ácido sulfúrico (H_2SO_4)
- Catalizador $K_2SO_4 - CuSO_4$
- Fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$)
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Alcohol etílico

5.1.7 Materiales de Gabinete

- Computadora
- Cámara fotográfico
- Cuaderno de campo y laboratorio
- Calculadora
- Bolígrafos
- Regla

5.2 MÉTODO

El desarrollo del presente trabajo de investigación, metodológicamente se ejecutó de forma cuantitativa y cualitativa. Este enfoque se basa en dos criterios de descripción, donde el método cuantitativo se aplicó para determinar la prueba más óptima a base de un análisis. Para ello, en cada unidad experimental, se evaluó las características fenotípicas del grano de trigo, la determinación de los valores nutricionales y organolépticas. En el método cualitativo se describió los parámetros establecidos de olor, color, sabor y dureza que son apreciados y/o perceptibles por los sentidos humanos durante la encuesta realizada. Por lo tanto, se tiene las siguientes especificaciones de todo el proceso de investigación.

5.2.1 Comunidades en estudio

La identificación de las comunidades en el municipio de Charazani se hizo según las zonas productoras de trigo; Caata (altitud 3447 msnm.) ubicado en la cabecera de valle, Niño Corín (altitud 3125 msnm.) situado en valle intermedio, Jatichulaya

(altitud 2963 msnm.), Chipuipo (altitud 2700 msnm.), y Quiabaya (altitud 2950 msnm.) ubicados en valles bajos.



Figura 4 Imagen satelital, mostrando las comunidades en estudio
Fuente: R. Cespedes, 2018

5.2.2 Recolección de muestras

Para la recolección de las muestras de grano de trigo del municipio de Charazani se establecieron cinco comunidades, donde se tomó de 3 puntos de cada parcela con una dimensión de un m^2 . En tal sentido, se recolectó muestras de seis ecotipos, Chujchayuj, Motacú, Azul Muru, Yuraj Muru, Arrocillo e Ichilo, para su posterior análisis realizado. Por otro lado, los mismos se especifican comunidad y sus ecotipos encontrados en la tabla 54.

5.2.3 Características fenotípicas del grano

En las características fenotípicas de los granos de trigo, se tomó en cuenta el peso en masa en una balanza analítica y el peso hectolítrico haciendo uso de una balanza y una probeta de 10 ml.

5.2.4 Análisis bromatológico

Primeramente, se hizo la molienda de los granos de trigo y pesado para su posterior análisis bromatológico donde se determinó en el laboratorio del Instituto de Investigación y Desarrollos de Procesos Químicos (IIDEPROQ-UMSA), se analizaron los siguientes parámetros: Humedad, ceniza, proteína, acidez, gluten húmedo y seco, grasa, fibra, zinc, hierro; de acuerdo a las Normas bolivianas

(IBNORCA), venezolanas (COVENIN), ecuatorianas (INEN), a fin de determinar el valor nutricional y conocer la calidad de dicho producto.

5.2.5 Características organolépticas

Se utilizaron encuestas para determinar los parámetros establecidos de color, olor, sabor y dureza mediante una escala hedónica. En subproductos elaborados, ejemplo pan de trigo de los seis ecotipos mencionados, para ello se consideró tres unidades educativas.

5.2.6 Unidades Educativas

Seguidamente se menciona las tres unidades educativas y en la tabla 6 se especifica el número de estudiantes encuestados por cada unidad educativa:

U. E. Charazani Nación Kallawaya: Se encuentra en el municipio de Charazani, catalogado como el único colegio urbano de nivel secundario donde acuden estudiantes de diferentes comunidades aledañas.

U. E. Bautista Saavedra: Se encuentra en el mismo municipio de Charazani es la unidad educativa de nivel primaria, donde también asisten estudiantes de diferentes comunidades aledañas.

U. E. Yawar Mallku: Ubicado en la comunidad de Caata perteneciente al municipio de Charazani, catalogado dentro del grupo de colegios rurales de dicho municipio.

Tabla 6

Muestra poblacional de la encuesta

UNIDAD EDUCATIVA	NIVEL	ENCUESTADOS
Charazani Nación Kallawaya	Secundaria	35
Bautista Saavedra	Primaria	15
Yawar Mallku	Secundaria	24
TOTAL		74

5.3 Diseño Experimental

El diseño adoptado para determinar los resultados del análisis bromatológico y de las características fenotípicas se realizó mediante el Diseño Completamente al Azar

(DCA) con un análisis de varianza (ANVA), para ello, se utilizó el programa InfoStat. El modelo lineal aditivo es el siguiente (Steel y Torrie 1988).

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor observado de la variable de respuesta en la j-ésima unidad experimental que recibe el i-ésimo tratamiento.

μ = Media general

α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (comunidades y ecotipos)

ϵ_{ij} = Efecto aleatorio de residuales o error experimental

Tabla 7

Ecotipos de trigo muestreadas en 5 comunidades

COMUNIDAD	ECOTIPOS
Niño Corín	Chujchayuj
Caata	Azul Muru
Quiabaya	Motacú
Chipuipo	Yuraj Muru
Jatichulaya	Arrocillo
	Ichilo

5.4 Análisis Estadístico

En la evaluación de las características organolépticas se evaluó a 74 participantes donde se consideró cuatro parámetros, sabor, olor, color y dureza de panes elaborados de los seis ecotipos de trigo. Por lo tanto, para evaluar el grado de aceptación de los consumidores en los cuatro parámetros, se aplicó el programa InfoStat con la prueba de chi cuadrado.

$$X_{calc}^2 = \sum \frac{(f_0 - f_e)}{f_e}$$

Donde:

X_{calc}^2 = Chi cuadrado

f_0 = Frecuencia del valor observado

f_e = Frecuencia del valor esperado

5.5 ANÁLISIS EN LABORATORIO

5.5.1 Peso de los granos

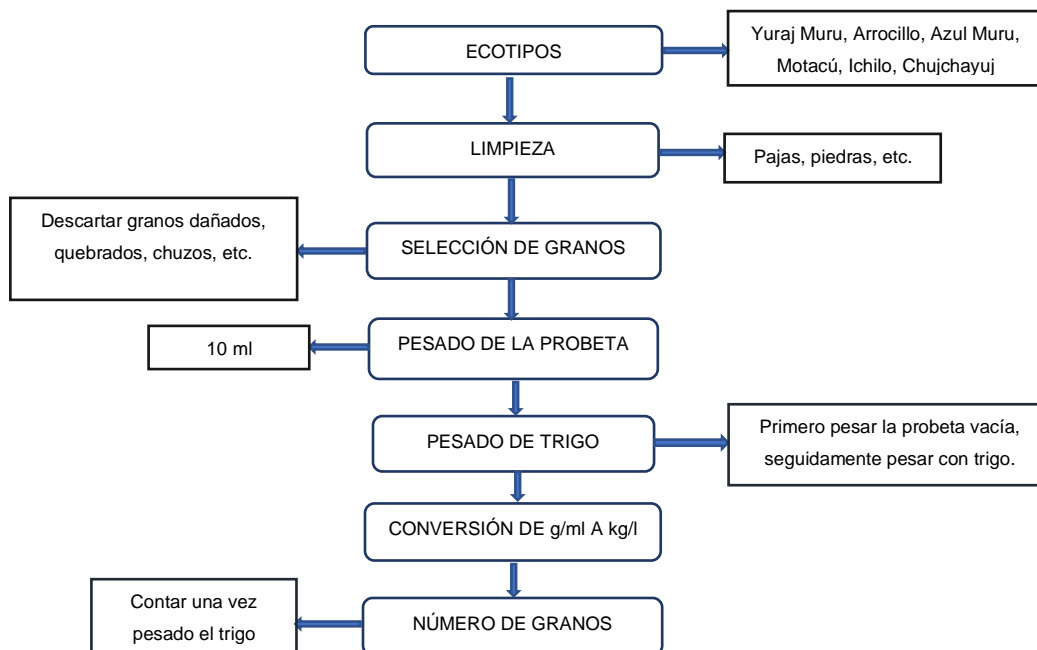
El pesado de los granos de trigo de diferentes ecotipos se determinó en el laboratorio del Instituto de Investigación y Desarrollos de Procesos Químicos (IIDEPROQ-UMSA). Antes se eliminó las impurezas, luego se procedió al pesado de 3 granos de cada ecotipo de forma individual en una balanza analítica.



Foto 1: a y b Pesado de los granos

5.5.2 Peso hectolítrico

La determinación del peso hectolítrico se hizo según la Norma XXVI, para ello se elaboró el diagrama de flujo:



FUENTE: Elaboración propia en base a la Norma XXVI

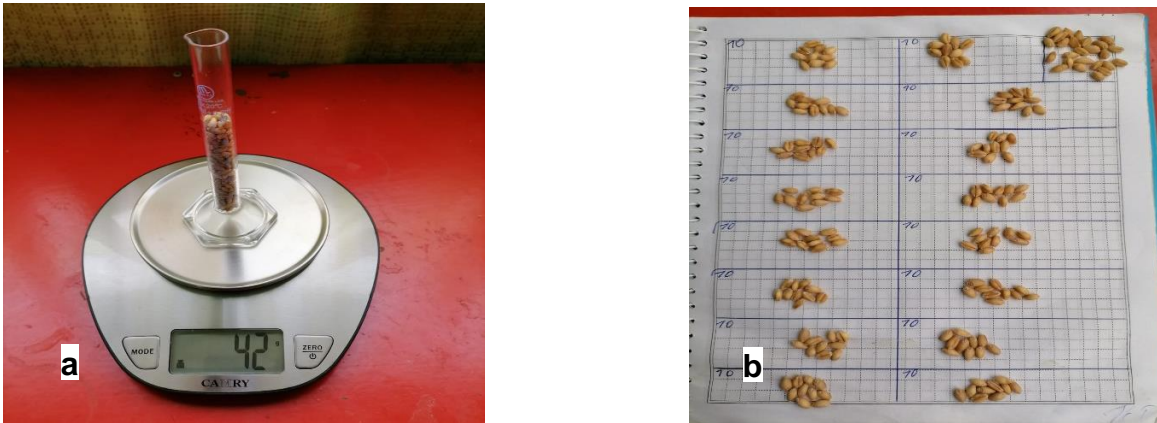


Foto 2: **a)** Pesado del trigo; **b)** Proceso de contado

5.5.3 Humedad

Para el análisis de la humedad realizado en harina de trigo se utilizó la Norma Boliviana (NB-312026:2006).

Donde se realizó simultáneamente por duplicado, al inicio se hace el lavado y secado de los materiales (capsulas) en una estufa a 100°C durante 30 minutos, seguidamente enfriarlas a temperatura ambiente en el desecador. Luego en los recipientes ya tarados se pesaron 5 gramos de muestra previamente preparada (molido), posteriormente a la estufa a una temperatura 105°C durante 3 horas. Para retirar de la estufa se usó pinzas metálicas de ahí se transfiere al desecador y se pesaron tan pronto como hayan alcanzado la temperatura ambiente.

$$H = \frac{M_1 - M_2}{M_1 - M_0} \times 100$$

Donde:

H = Humedad, en % (en masa)

M_0 = Peso del recipiente vacío en g

M_1 = Peso del recipiente, con la muestra sin secar en g

M_2 = Peso del recipiente con su tapa, con la muestra seca en g

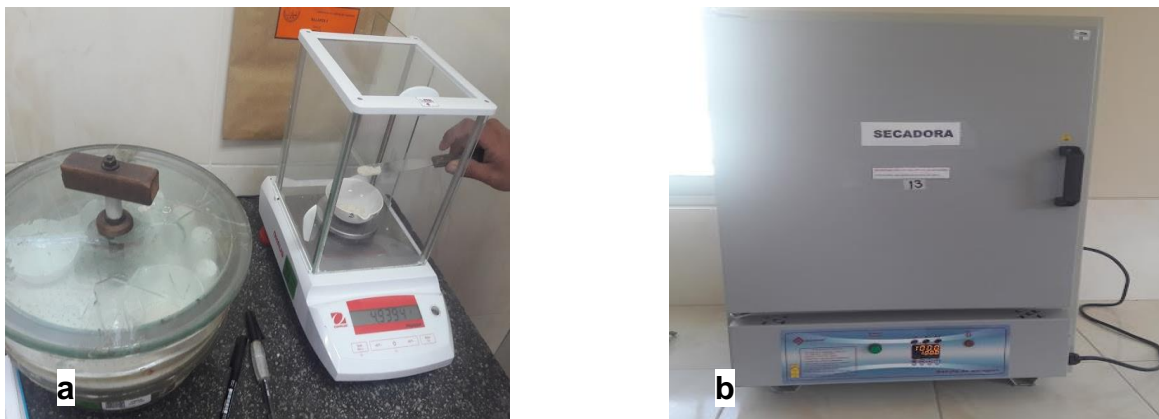


Foto 3: **a)** Pesado de la muestra; **b)** Secador

5.5.4 Ceniza

La determinación de Ceniza se procedió según la Norma Boliviana (NB-312026:2006). Para ello, primeramente, se hace la preparación de los crisoles donde fueron lavados y secados en estufa a una temperatura de 100°C durante 30 minutos, de ahí se dejaron enfriar a temperatura ambiente en el desecador. De la misma manera se realizó por duplicado, empleando así un peso de 5 gramos de muestra en los crisoles preparados y tarados, seguidamente se hizo la precalcificación en la hornilla hasta la eliminación de humos. Posteriormente se llevaron a la mufla previamente calentada a 600°C y se introducen en el interior de la mufla con ayuda de la pinza metálica de brazo largo, dejando calcinar durante 4 horas hasta que el residuo quede prácticamente blanco grisáceo. Una vez pasado el tiempo se dejó enfriar los crisoles en la mufla hasta que descienda la temperatura más o menos a 200°C y una vez retirados de la mufla al desecador hasta que enfrié a temperatura ambiente y al final se hace el pesado.

$$C = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

Donde:

C = Cenizas, en % (en masa)

M_0 = Masa de crisol vacío, en g

M_1 = Masa del crisol con la porción de la muestra de ensayo antes de ser calcinado en g.

M_2 = Masa del crisol con la porción de ceniza de la muestra de ensayo después de ser calcinado en g.



Foto 4: **a)** Retirado de crisoles de la mufla; **b)** Enfriado en el desecador

5.5.5 Proteína

Para la determinación de proteína se siguió el siguiente procedimiento especificado en el flujo de operaciones, es el método $SMWW\ 4500 - N_{org}B$ (Kjeldahl) que consta de tres etapas; digestión, destilación y titulación.

Calcular el % de proteína aplicando las siguientes ecuaciones:

$$\%Nitrógeno = \frac{1,4 \times (V_1 - V_0) \times N}{P}$$

$$\%Proteína = \%Nitrógeno \times F$$

Donde:

P= peso en g de la muestra

V1= volumen de HCl consumido en la valoración (ml)

N = normalidad del HCl

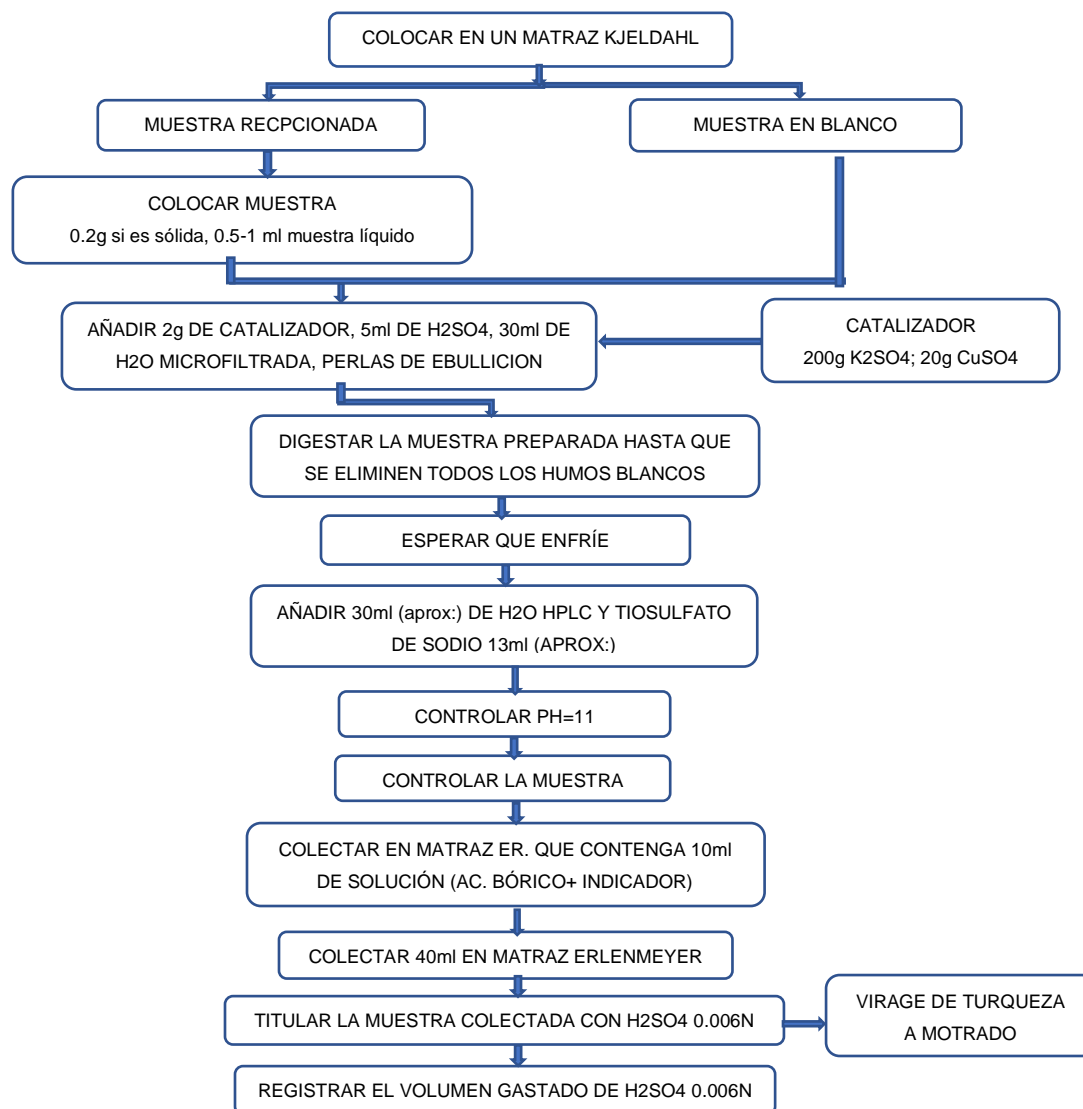
V0= volumen de HCl consumido en la valoración de un blanco (ml)

F= Factor de conversión para pasar de contenido en nitrógeno a contenido en proteínas (6.40)



Foto 5: **a)** Destilación de la muestra; **b)** Titulación de las muestras

Figura 5 Diagrama de flujo para determinar proteínas



FUENTE: Elaboración propia en base a datos del IIDEPROQ, 2021

5.5.6 Gluten Húmedo y Seco

Para la determinación de gluten húmedo y seco se aplicó la Norma Venezolana (COVENIN-1786:81). En efecto, se emplearon materiales como vaso precipitado de 250 ml, vidrio reloj, recipientes, pipeta graduada de 10 ml, pro-pipeta y espátula. Seguidamente en el vaso precipitado se mezclaron 25 gramos de harina con 15 ml de agua a la temperatura ambiente hasta formar una masa; en esta operación es necesario el uso de los guantes para evitar las pérdidas de pequeñas partículas de masa y así mismo evitar la adherencia de la mezcla a las paredes del vaso, después se deja en reposo 1 hora a temperatura ambiente, luego se amasa con la mano bajo una corriente de agua del grifo, colocando debajo una pieza de tela, de malla fina, que deje pasar solamente el almidón; dicha tela debe estar asegurado al recipiente. Se continua esta operación hasta que las aguas del lavado que arrastran el almidón se hayan aclarado y no se note enturbiamiento en ellas. Seguidamente se deja la masa de gluten en agua fría durante 1 hora. Luego se seca entre las manos y cuando el gluten comienza a pegarse en los dedos, se coloca con todos sus fragmentos en un vidrio reloj que ha sido previamente tarado y se pesa. Esta masa, después de restarle la tara, corresponde al gluten húmedo. El vidrio reloj con su contenido de gluten se coloca en una estufa a 100°C durante 24 horas, luego se enfría en el desecador y cuando haya alcanzado la temperatura ambiente se pesa en la balanza analítica y eso se denomina gluten seco.

$$G.H. = \frac{M_2 - M_1}{M} \times 100$$

$$G.S. = \frac{10000(M_3 - M_1)}{M(100 - H)}$$

Donde: $G.H.$ = Porcentaje de gluten húmedo, en base húmeda.

$G.S.$ = Porcentaje de gluten seco, en base seca.

M = Masa de la muestra tomada para el ensayo, en gramos.

M_1 = Masa del vidrio de reloj vacío, en gramos.

M_2 = Masa del vidrio de reloj con el gluten húmedo, en gramos.

M_3 = Masa del vidrio de reloj con el gluten seco, en gramos.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

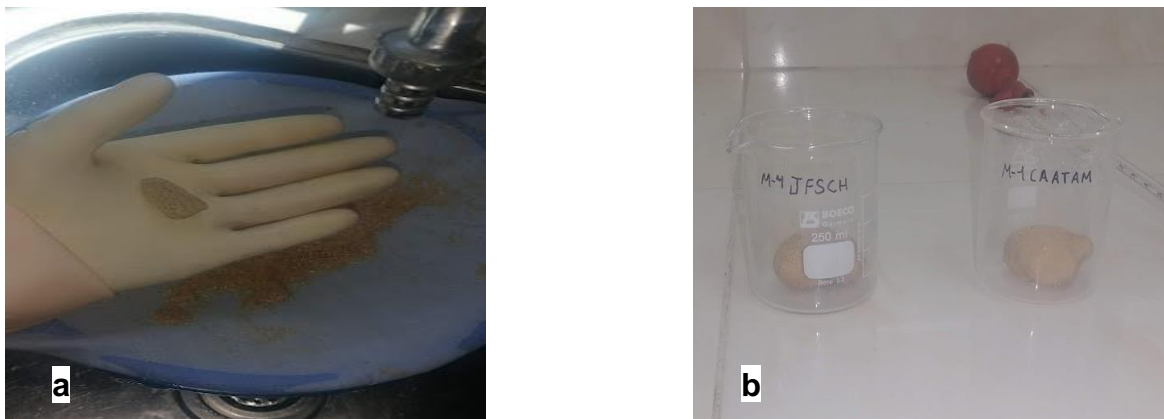


Foto 6: **a)** Proceso de amasado; **b)** Gluten húmedo

5.5.7 Acidez

Para determinar la acidez se siguió el procedimiento de la Norma Ecuatoriana (INEN-521:2013). En tal sentido, se hizo la preparación de la muestra que, para el ensayo, deben estar acondicionados en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio, plástico u otro material inoxidable), por otro lado, se homogenizó la muestra (alcohol etílico, agua destilada) haciendo revuelo varias veces el recipiente que la contiene. Simultáneamente la determinación se hizo por duplicado, se pesó 5 gramos de harina de trigo de ahí se introdujo al Matraz Erlenmeyer de 100 ml donde ya estaba con dos gotas de fenolftaleína, titulado en hidróxido de sodio hasta que haya cambiado de color rosado amaranto, de ahí al agitador magnético y con su magneto dentro del Matraz Erlenmeyer durante 3 horas. Posteriormente se filtró en vasos precipitados de 50 ml, seguidamente con la ayuda de una pipeta graduada se introdujo 10 ml de la muestra filtrada al Matraz Erlenmeyer de 50 ml, ya para culminar con la determinación se agrega lentamente y con agitación la solución 0,02 N de hidróxido de sodio, hasta conseguir un color rosado que aparece poco a poco, continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista. Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 ml.

$$A = \frac{490 \times N \times V}{m(100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Donde:

A = Contenido de acidez en la harina de origen vegetal.

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V = Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación en ml.

V_1 = Volumen del alcohol empleado en ml.

V_2 = Volumen de la alícuota tomada para la titulación, en ml.

m = masa de la muestra, en g.

H = Porcentaje de humedad en la muestra

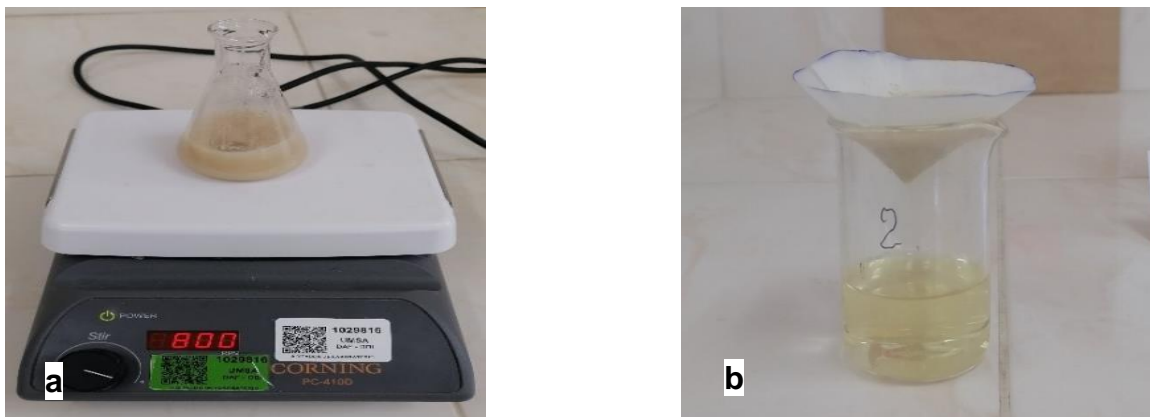


Foto 7: **a)** Agitando la muestra; **b)** Proceso de filtración

5.5.8 Grasa

Para la determinación de la grasa se empleó la Norma Boliviana (NB 312027:2006). Para ello, se utilizó el equipo de extracción Soxhlet, que es un método de extracción líquido-sólido, basado en una extracción cíclica continua, empleando un solvente orgánico que, al evaporarse, asciende hasta el refrigerante donde condensa y cae por goteo al compartimento que contiene la muestra, extrayendo el analito de interés. Así mismo para el procedimiento se pesó 10 gramos de muestra seca (harina de trigo) en pequeños sobres hechos de papel filtro, seguidamente se procedió a colocar los sobres con muestra en el extractor Soxhlet. Por otro lado, se pesaron los balones de 250 ml y se introdujo Éter de Petróleo y se hizo ensamblado del equipo Soxhlet, posteriormente se pusieron a los mantos calefactores para el proceso de extracción por el lapso de 2 horas, teniendo así 12-14 ciclos. Una vez finalizado la extracción, se eliminó el solvente en un rota vapor, para luego secar los balones en la estufa a 100°C durante 30 minutos, una vez alcanzado la temperatura ambiente y su peso constante eso se considera como el peso final.

$$\%G = \frac{P_f - P_i}{P_m}$$

Donde:

P_i = Peso del balón tarado

P_m = Peso de la muestra seca

P_f = Peso del balón con contenido de grasa

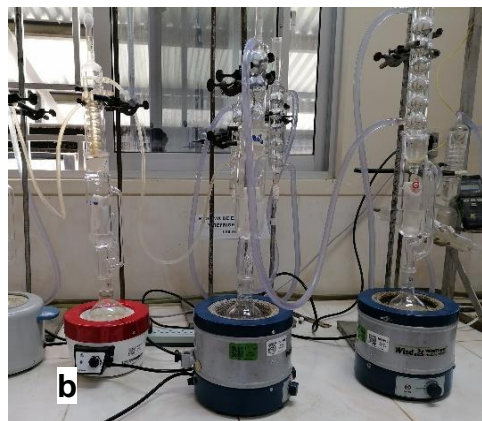


Foto 8: **a)** Colocado de la muestra en soxhlet; **b)** Proceso de extracción

5.5.9 Fibra

La determinación de la fibra se realizó aplicando la Norma Boliviana (NB-312028:2006).

Por lo tanto, se sigue los pasos especificados a continuación:

- Se pesan 3 gramos de muestra y colocar al tubo digestor.
- Añadir H₂SO₄ 0.55N 100 ml y colocar al tubo del digestor de fibra 30 minutos a hervir a 100°C, antes añadir (5 gotas) 1ml de antiespumante.
- Transcurrido el tiempo de 30 minutos con papel filtro en un Matraz Erlenmeyer y fue lavado hasta que la solución de lavado este neutro, verificar con papel indicador la neutralidad.
- Una vez neutralizado se añade NaOH 0.313N 100 ml y se lleva a hervir media hora en el equipo a 100°C.
- Filtrar nuevamente en otro papel y lavar el papel, vamos viendo hasta que quede neutra la solución.
- Raspar del papel filtro el residuo con 20 ml de acetona en un crisol (capsula de porcelana).
- Llevar este crisol a estufa durante 1 hora y a una temperatura de 100°C.

- Enfriar en el desecador, pesar y anotar el peso.
- Luego llevar a la mufla a 600°C durante 1 hora secar, enfriar después en desecador y pesar.

$$\%F = \left[\frac{PE - PM}{M} \right] \times 100$$

Donde:

$\%FC$ = Porcentaje de fibra cruda

PE = Peso del crisol después de la estufa, en gramos.

PM = Peso del crisol después de la mufla, en gramos.

M = Peso de la muestra, en gramos.

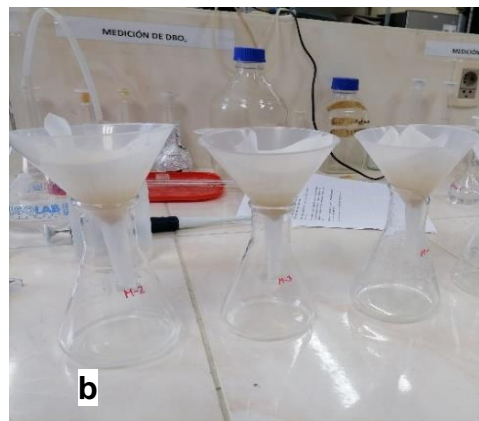
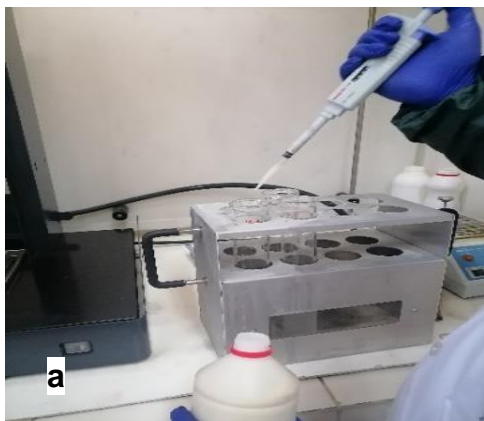


Foto 9: **a)** Colocado de antiespumante; **b)** Proceso de filtración

5.5.10 Hierro

La determinación de hierro se realizó aplicando el método SMWW – 3500Fe.B.

Primeramente, se hizo el pesado de las muestras, 5 gramos para su posterior análisis, y siguiendo las siguientes etapas:

1. Verificación de espectrofotómetro: Se procedió con el encendido del equipo, estabilización, calibración y verificación con estándares dentro del intervalo de trabajo según se relaciona en el respectivo instructivo.
2. Elaboración de la curva de calibración: Se preparó la serie de estándares tomando exactamente volúmenes de las soluciones patrón de hierro (utilice la solución patrón para medir en el rango de 0,001 a 0,010 mg) en frascos Erlenmeyer de 125 ml, diluir a 50 ml y continuar con:

Cálculo del Hierro total: Mezclar la muestra perfectamente y pipetear 50 ml en un frasco Erlenmeyer de 125 cm^3 , (si la muestra tiene más de 200 μg de hierro, diluir una alícuota medida exactamente, y afora a 50 ml).

Añadir 2 ml de HCl concentrado y 1 ml de solución de hidroxilamina $NH_2OH.HCl$. Para asegurarse de que todo el hierro se disuelve, continuar la ebullición hasta que el volumen se reduzca a 15-20 ml. (Si la muestra se seca disolver el residuo en 2 cm^3 HCl concentrado y 5 cm^3 de agua destilada).

Enfriar a temperatura ambiente y transferir a un matraz volumétrico de 50 o 100 ml. Añadir 10 ml de solución tampón de acetato de amonio $NH_4C_2H_3O_2$ y 4 ml de solución de fenantrolina y diluir hasta la marca con agua destilada. Mezclar perfectamente con agitación y dejar en reposo por 10-15 min, para que el color máximo se desarrolle.

3. Medición del color: Para mediciones fotométricas (longitud de onda 510 nm) se usó el cuadro, la celda de 1 cm.

4. Leer los patrones ajustando el cero de absorbancia con agua destilada. Se trazó una curva de calibración incluyendo un blanco (incluye todos los reactivos y en lugar de muestra, 50 ml de agua destilada).

5. manejo de interferencias: Si las muestras son turbias o coloreadas, hacer un segundo juego con alícuotas de muestra iguales, siguiendo a todos los pasos del procedimiento, sin añadirla solución de fenantrolina. Estos patrones se utilizan en vez de agua destilada, para ajustar el instrumento a cero Delaware absorción, y se lee cada muestra desarrollada con fenantrolina con el testigo correspondiente sin fenantrolina.

6. Cálculos: Las lecturas registradas se configuraron a valores de hierro por medio de la curva de calibración.

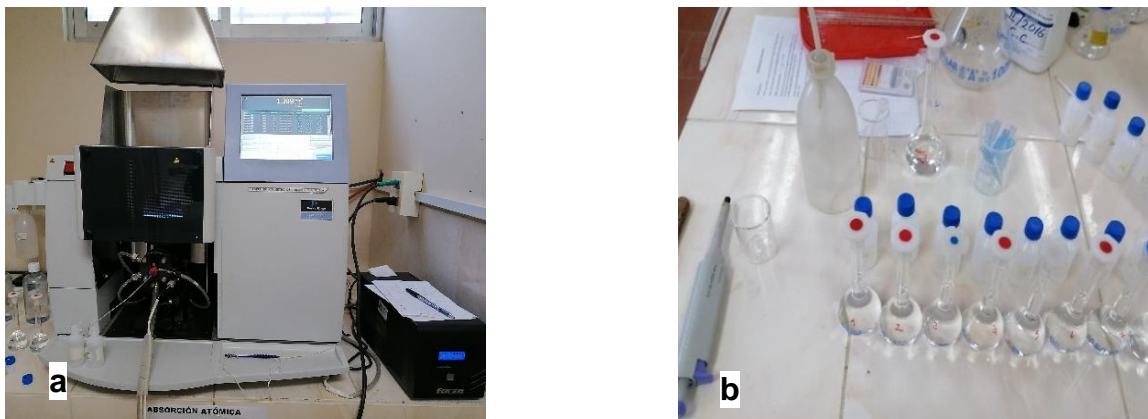


Foto 10: **a)** Verificación de espectrofotómetro; **b)** Proceso de preparación

5.5.11 Zinc

Para la determinación de Zinc se usó el método SMWW-EPA 289.2.

Procedimiento para determinar zinc:

- 1) Se pesaron 5 g de muestra y posteriormente se transfirió a un vaso de 400 ml
- 2) Aumentar 20 ml HCl (1:1) + 150 ml agua, luego se calentó con la finalidad de disolver el zinc metálico
- 3) En este siguiente paso se filtró la solución en un vaso de 250 ml
- 4) Por tanto se ajustó el pH usando una solución tampón ácido acético/acetato de potasio hasta un pH ligeramente ácido pH: 5- 5.25
- 5) Se aumentó 3-4 gotas de solución de Naranja de xilenol (2% en agua destilada)
- 6) Al final se hizo la titulación con EDTA 0,05M (tornará de rosado a amarillo)

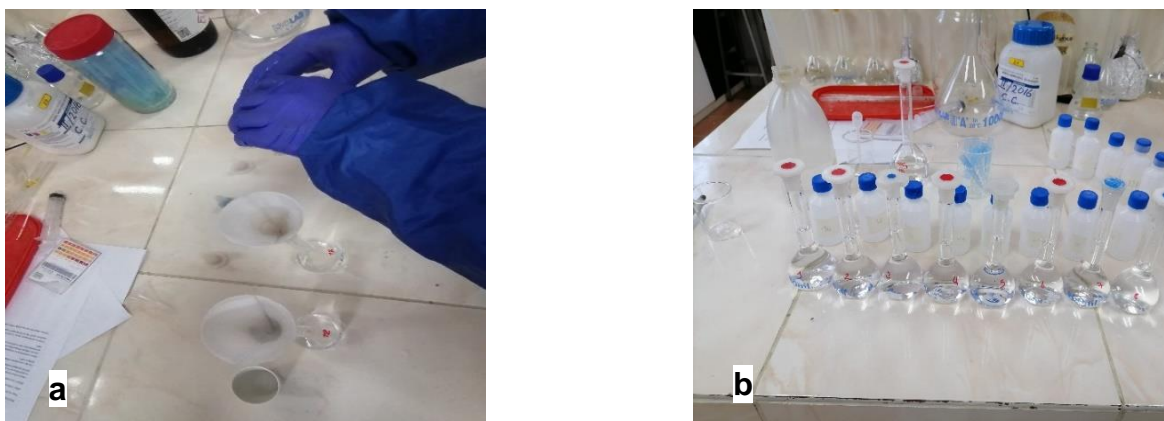


Foto 11: **a)** Proceso de preparación; **b)** Preparación de muestras

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Características fenotípicas de los granos de trigo.

6.1.1 Peso de grano (g)

En la tabla 8, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para la variable peso de grano.

Tabla 8

Análisis de varianza para peso (g) de grano de trigo según comunidad

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidades	6.70E-05	4	1.70E-05	1.5	0.2634	NS
Error	1.30E-04	12	1.10E-05			
Total	2.00E-04	16				

C.V. = 6.67%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar que en la tabla ANOVA, no se tiene diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.2634$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Teniendo un coeficiente de variación de 6.67% mostrando un alto grado de confiabilidad de los datos, Ochoa (2013).

Tabla 9

Análisis de varianza para peso (g) de grano de trigo según ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	0	5	0	0	>0.9999	NS
Error	2.00E-04	11	1.80E-05			
Total	2.00E-04	16				

C.V. = 8.53%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar que en la tabla ANOVA, no se tiene diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.9999$ siendo este valor,

superior a 0.05 (5%). Teniendo un coeficiente de variación de 8.53% indicando que los valores analizados son buenos, Ochoa (2013).

Los promedios generales de peso de grano de trigo por ecotipos, se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 10

Comparación de medias para ecotipos de trigo en peso (g) DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias	
Ichilo	0.05	A
Motacú	0.05	A
Yuraj Muru	0.05	A
Arrocillo	0.05	A
Azul Muru	0.05	A
Chujchayuj	0.05	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos no se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias del peso de granos donde los 6 ecotipos pesan 0.05 gramos en promedio.

De acuerdo con estos resultados obtenidos sobre los pesos de grano en el análisis físico, en promedio se tiene 0.05 gramos, en comparación con el resultado obtenido en promedio de peso 0.06 gramos por Wight Hat Ltd., (2003). Se puede evidenciar que se tiene una mínima diferencia.

6.1.2 Peso hectolítrico

En la tabla 11 se presenta el resumen de la determinación del peso hectolítrico de los seis ecotipos de trigo.

Tabla 11

Determinación del peso hectolítrico (kg/hl) de granos de trigo

ECOTIPOS	PESO DE TRIGO EN PROBETA 10ml (g)	NÚMERO DE GRANOS	CONVERSIÓN DE g/ml A kg/l	CONVERSIÓN A kg/hl
Yuraj Muru	7	169	0.7	70
Arrocillo	8	185	0.8	80
Azul Muru	7	152	0.7	70
Motacú	7	183	0.7	70
Ichilo	8	218	0.8	80
Chujchayuj	8	162	0.8	80

De acuerdo con los resultados obtenidos sobre el peso hectolítrico (kg/hl) se puede observar que los ecotipos Arrocillo, Ichilo y Chujchayuj tienen 80 kg/hl, están dentro de las exigencias de comercialización de trigo consumo, considerando los rangos establecidos del Ingeniero Agrónomo Mellado Z. M. (1986) de 76 – 79 kg/hl. En tal sentido, Peña Bautista R. (2007), también menciona que, el peso hectolítrico es un factor de comercialización importante ya que está asociado con la calidad molinera del trigo. Por eso, los lotes de trigo con peso hectolítrico bajo (76 kg/hl) suelen mostrar bajos rendimientos de sémola en trigo cristalino, y de harina en trigo harinero.

Por lo tanto, los ecotipos Yuraj Muru, Azul Muru y Motacú tienen valores de 70 kg/hl, y Mellado Z. M. (1986), menciona que, los valores menores a 68 kg/hl quedan de libre convenio.

6.2 Características bromatológicas

Los análisis físico-químicos se realizó en el laboratorio de IDEPROQ-UMSA, teniendo así 10 parámetros determinados que se detallan de la siguiente manera:

6.2.1 Humedad (%)

En la siguiente tabla 12, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de humedad de la harina de trigo.

Tabla 12

Análisis de varianza de humedad (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	1.73	4	0.43	1.52	0.2589	NS
Error	3.42	12	0.28			
Total	5.15	16				

C.V. = 4.45%* = significativo ($p \leq 5\%$); ** = altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS = No significativo;

Se puede observar que en la tabla ANOVA, no se tiene diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.2589$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Teniendo un coeficiente de variación de 4.45% mostrando un alto grado de confiabilidad de los datos, Ochoa (2013).

Los promedios generales de Humedad para comunidad, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 13

Comparación de medias para humedad (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Caata	12.3	A
Quiabaya	12.27	A
Chipuipo	12.16	A
Jatichulaya	11.77	A
Niño Corín	11.47	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de humedad en Caata fue 12.30% máximo en comparación a la comunidad de Niño Corín 11.47% de humedad mínima.

Tabla 14

Análisis de varianza de humedad (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	1.33	5	0.27	0.77	0.5934	NS
Error	3.82	11	0.35			
Total	5.15	16				

C.V. = 4.91 %

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar que en la tabla ANOVA, no se tiene diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.2589$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Teniendo un coeficiente de variación de 4.91% mostrando un alto grado de confiabilidad de los datos, Ochoa (2013).

Los promedios generales de Humedad para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 15

Comparación de medias para humedad (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias	
Motacú	12.57	A
Yuraj Muru	12.53	A
Arrocillo	12.33	A
Azul Muru	12.21	A
Chujchayuj	11.84	A
Ichilo	11.54	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de humedad donde Motacú fue 12.57% máximo en comparación al ecotipo Ichilo 11.54% mínimo de humedad.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre la humedad en el análisis químico realizado, es 12,57% máximo y 11,54% mínimo de humedad en harina de trigo, en relación al 13,04 % que obtuvo (Dendy y Dobraszcyk 2004). Significa que están en el rango para una conservación adecuada, donde podemos mencionar también que los ecotipos de trigo del valle de Charazani está dentro de los parámetros establecidos a los que se indican en la norma boliviana (NB-39021:2006) que es de 15 % máximo de humedad, debido al carácter higroscópico de la harina. En tal sentido (Hossain 2016) establece un rango de 14.25 % de humedad en la harina de trigo.

6.2.2 Ceniza (%)

En la tabla 16, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de ceniza de la harina de trigo.

Tabla 16

Análisis de varianza de ceniza (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	0.57	4	0.14	0.89	0.5008	NS
Error	1.94	12	0.16			
Total	2.51	16				

C.V. = 24.42%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar que en la tabla ANOVA, no se tiene diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.5008$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%).

Por otro lado, se tiene un coeficiente de variación de 24.42% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de ceniza para comunidad, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 17

Comparación de medias para ceniza (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Caata	1.86	A
Niño Corín	1.84	A
Jatichulaya	1.61	A
Quiabaya	1.46	A
Chipuipo	1.41	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de ceniza en Caata fue 1.86% máximo en comparación a la comunidad de Chipuipo 1.41% mínima de ceniza.

Tabla 18

Análisis de varianza de ceniza (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	1.82	5	0.36	5.81	0.0073	**
Error	0.69	11	0.06			
Total	2.51	16				

C.V. = 15.22%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar que en la tabla ANOVA, se tiene diferencias altamente significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.0073$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%) e inferior al 0.01 (1%).

Por otra parte, se tiene un coeficiente de variación de 15.22% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de ceniza para comunidad, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 19

Comparación de medias para ceniza (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias	
Ichilo	2.73	A
Azul Muru	1.96	B
Arrocillo	1.63	B
Motacú	1.55	B
Chujchayuj	1.48	B
Yuraj Muru	1.37	B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de ceniza donde Ichilo fue 2.73% máximo en comparación al ecotipo Yuraj Muru 1.37% mínima de ceniza.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre la ceniza en harina de trigo del análisis químico realizado, es 2.73% máximo y 1.37% mínimo de ceniza, en relación al 2% que obtuvo (Peña Bautista R., et al., 2007). En tal sentido, también (Hossain 2016) establece un rango de 1.82%, lo que significa que los resultados determinados están dentro de los rangos aceptables, ya que la ingeniera de alimentos (Peña A. Claudia M. 2010), indica que el contenido de ceniza representa el contenido total de minerales en harinas de trigo y los niveles de concentración que se consideran deseables deben ser menores a 3% de ceniza.

6.2.3 Gluten húmedo (%)

En la tabla 20, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de gluten húmedo de la harina de trigo.

Tabla 20

Análisis de varianza de gluten húmedo (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	242.32	4	60.58	5.21	0.0114	*
Error	139.55	12	11.63			
Total	381.87	16				

C.V. = 21.98 %

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que se tienen diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.0114$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%). Por otra parte, se tiene un coeficiente de variación de 21.98% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de gluten húmedo para comunidad, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 21

Comparación de medias para gluten húmedo (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias		
Quiabaya	19.99	A	
Jatichulaya	19.32	A	
Niño Corín	14.48	A	B
Chipuipo	14.2	A	B
Caata	10.13		B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de

gluten húmedo en Quiabaya fue 19.99% máximo en comparación a la comunidad de Caata 10.13% mínima de gluten húmedo.

Tabla 22

Análisis de varianza de gluten húmedo (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	259.94	5	51.99	4.69	0.0154	*
Error	121.93	11	11.08			
Total	381.87	16				

C.V. = 21.46%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.0154$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%).

Por otra parte, se tiene un coeficiente de variación de 21.46% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013)

Los promedios generales de gluten húmedo para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 23

Comparación de medias para gluten húmedo (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias		
Chujchayuj	18.14	A	
Arrocillo	16.82	A	B
Motacú	16.55	A	B
Ichilo	12.6	A	B
Yuraj Muru	12.42	A	B
Azul Muru	7.99		B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de gluten húmedo donde Chujchayuj fue 18.14% máximo en comparación al ecotipo Azul Muru 7.99% mínimo de gluten húmedo.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre gluten húmedo en harina de trigo, el análisis químico realizado fue de 18,14% máximo y 7.99% mínimo de gluten húmedo, en relación al 32,76% que se obtuvo por (INIA-418 El Nazareno 2016). Por lo tanto, existe diferencia en los datos obtenidos, pero en comparación con la norma boliviana (NB-106:2000) que recomienda por debajo de 24%, entonces se puede mencionar que en los valles interandinos del municipio de Charazani el trigo es bajo en gluten. Así también en Argentina mencionan que a mayor de 30% de contenido de gluten produce celiaca es una enfermedad dentro del intestino delgado.

6.2.4 Gluten Seco (%)

En la tabla 24, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de gluten seco de la harina de trigo.

Tabla 24

Análisis de varianza de gluten seco (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	42.31	4	10.58	3.48	0.0416	*
Error	36.49	12	3.04			
Total	78.8	16				

C.V. = 25.65%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que se tienen diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.0416$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%). Por otra parte, se tiene un coeficiente de variación de 25.65% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de gluten seco para comunidad, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 25

Comparación de medias para gluten seco (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias		
Jatichulaya	8.54	A	
Quiabaya	8.42	A	
Niño Corín	6.43	A	B
Chipuipo	6.29	A	B
Caata	4.5		B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de gluten seco en Jatichulaya fue 8.54% máximo en comparación a la comunidad de Caata 4.5% mínima de gluten seco.

Tabla 26

Análisis de varianza de gluten seco (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	49.46	5	9.89	3.71	0.0327	*
Error	29.34	11	2.67			
Total	78.8	16				

C.V. = 24.02%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.0327$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%). Teniendo así un coeficiente de variación de 24.02% debajo de 30% por

lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de gluten seco para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 27

Comparación de medias para gluten seco (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias		
Motacú	7,89	A	
Chujchayuj	7,86	A	
Arrocillo	7,1	A	B
Yuraj Muru	6,3	A	B
Ichilo	5,59	A	B
Azul Muru	3,37		B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de gluten seco donde Motacú fue 7.89% máximo en comparación al ecotipo Azul Muru 3.37% mínimo gluten seco.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre gluten seco de la harina de trigo en análisis químico realizado, fue de 7.89% máximo y 3.37% mínimo de gluten seco, en relación al 10.92% que obtuvo en promedio (INIA-418 El Nazareno 2016), y (Quispe Callisaya L., 2015), logro obtener 11,94% en promedio. Por lo tanto, existe diferencia en los datos analizados y que los valores observados de los ecotipos en valles interandinos del municipio de Charazani son bajos; según SELADIS indica que si el contenido de gluten es menor a 17% la harina es muy buena.

6.2.5 Acidez (%)

En la tabla 28, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de acidez de la harina de trigo.

Tabla 28

Análisis de varianza de acidez (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	5.20E-04	4	1.30E-04	0.32	0.8609	NS
Error	4.90E-03	12	4.10E-04			
Total	0.01	16				

C.V. = 20.17%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, no se tienen diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.8609$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Así también, se tiene un coeficiente de variación de 20.17% debajo de 30% lo cual significa que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de acidez para comunidad, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 29

Comparación de medias para acidez (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Caata	0.11	A
Niño Corín	0.10	A
Quiabaya	0.10	A
Chipuipo	0.10	A
Jatichulaya	0.09	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de

acidez en Caata se puede observar 0.11% máximo en comparación a la comunidad de Jatichulaya 0.09% mínima de acidez.

Tabla 30

Análisis de varianza de acidez (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	1.30E-03	5	2.60E-04	0.71	0.6258	NS
Error	4.10E-03	11	3.70E-04			
Total	0.01	16				

C.V. = 19.25%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que no se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.6258$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Teniéndose un coeficiente de variación de 19.25% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de acidez para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 31

Comparación de medias para acidez (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias	
Arrocillo	0.12	A
Azul Muru	0.11	A
Chujchayuj	0.1	A
Yuraj Muru	0.09	A
Motacú	0.09	A
Ichilo	0.09	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de acidez donde Arrocillo tiene 0.12% máximo en comparación al ecotipo Ichilo 0.09% mínimo acidez.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre acidez de la harina de trigo en el análisis químico realizado, es de 0.12% máximo y 0.09% mínimo de acidez, en relación al análisis obtenido 0.85% por norma boliviana (NB-075:2000), lo cual significa que está dentro del rango establecido.

6.2.6 Grasa (%)

En la tabla 32, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de grasa de la harina de trigo.

Tabla 32

Análisis de varianza de grasa (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	0.01	4	3.40E-03	1.32	0.3167	NS
Error	0.03	12	2.60E-03			
Total	0.04	16				

C.V. = 22.96%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, donde no se tienen diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.3167$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%).

Por otro lado, se tiene un coeficiente de variación de 22.96% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de grasa para comunidades, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 33

Comparación de medias para grasa (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Caata	0.26	A
Quiabaya	0.23	A
Chipuipo	0.22	A
Jatichulaya	0.21	A
Niño Corín	0.17	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de grasa en Caata se tiene 0.26% máximo en comparación a la comunidad de Niño Corín 0.17% mínima de grasa.

Tabla 34

Análisis de varianza de grasa (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	0.01	5	2.80E-03	1.02	0.4499	NS
Error	0.03	11	2.80E-03			
Total	0.04	16				

C.V. = 23.78%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que no se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.4499$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Teniéndose un coeficiente de variación de 23.78% menor a 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de grasa para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 35

Comparación de medias para grasa (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias	
Motacú	0.31	A
Azul Muru	0.24	A
Yuraj Muru	0.24	A
Arrocillo	0.23	A
Chujchayuj	0.21	A
Ichilo	0.17	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de grasa donde Motacú fue 0.31% máximo en comparación al ecotipo Ichilo 0.17% mínimo de grasa.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre grasa de la harina de trigo en análisis químico realizado, donde se tiene 0.31% máximo y 0.17% mínimo de grasa, en relación al 1.25% que obtuvo en promedio (INIA-418 El Nazareno 2016), y (Coral T. Valeria L., 2014), logró obtener máximo 5.58% haciendo el análisis. En tal sentido (Hossain 2016) obtuvo 0.98%. Por lo tanto, existe diferencia de resultados y que en los valores observados de los ecotipos en valles interandinos del municipio de Charazani son bajos; lo cual un ingeniero en alimentos de IIDEPROQ-UMSA indica que, si el contenido de grasa es muy alto, la harina se enrancia fácilmente, así disminuyendo la capacidad de conservación, sufriendo alteraciones, dando malos resultados en panificación y presentando un sabor amargo.

6.2.7 Fibra (%)

En la tabla 36, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de fibra de la harina de trigo.

Tabla 36

Análisis de varianza de fibra (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	3.43	4	0.86	1.42	0.2871	NS
Error	7.26	12	0.6			
Total	10.68	16				

C.V. = 28.52%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, donde no se tienen diferencias significativas entre comunidades por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.2871$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Por otro lado, se tiene un coeficiente de variación de 28.52% debajo de 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de fibra para comunidades, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 37

Comparación de medias para fibra (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Quiabaya	3.3	A
Caata	3.19	A
Chipuipo	2.5	A
Jatichulaya	2.49	A
Niño Corín	2.09	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de fibra en Quiabaya se tiene 3.3% máximo en comparación a la comunidad de Niño Corín 2.09% mínimo de fibra.

Tabla 38

Análisis de varianza de fibra (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	6.27	5	1.25	3.12	0.0538	NS
Error	4.42	11	0.4			
Total	10.68	16				

C.V. = 23.24%* = significativo ($p \leq 5\%$); ** = altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS = No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que no se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tenerse un valor de probabilidad $F_c = 0.0538$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%). Con un coeficiente de variación de 23.24% menor a 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre fibra de harina de trigo, el análisis químico realizado en laboratorio se tiene 4.75% máximo y 1.86% mínimo de fibra en promedio, a comparación con 2.32% que obtuvo (INIA-418 El Nazareno 2016). Asimismo, (Hossain 2016) determinó 1.70%. En comparación con el rango sugerido por la FAO (s.f.) que es 5.15g/100g aproximadamente (Morón et al., 2015). Por lo tanto, se encuentran dentro de los estándares.

6.2.8 Proteína (%)

En la tabla 39, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de Proteína de la harina de trigo.

Tabla 39

Análisis de varianza de proteína (%) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	8.59	4	2.15	3.27	0.0496	*
Error	7.88	12	0.66			
Total	16.47	16				

C.V. = 9.03%* = significativo ($p \leq 5\%$); ** = altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS = No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, donde se tienen diferencias significativas entre comunidades por tener un valor de probabilidad $F_c = 0.0496$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%). Por tanto, tiene un coeficiente de variación de 9.03% nos indica que los valores analizados son buenos y están de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de proteína para comunidades, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 40

Comparación de medias para proteína (%) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias		
Jatichulaya	9.93	A	
Quiabaya	9.59	A	B
Niño Corín	8.65	A	B
Chipuipo	8.53	A	B
Caata	8.12		B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de proteína donde en Quiabaya se tiene 9.93% máximo en comparación a la comunidad de Caata 8.12% mínimo de proteína.

Tabla 41

Análisis de varianza de proteína (%) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	9.93	5	1.99	3.34	0.0445	*
Error	6.54	11	0.59			
Total	16.47	16				

C.V. = 8.6%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tener un valor de probabilidad $F_c = 0.0445$ siendo este valor, inferior a 0.05 (5%). Con un coeficiente de variación de 8.6% nos indica que los valores analizados son buenos y están dentro de margen de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de proteína para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 42

Comparación de medias para proteína (%) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias		
Chujchayuj	9,52	A	
Motacú	9,5	A	
Arrocillo	8,45	A	
Yuraj Muru	8,38	A	
Ichilo	8,03	A	B
Azul Muru	7,66		B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos se tiene diferencias estadísticas en comparaciones de medias de proteína, Chujchayuj fue 9.52% máximo y el ecotipo Azul Muru 7.66% mínimo de proteína.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre proteína en harina de trigo, el análisis químico realizado presenta un 9.52% máximo y 7.66% mínimo de proteína en los ecotipos mencionados, en relación al 12.94% que obtuvo (INIA-418 El Nazareno 2016). Asimismo, (Hossain 2016) determinó 12.50%. En comparación con el rango sugerido por la norma boliviana (NB-076:2000), 11% aproximadamente. Significa que los datos obtenidos durante el análisis están en los rangos mínimos, asimismo en la gestión 2018 en el municipio de Charazani se hizo el análisis del ecotipo Wasquilla quien presentó un contenido de proteína de 12.98% mayor a todos los ecotipos (Céspedes P. R. 2018).

6.2.9 Zinc (mg/l)

En la tabla 43, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de zinc de la harina de trigo.

Tabla 43

Análisis de varianza de zinc (mg/l) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	0.62	4	0.15	1	0.4461	NS
Error	1.86	12	0.16			
Total	2.48	16				

C.V. = 9.64%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que no se tienen diferencias significativas entre comunidades por tener un valor de probabilidad $F_c = 0.4461$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%).

Asimismo, tiene un coeficiente de variación de 9,64% nos indica que los valores analizados son buenos y están de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013)

Los promedios generales de zinc para comunidades, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 44

Comparación de medias para zinc (mg/l) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Quiabaya	4.39	A
Chipuipo	4.17	A
Jatichulaya	4.13	A
Caata	3.94	A
Niño Corín	3.81	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de Zinc donde en Quiabaya se tiene 4.39 mg/l máximo en comparación a la comunidad de Niño Corín 3.81 mg/l mínimo de Zinc.

Tabla 45

Análisis de varianza de zinc (mg/l) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	1.1	5	0.22	1.76	0.2014	NS
Error	1.38	11	0.13			
Total	2.48	16				

C.V. = 8.66%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, donde no se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tener un valor de probabilidad $F_c = 0.2014$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%).

Con un coeficiente de variación de 8.66% nos indica que los valores analizados son buenos y están dentro de margen de aceptabilidad, Ochoa (2013)

De acuerdo a los resultados obtenidos sobre zinc de harina de trigo, el análisis químico realizado tiene un promedio de 4.76 mg/l máximo y 3.67 mg/l mínimo de zinc en los ecotipos mencionados, en relación a la norma boliviana IBNORCA menciona que por cada 100 g de harina debe tener 0.061 a 0.18 mg. Por lo tanto, en los valles interandinos del municipio de Charazani, se tienen valores altos de contenido de zinc, lo cual nos indica que es apto para su respectiva comercialización o ingreso al mercado nacional.

6.2.10 Hierro (mg/l)

En la tabla 46, se presenta el resumen del análisis de varianza realizado para el parámetro de hierro de la harina de trigo.

Tabla 46

Análisis de varianza de hierro (mg/l) en harina de trigo para comunidades

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	0.09	4	0.02	0.16	0.9544	NS
Error	1.7	12	0.14			
Total	1.79	16				

C.V. = 28.69%* = significativo ($p \leq 5\%$); ** = altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS = No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, que no se tienen diferencias significativas entre comunidades por tener un valor de probabilidad $F_c = 0.9544$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%).

Asimismo, tiene un coeficiente de variación de 28.69% menor a 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de hierro para comunidades, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 47

Comparación de medias para hierro (mg/l) de harina de trigo en comunidades DUNCAN (0.05)

Comunidad	Medias	
Quiabaya	1.42	A
Chipuipo	1.34	A
Jatichulaya	1.32	A
Caata	1.31	A
Niño Corín	1.18	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para comunidades no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de hierro donde en Quiabaya se tiene 1.42 mg/l máximo en comparación a la comunidad de Niño Corín 1.18 mg/l mínimo de hierro.

Tabla 48

Análisis de varianza de hierro (mg/l) en harina de trigo para ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Ecotipos	0.54	5	0.11	0.95	0.4887	NS
Error	1.25	11	0.11			
Total	1.79	16				

C.V. = 25.72%

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Se puede observar en la tabla ANOVA, donde no se tienen diferencias significativas entre ecotipos por tener un valor de probabilidad $F_c = 0.4887$ siendo este valor, superior a 0.05 (5%).

Asimismo, tiene un coeficiente de variación de 25.72% menor a 30% por lo que los datos se encuentran dentro de los márgenes de aceptabilidad, Ochoa (2013).

Los promedios generales de hierro para ecotipos, que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 49

Comparación de medias para hierro (mg/l) de harina de trigo en ecotipos DUNCAN (0.05)

Ecotipos	Medias	
Motacú	1.53	A
Chujchayuj	1.41	A
Azul Muru	1.24	A
Arrocillo	1.13	A
Yuraj Muru	0.94	A
Ichilo	0.87	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre comunidades ($p \leq 5\%$).

En el análisis estadístico, según la prueba Duncan con una confianza (0,05), para ecotipos no se tienen diferencias estadísticas en comparaciones de medias de

hierro donde Motacú fue 1.53 mg/l máximo en comparación al ecotipo Ichilo 0.87 mg/l mínimo de hierro.

De acuerdo a estos resultados obtenidos sobre hierro de harina de trigo, el análisis químico realizado en el laboratorio tiene un promedio de 1.53 mg/l máximo y 0.87 mg/l mínimo de hierro en los ecotipos mencionados, en relación al 1.10 mg/100g presentado en el trigo de España según, (FUNIBER – USA 2017). Haciendo la comparación con el rango indicado 3 mg/100g aproximadamente por la norma boliviana IBNORCA, se puede observar los datos analizados que están en los rangos mínimos, asimismo en la gestión (2018) en el municipio de Charazani se hizo análisis del ecotipo Wasquilla quien presentó un contenido de 2.32 y Yuraj Muru 1.93 y en Puca Muru 2.34 mg/100g mayor a todos los ecotipos, (Céspedes P. R., 2018). En tal sentido, si el manejo del cultivo se diera adecuadamente como en otras comunidades, se supondría que el contenido de hierro en todos los ecotipos sería próximo al rango indicado por IBNORCA.

6.3 Características organolépticas

Las encuestas se realizaron en las unidades educativas del municipio de Charazani, tomando en cuenta cuatro parámetros (color, olor, sabor y dureza).

6.3.1 Color

La apreciación del parámetro de “color” se hizo en las Unidades Educativas del municipio de Charazani, teniendo así 74 participantes en la encuesta.

Tabla 50

Análisis de chi cuadrado de la apreciación de color, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)

Estadístico	Valor	Gl	P	Sig.
Chi Cuadrado	126,01	20	<0.0001	**

*= significativo (p≤5%); **=altamente significativo (p≤1%); NS= No significativo;

Según la prueba de Chi cuadrado, al nivel del 1 % (p<0.01) se detecta alta significancia entre ecotipos, en la percepción de color de panes elaborados.

Indicando que existe una relación de dependencia entre los ecotipos y las categorías en la apreciación del color de pan.

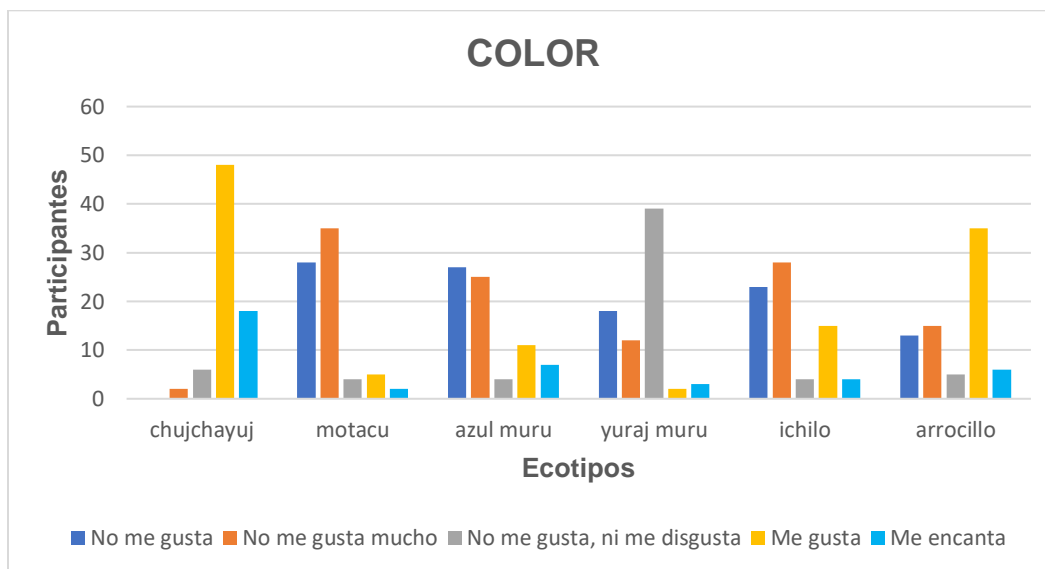


Figura 6 Resultados sobre la apreciación de color

En cuanto a las preferencias de color se puede apreciar en la figura 6, el ecotipo Chujchayuj obtuvo una calificación de mayor aceptación (48 Me gusta, 18 me encanta y 6 indecisos), seguidamente Arrocillo (35 me gusta, 6 me encanta y 5 indecisos), Ichilo (15 me gusta, 4 me encanta y 4 indecisos), Azul Muru (11 me gusta, 7 me encanta y 4 indecisos), Motacú (5 me gusta, 2 me encanta y 4 indecisos) y Yuraj Muru (2 me gusta, 3 me encanta y 39 indecisos).

Es así como el ecotipo Chujchayuj es más relevante en el color que los cinco ecotipos mencionados en la figura 6, ya que tiene índices altos en el grado de aceptación donde en la escala hedónica hicieron conocer sus criterios.

6.3.2 Olor

La percepción del parámetro de "olor" se hizo en las Unidades Educativas del municipio de Charazani, teniendo así 74 participantes en la encuesta.

Tabla 51

Análisis de chi cuadrado de la percepción de olor, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)

Estadístico	Chi2	GI	P	Sig.
Chi Cuadrado	194.86	20	<0.0001	**

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Según la prueba de Chi cuadrado, al nivel del 1 % ($p < 0.01$) se detecta alta significancia entre ecotipos, en la percepción del olor de panes elaborados. Indicando que existe una relación de dependencia entre los ecotipos y las categorías en la percepción del olor de pan.

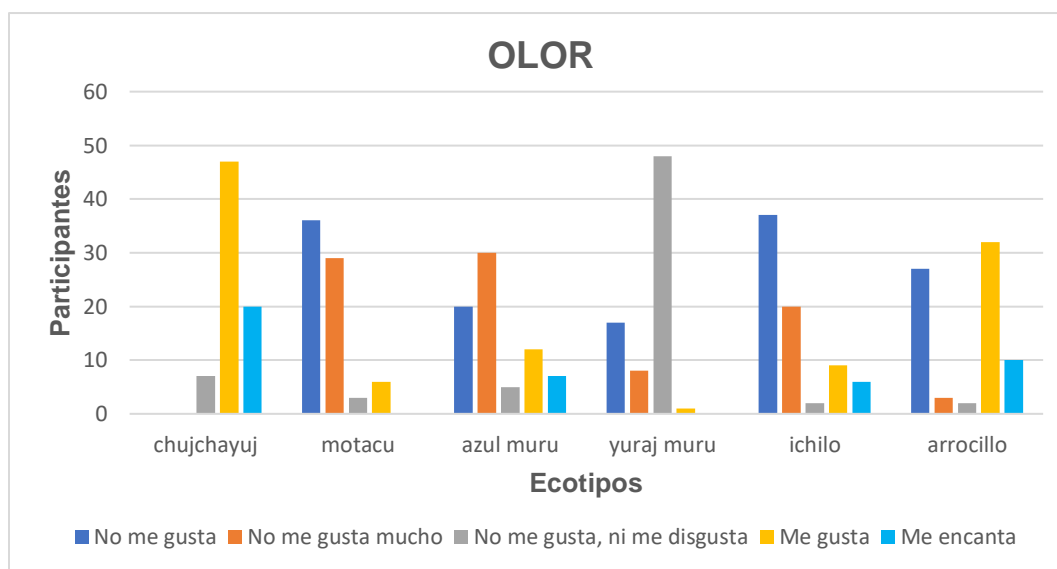


Figura 7 Resultados sobre la percepción de olor

En cuanto a las preferencias de olor se puede apreciar en la figura 7, el ecotipo Chujchayuj obtuvo niveles de mayor aceptación (47 Me gusta, 20 me encanta y 7 indecisos), seguidamente Arrocillo (32 me gusta, 10 me encanta y 2 indecisos), Azul Muru (12 me gusta, 7 me encanta y 5 indecisos), Ichilo (9 me gusta, 6 me encanta y 2 indecisos), Motacú (6 me gusta, 0 me encanta y 3 indecisos) y Yuraj Muru (1 me gusta, 0 me encanta y 48 indecisos).

Es así como el ecotipo Chujchayuj de la misma manera es más relevante en la percepción de olor que los cinco ecotipos mencionados en la figura 7, ya que tiene

índices altos en el grado de aceptación donde en la escala hedónica hicieron conocer sus criterios.

6.3.3 Sabor

La degustación del parámetro de “sabor” se hizo en las Unidades Educativas del municipio de Charazani, teniendo así 74 participantes en la encuesta.

Tabla 52

Análisis de chi cuadrado de la degustación de sabor, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)

Estadístico	Chi2	GI	p	Sig.
Chi Cuadrado	142.27	20	<0.0001	**

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Según la prueba de Chi cuadrado, al nivel del 1 % ($p < 0.01$) se detecta alta significancia entre ecotipos, en la percepción del sabor de panes elaborados. Indicando que existe una relación de dependencia entre los ecotipos y las categorías en la degustación del sabor de pan.

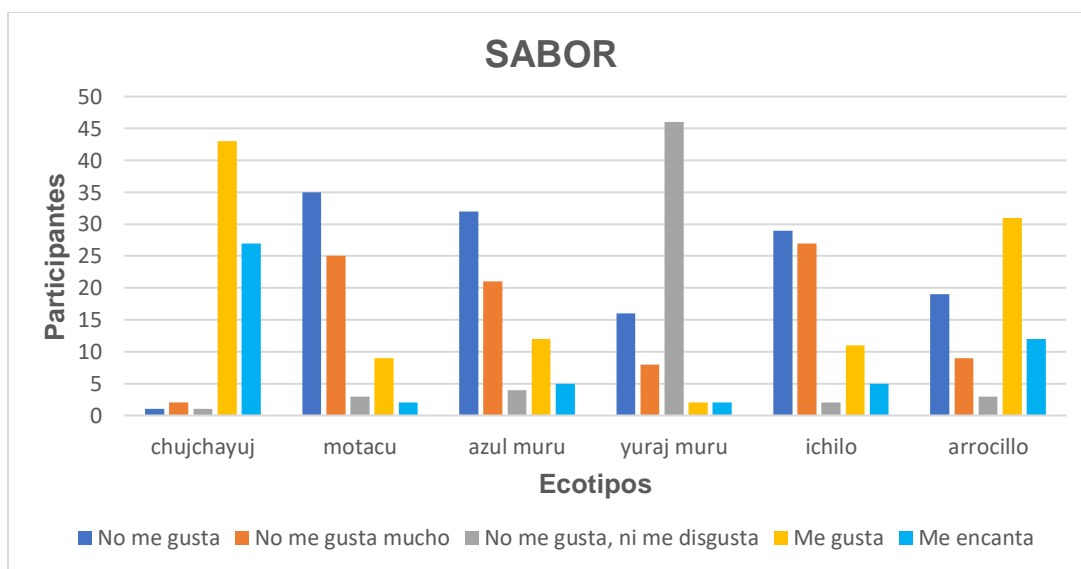


Figura 8 Resultados sobre la degustación de sabor

En cuanto a las preferencias de sabor se puede apreciar en la figura 8, el ecotipo Chujchayuj obtuvo niveles de mayor aceptación (43 Me gusta, 27 me encanta y 1

indeciso), seguidamente Arrocillo (31 me gusta, 12 me encanta y 3 indecisos), Azul Muru (12 me gusta, 5 me encanta y 4 indecisos), Ichilo (11 me gusta, 5 me encanta y 2 indecisos) Motacú (9 me gusta, 2 me encanta y 3 indecisos) y Yuraj Muru (2 me gusta, 2 me encanta y 46 indecisos).

Dando a conocer que el ecotipo Chujchayuj y Arrocillo fueron más relevantes en el sabor que los cuatro ecotipos mencionados en la figura 4, ya que tienen índices altos en el grado de aceptación donde en la escala hedónica hicieron conocer sus criterios.

6.3.4 Dureza

La percepción del parámetro de la “dureza” se hizo en las Unidades Educativas del municipio de Charazani, teniendo así 74 participantes en la encuesta.

Tabla 53

Análisis de chi cuadrado de la percepción de la dureza, de los panes elaborados de diferentes ecotipos de trigo (0,05%)

Estadístico	Chi2	GI	P	Sig.
Chi Cuadrado	132.44	20	<0.0001	**

*= significativo ($p \leq 5\%$); **=altamente significativo ($p \leq 1\%$); NS= No significativo;

Según la prueba de Chi cuadrado, al nivel del 1 % ($p < 0.01$) se detecta alta significancia entre ecotipos, en la percepción de dureza de panes elaborados. Indicando que existe una relación de dependencia entre los ecotipos y las categorías en la percepción de la dureza de pan de trigo.



Figura 9 Resultado de las preferencias de la percepción de la dureza

En cuanto a las preferencias de la dureza se puede apreciar en la figura 9, el ecotipo Chujchayuj es más blando (41 Me gusta, 23 me encanta y 4 indecisos), seguidamente el ecotipo Arrocillo de igual forma tiene calificaciones aceptables (24 me gusta, 16 me encanta y 7 indecisos), Azul Muru (9 me gusta, 7 me encanta y 6 indecisos), Motacú (9 me gusta, 5 me encanta y 1 indeciso), Ichilo (8 me gusta, 5 me encanta y 4 indecisos). Por otro lado, el ecotipo Yuraj Muru es el que tiene calificaciones más bajas (1 me gusta, 3 me encanta y 46 indecisos).

Dando a conocer que el ecotipo Chujchayuj es más blando en cuanto a la dureza que los cinco ecotipos mencionados en la figura 9.

7 CONCLUSIONES

En las características fenotípicas del grano de trigo no existen variaciones estadísticas en las medias, teniendo así un peso promedio de 0.05 gramos. Por ello se puede mencionar que la importancia del pesado de los granos minimiza la cantidad de impurezas, granos dañados o quebrados, etc., y mayor será la proporción de almidón en el grano.

Por otra parte, el peso hectolítrico nos demuestra que tres ecotipos Arrocillo, Ichilo y Chujchayuj tienen un valor de 80 kg/hl y están dentro de los valores deseables según autores mencionados anteriormente, mientras los ecotipos Yuraj Muru, Azul Muru y Motacú tienen un valor de 70 kg/hl, es menor a 76 kg/hl lo que significa que no está dentro de los rangos recomendados en términos del rendimiento.

En la determinación del porcentaje de la humedad de los diferentes ecotipos de harina de trigo, estadísticamente existen diferencias, ahí se encontró al ecotipo Motacú con 12.57% de humedad y con menor humedad el ecotipo Ichilo con 11.54%. por otro lado, los otros ecotipos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma Boliviana e indica que es apto para la conservación de los mimos durante el almacenamiento evitando los factores biológicos.

Aunado a esto los resultados de la ceniza estadísticamente existen diferencias. En tal sentido el ecotipo con mayor contenido de ceniza es Ichilo con 2.73% y Yuraj Muru con el menor porcentaje de ceniza 1.37%, todos los ecotipos analizados se encuentran dentro de los rangos establecidos según autores mencionados anteriormente.

En Gluten húmedo también se tienen variaciones estadísticas. Es así que el ecotipo Chujchayuj tiene mayor porcentaje 18.14%, posteriormente Azul Muru con el menor porcentaje 7.99 %. Asimismo, los resultados obtenidos de Gluten seco tienen diferencias estadísticas, el ecotipo con mayor porcentaje es Motacú 7.89%, seguidamente Azul Muru 3.37% con menor porcentaje. Por lo tanto, son menores a comparación con otros autores y mencionamos que cuanto menor sea el gluten en la harina de trigo es mejor para prevenir ciertas enfermedades en el intestino denominado como celiasis.

Luego en el porcentaje de la Acidez igualmente existen diferencias estadísticas, donde el ecotipo con mayor porcentaje es Arrocillo 0.12%, con menor porcentaje tenemos al ecotipo Ichilo 0.09%. Es así que, a comparación con la norma boliviana es bajo en acidez los ecotipos analizados, lo cual significa que generalmente no ocasiona el ardor en la parte inferior del pecho y un sabor amargo en la garganta y boca.

Asimismo, en el porcentaje de la Grasa estadísticamente existen diferencias. Por ello, el ecotipo con el máximo porcentaje de grasa es Motacú 0.31%, seguidamente el porcentaje más mínimo es Ichilo 0.17%. En efecto se menciona que los valores observados son bajos a comparación con los resultados secundarios, es así que, no hay mucho riesgo en contraer enfermedades cardiacas, aumento de peso, etc.

En el porcentaje de Fibra estadísticamente existe diferencias significativas Donde el ecotipo con mayor porcentaje es Motacú 4.75% y con menor porcentaje el ecotipo Yuraj Muru 1.86%. Indicando que los datos obtenidos están en los rangos encontrados según la FAO.

El porcentaje de las proteínas obtenidos, estadísticamente tienen variaciones, donde el ecotipo con mayor porcentaje de proteína es Motacú 9.52%, seguidamente el ecotipo con el menor porcentaje Azul Muru 7.66%. Por lo tanto, están en rangos mínimos según la norma boliviana, asimismo en la gestión 2018 en el municipio de Charazani se hizo análisis del ecotipo Wasquilla quien presento un contenido de proteína de 12.98% mayor a todos los ecotipos, Céspedes P. R. (2018), entonces se puede mencionar que los ecotipos de valles interandinos tiene aptitudes de ser un trigo con rangos altos, influye mucho el manejo adecuado del suelo para la producción debido a la costumbre de cada familia.

Al mismo tiempo en los resultados de Zinc estadísticamente también existen diferencias, y el ecotipo con mayor aportación de Zinc es Motacú 4.76 mg/l, seguidamente con menor aportación de Zinc el ecotipo Azul Muru 3.67 mg/l. En ese mismo contexto, en la determinación de Hierro igualmente existen diferencias de los resultados, para ello, se tiene el ecotipo Motacú con mayor aportación de hierro 1.53 mg/l., y el ecotipo con menor aportación es Ichilo 0.87 mg/l.

Para la determinación de las características organolépticas se realizó encuestas en las diferentes Unidades Educativas de las comunidades y luego para su análisis se aplicó la prueba Chi cuadrado, donde se tiene como conclusión final y se menciona que existe dependencias entre ecotipos y en la percepción/degustación del color, olor, sabor, dureza, las mismas mostradas en el capítulo de resultados, el ecotipo Chujchayuj presenta niveles de mayor aceptación seguida por el ecotipo Arrocillo, Azul Muru, Ichilo mientras los ecotipos con niveles más bajos de aceptación son Motacú y Yuraj Muru.

8 RECOMENDACIONES y/o SUGERENCIAS

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo de investigación, se plantean las siguientes sugerencias y/o recomendaciones:

Se recomienda hacer encuestas en núcleos familiares para empezar con la organización y fomentar la participación de toda la comunidad.

Se sugiere realizar investigaciones continuas en la coloración que presentan los granos, si afecta en el producto final que es el pan.

Es muy importante tener todas las herramientas y/o materiales necesarios para la recolección de las muestras, sobre todo etiquetar donde se especifiquen todos los detalles necesarios con la finalidad de evitar la mezcla de estas.

Se recomienda que durante el análisis de las muestras seguir todas las recomendaciones especificadas en las normas y así también considerar las sugerencias del personal encargado del área.

Igualmente se debería realizar trabajos de investigación relacionados al presente trabajo de investigación, para así al final comparar los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Adilisa (2019). Toma de muestras de granos y cereales.

<https://www.adilisa.com/2019/01/14/toma-de-muestras-de-granos-y-cereales/>

Balbuena Melgarejo Artemio, et al., (2008). Identificación de genotipos sobresalientes de trigo en el Valle de Toluca, México.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172008000200013

Bunge North América (s.f.). Derivados de trigo y Tipos de Derivados de Harina.

<https://es.bungenorthamerica.com/products/categories/95-derivados-de-trigo>

Bello Gutiérrez José (2000). Ciencia Bromatológica; principios generales de los alimentos

<https://books.google.com.bo/books?id=94BiLLKBJ6UC&pg=PA3&dq=bromatologia&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiRpPOCIPHuAhWnILkGHftyAoYQ6AEwAHoECAMQAg>

Castellanos Hernández. A. (2016). Bromatología. Composición de las harinas de trigo con diversas cifras de extracción.

Céspedes P. R., et al., (2018). SIGUIENDO LA RUTA DEL TRIGO EN EL VALLE INTERANDINO DE CHARAZANI. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/23880>

Charazani-Curva-Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (2018).

<https://www.lapaz.bo/ciudadmaravilla/charazanicurva/>

COVENIN (1786:81). HARINA DE TRIGO, DETERMINACIÓN DE GLUTEN.

<http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1786-81.pdf>

Charazani (2004). PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL CHARAZANI.

<http://autonomias.gobernacionlapaz.com/sim/municipio/pdm/charazani2004-2008.pdf>

Ciclo otoño-invierno (2005-2006), Calidad de la cosecha de trigo en Mexico.

<https://books.google.com.bo/books?id=ErmOolqpatwC&pg=PA1&dq=importancia+del+trigo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiVyNi3--rzAhUVJrkGHawGBI8Q6AF6BAgHEAI>

Desarrollo y evolución del concepto calidad – ISO 9001:2015

<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/#:~:text=M.,satisfaciendo%20las%20necesidades%20del%20cliente%E2%80%9D>

Dawkins R., (2020). El fenotipo del cultivo de trigo.

- FAO (2021), Situación Alimentaria Mundial. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- FAO (2005). Género y sistemas de producción campesinos: lecciones de Nicaragua. <https://www.fao.org/3/y4936s/y4936s05.htm>
- FHI 360 (2001). Características de una comunidad.
- FAO. (s.f.). Norma CODEX para el trigo y trigo duro. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/ar/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%22FStandards%252FCXS%2B199-1995%252FCXS_199s.pdf
- FIAB (s.f.), Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas. http://infoalimenta.com/biblioteca-alimentos/6/67/harina-de-trigo/detail_templateSample/
- G. Garza G. Ana (s.f.), El Trigo. <https://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>
- Hossain, B. Effect of Taro Flour Addition on the Functional and Physiochemical Properties of Wheat Flour and Dough for the Processing of Bread. *Nutr. Food Sci. Int. J.* 2016, 1 (2), 3–6. <https://doi.org/10.19080/nfsij.2016.01.555556>
- INTA EEA OLIVEROS (2016). Proteína de trigo. Factores que influyen en su expresión. <https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta-proteinas-del-trigo.pdf>
- Irene Moreno, A. Ramírez, R. Plana y L. Iglesias (2001), El cultivo de trigo, algunos resultados de su producción en cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193230162009.pdf>
- IBNORCA (2016), Harina y Derivados – Harina de Trigo – Requisitos <https://www.ibnorca.org/>
- INEN (521:2013). HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/521-1R.pdf>
- INE (2015). PRODUCCIÓN POR AÑO AGRÍCOLA, SEGÚN CULTIVOS 1984-2020.
- Lezcano Elizabeth (2006), Dirección de Industria Alimentaria <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=356>
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Censo Nacional Agropecuario (2013), Encuesta Agropecuario (2015). <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-cuadros-estadisticos/>
- Kohli M. M. (1998), Explorando Altos Rendimientos de Trigo, Pp. 294

OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020), OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2020-2029. pp: 137-264.

<https://books.google.com.bo/books?id=33YCEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=produccion+mundial+de+trigo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj6-56Oi-vzAhV9IrkGHfXiAn4Q6AF6BAglEAI>

Ochoa Torrez R. R. (2013), INTRODUCCION DEL MANEJO DEL SAS (Sistema de Análisis Estadístico).

Peña A. Claudia M. (2010), Contenido de Cenizas en los Alimentos. <http://avibert.blogspot.com/2010/12/contenido-de-cenizas-en-los-alimentos.html>

PTDI DE CHARAZANI (2016 - 2020),

<http://autonomias.gobernacionlapaz.com/sim/municipioptdi.php?mn=20>

Peña Bautista, R. J., Pérez Herrera, P., Villaseñor Mir, E., Gómez Valdez, M. M., Mendoza Lozano, M. A. y Monterde Gabilondo, R. (2007). Calidad de la cosecha del trigo en México. Ciclo otoño-invierno (2005-2006). Publicación Especial del CONASIST. Av. Cuauhtémoc No. 1617, Mezzanine, Col. Sta. Cruz Atoyac, México, D. F. 24p.

<https://www.yara.bo/nutricion-vegetal/trigo/clasificacion-de-trigo/>

Ramírez P. J. Carlos *et al.*, (2016). Optimización de la concentración de la α -amilasa y lacto-suero en el mejoramiento de las características tecnológicas, nutricionales y sensoriales del pan francés. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6583429.pdf>

Steel, Torrie (1988). Bioestadística: Principios y Procedimientos.

<https://docplayer.es/166533162-Estadistica-steel-torrie-principios-y-procedimientos-segunda-edicion-primera-en-espanol.html>

Sauceda Acosta *et al.*, (2017). Tamaño y Número de Granos de Trigo Analizados Mediante Procesamiento de Imagen Digital. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8 (3). México, ME:517-29. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.28>.

Seghezzo María Laura, Molfese Elena Rosa (2006), Calidad en Trigo Pan https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_manual_de_trigo_pan.pdf

SAGARPA (s.f.) secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/3/04-trigo/contexto-1.html#:~:text=La%20forma%20del%20grano%20de,de%20cuatro%20a%20seis%20hojas>

Tesauro (2013), Biblioteca de la Agricultura Nacional de los Estados Unidos. <https://boletinagrario.com/ap-6,ecotipo,2211.html>

V.V. Jessica (2014). Clase población muestra y muestreo – SlideShare.

<https://es.slideshare.net/MadelynSaidy/clase-poblacin-muestra-y-muestreo>

Villaseñor M. H. y E. Espitia (2000). Características de las áreas productoras de trigo de temporal: problemática y condiciones de producción. El Trigo de Temporal en México. Villaseñor M H E y E Espitia (eds). SAGAR, INIFAP, CEVAMEX. Chapingo, Edo. de México, México. pp: 85-98

Yara Bolivia (s.f.), Clasificación de trigo <https://www.yara.bo/nutricion-vegetal/trigo/clasificacion-de-trigo/>

Yara Bolivia (s.f.). Desarrollo histórico del trigo.

ANEXOS

Tabla 54 Ecotipos encontrados en comunidades de estudio

Comunidad	Ecotipos	Humedad %	Ceniza %	Gluten H-S %	Acidez %	Grasa %	Fibra %	Proteína %	Zinc mg/Lt	Hierro mg/Lt
Niño Corín	Ichilo	11,54	2,73	12.60 - 5.59	0,09	0,17	1,99	8,032	4,12	0,867
Niño Corín	Chujchayuj	10,72	1,23	16.73 - 7.47	0,13	0,18	2,31	9,344	3,98	1,65
Niño Corín	Chujchayuj	12,15	1,57	14.10 - 6.23	0,09	0,17	0,97	8,576	3,34	0,067
Caata	Azul Muru	11,66	1,62	5.93 - 2.49	0,09	0,19	0,39	7,360	3,62	1,02
Jatichulaya	Chujchayuj	11,55	1,66	19.30 - 8.60	0,08	0,18	1,34	9,664	3,94	0,809
Jatichulaya	Chujchayuj	11,89	1,54	20.55 - 8.55	0,09	0,17	1,88	10,080	3,68	1,52
Jatichulaya	Chujchayuj	11,85	1,66	17.61 - 7.74	0,09	0,22	2,30	9,920	4,59	1,74
Caata	Azul Muru	12,12	2,51	4.64 - 2.04	0,10	0,32	3,86	6,784	3,61	1,72
Jatichulaya	Chujchayuj	11,77	1,56	19.81 - 9.25	0,11	0,27	3,22	10,048	4,32	1,21
Caata	Azul Muru	12,86	1,75	13.39 - 5.58	0,15	0,22	1,67	8,832	3,78	0,973
Chipuipo	Chujchayuj	11,28	1,56	13.75 - 6.69	0,11	0,15	2,46	8,704	4,32	1,49
Quiabaya	Arrocillo	12,33	1,63	16.82 - 7.10	0,12	0,23	3,59	8,448	4,43	1,13
Quiabaya	Chujchayuj	12,63	1,48	22.81 - 11.06	0,09	0,19	3,01	10,400	4,19	1,76
Chipuipo	Chujchayuj	12,68	1,30	16.44 - 5.87	0,09	0,28	3,17	8,512	4,01	1,59
Quiabaya	Chujchayuj	11,85	1,27	20.33 - 7.11	0,09	0,77	4,69	9,920	4,56	2,16
Chipuipo	Yuraj Muru	12,53	1,37	12.42 - 6.30	0,09	0,24	1,86	8,384	4,18	0,937
Caata	Motacú	12,57	1,55	16.55 - 7.89	0,09	0,54	5,19	9,504	4,76	1,53

Tabla 55 Características fenotípicas de los granos de trigo

Ecotipos	peso (mg)
Chujchayuj	0.0491
Arrocillo	0.0463
Motacú	0.0458
Chujchayuj	0.0549
Chujchayuj	0.0480
Chujchayuj	0.0495
Chujchayuj	0.0452
Chujchayuj	0.0515
Chujchayuj	0.0439
Chujchayuj	0.0576
Yuraj Muru	0.0480
Chujchayuj	0.0543
Ichilo	0.0458
Azul Muru	0.0538
Azul Muru	0.0493
Chujchayuj	0.0486
Azul Muru	0.0489

Tabla 56 Determinación del peso hectolítrico

ECOTIPOS	PESO PROBETA 10ml (g)	PESO PROBETA-TRIGO (g)	PESO DE TRIGO EN 10ml (g)	NUMERO DE GRANOS	CONVERSION DE g/ml A kg/l
Yuraj Muru	34	41	7	169	0.7
Arrocillo	34	42	8	185	0.8
Azul Muru	34	41	7	152	0.7
Motacú	34	41	7	183	0.7
Ichilo	34	42	8	218	0.8
Chujchayuj	34	42	8	162	0.8

Tabla 57 Análisis físico químico de los ecotipos de trigo

Nro.	COMUNIDAD	Niño Corín	Chipuipo	Quiabaya	Jatichulaya	Caata	
		Ichilo	Yuraj Muru	Arrocillo	Chujchayuj	Azul Muru	Motacú
1	Humedad (%)	11,54	12,53	12,33	11,85	12,21	12,57
2	Ceniza (%)	2,73	1,37	1,63	1,46	1,96	1,55
3	Gluten H. (%)	12,6	12,42	16,82	17,85	7,99	16,55
4	Gluten S. (%)	5,59	6,30	7,1	7,69	3,37	7,89
5	Acidez (%)	0,09	0,09	0,12	0,10	0,11	0,09
6	Grasa (%)	0,17	0,24	0,23	0,27	0,24	0,54
7	Fibra (%)	1,99	1,86	3,59	2,66	1,97	5,19
8	Proteína (%)	8,032	8,384	8,448	9,42	7,73	9,504
9	Zinc (mg/Lt)	4,12	4,18	4,43	4,09	3,67	4,76
10	Hierro (mg/Lt)	0,867	0,937	1,13	1,54	1,24	1,53

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Proteína	17	0.52	0.36	9.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.59	4	2.15	3.27	0.0496
Comunidad	8.59	4	2.15	3.27	0.0496
Error	7.88	12	0.66		
Total	16.47	16			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.6569 gl: 12

Comunidad	Medias	n	E.E.	
Jatichulaya	9.93	4	0.41	A
Quiabaya	9.59	3	0.47	A B
Niño Corin	8.65	3	0.47	A B
Chipuipo	8.53	3	0.47	A B
Caata	8.12	4	0.41	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Hierro (mg/Lt)	17	0.05	0.00	28.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.09	4	0.02	0.16	0.9544
Comunidad	0.09	4	0.02	0.16	0.9544
Error	1.70	12	0.14		
Total	1.79	16			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.1418 gl: 12

Comunidad	Medias	n	E.E.	
Quiabaya	1.42	3	0.22	A
Chipuipo	1.34	3	0.22	A
Jatichulaya	1.32	4	0.19	A
Caata	1.31	4	0.19	A
Niño Corin	1.18	3	0.22	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gluten Seco	17	0.63	0.46	24.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	49.46	5	9.89	3.71	0.0327
Ecotipos	49.46	5	9.89	3.71	0.0327
Error	29.34	11	2.67		
Total	78.80	16			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.6671 gl: 11

Ecotipos	Medias	n	E.E.
Motacu	7.89	1	1.63 A
Chujchayuj	7.86	10	0.52 A
Arrocillo	7.10	1	1.63 A
Yuraj Muru	6.30	1	1.63 A
Ichilo	5.59	1	1.63 A
Azul Muru	3.37	3	0.94 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



**INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROCESOS
QUÍMICOS**

N° IDEPROQ.015-2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Ing. Rolando Céspedes
Responsable de Laboratorio	M.Sc. Lic. Carlos H. Díaz Mercado TÉCNICO EN INVESTIGACIÓN I - IDEPROQ
Equipo Técnico de Laboratorio	Lic. Isabel Alejo C. AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN Univ. Camila Paucara AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN
Tipo de muestra	17 Muestras sólidas de trigo
Responsable del muestreo	REALIZADO POR EL CLIENTE
Fecha de Recepción de muestra	21/08/2021
Fecha de emisión de informe	21/09/2021

NOTACIÓN

NI: Norma Boliviana
NI-212028 HUMEDAD,
NI-212027 MATERIA GRASA,
NI-212028 FIBRA CRUDA,
NI-212029 PROTEÍNAS,
NI-212030 CENIZAS

VARIEDAD	CÓDIGOS
Ichilo	M-1N0PQK
Chujchaya	M-1NCATCHI
Chujchaya	M-1NGLVCH
Azul maru	M-1CAATAM
Chujchaya	M-1IATCH
Chujchaya	M-2IHMCH
Chujchaya	M-4IFSCH
Azul maru	M-1CARGAM
Chujchaya	M-1IMTCH
Azul maru	M-1CAHEAM
Chujchaya	M-2CRHCH
Arrocillo	M-1QMTA
Chujchaya	M-3QFTCH
Chujchaya	M-1CDMCH
Chujchaya	M-1QCTCH
Yuraj Maru	M-1CPCYM
Notacó	M-1CATBM

OBSERVACIONES:
Ninguna.


M.Sc. Lic. Carlos H. Díaz Mercado
TÉCNICO EN INVESTIGACIÓN I
RESPONSABLE LABORATORIO DE ANÁLISIS
IDEPROQ

RESULTADOS

VARIEDAD	HUMEDAD %	CENIZA %	GLUTEN H-S %	ACIDEZ %	GRASA %	FIBRA %	PROTEÍNA %	Zinc mg/Lt	Hierro mg/Lt	CÓDIGOS
Ichilo	11,54	2,73	12,60 - 5,59	0,09	18,06	1,99	8,032	4,12	0,867	M-1NCPQIC
Chujchayuj	10,72	1,23	16,73 - 7,47	0,13	17,74	2,31	9,344	3,98	1,65	M-1NCATCH1
Chujchayuj	12,15	1,57	14,10 - 6,23	0,09	17,25	0,97	8,576	3,34	0,067	M-1NCLVCH
Azul muru	11,66	1,62	5,93 - 2,49	0,09	18,73	0,39	7,360	3,62	1,02	M-1CAATAM
Chujchayuj	11,55	1,66	19,30 - 8,60	0,08	17,93	1,34	9,664	3,94	0,809	M-3IATCH
Chujchayuj	11,89	1,54	20,55 - 8,55	0,09	17,30	1,88	10,080	3,68	1,52	M-2JHMCH
Chujchayuj	11,85	1,66	17,61 - 7,74	0,09	21,95	2,30	9,920	4,59	1,74	M-4IFSCH
Azul muru	12,12	2,51	4,64 - 2,04	0,10	32,17	3,86	6,784	3,61	1,72	M-1CARGAM
Chujchayuj	11,77	1,56	19,81 - 9,25	0,11	26,53	3,22	10,048	4,32	1,21	M-1JMTCH
Azul muru	12,86	1,75	13,39 - 5,58	0,15	21,80	1,67	8,832	3,78	0,973	M-1CAHEAM
Chujchayuj	11,28	1,56	13,75 - 6,69	0,11	15,32	2,46	8,704	4,32	1,49	M-2CRHCH1
Arrocillo	12,33	1,63	16,82 - 7,10	0,12	23,26	3,59	8,448	4,43	1,13	M-1QMTA
Chujchayuj	12,63	1,48	22,81 - 11,06	0,09	18,96	3,01	10,400	4,19	1,76	M-3QFTCH
Chujchayuj	12,68	1,30	16,44 - 5,87	0,09	28,38	3,17	8,512	4,01	1,59	M-1CEMCH
Chujchayuj	11,85	1,27	20,33 - 7,11	0,09	76,63	4,69	9,920	4,56	2,16	M-1QCTCH
Yuraj Muru	12,53	1,37	12,42 - 6,30	0,09	23,82	1,86	8,384	4,18	0,937	M-1CPCYM
Motacú	12,57	1,55	16,55 - 7,89	0,09	54,40	5,19	9,504	4,76	1,53	M-1CATBM


 M.Sc. Lic. Carlos Héctor Díaz Mercaán
 TÉCNICO DE INVESTIGACIÓN
 RESPONSABLE LABORATORIO DE ANÁLISIS
 HUERRILAMBA, URSA

Tabla 58 Escala hedónica para la apreciación de color

Ecotipo	No me gusta	No me gusta mucho	gusta	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta	Me encanta
Chujchayuj		2		6	48	18
Motacú	28	35		4	5	2
Azul Muru	27	25		4	11	7
Yuraj Muru	18	12		39	2	3
Ichilo	23	28		4	15	4
Arrocillo	13	15		5	35	6

Tabla 59 Escala hedónica para la percepción de olor

Ecotipos	No me gusta	No me gusta mucho	gusta	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta	Me encanta
Chujchayuj				7	47	20
Motacú	36	29		3	6	
Azul Muru	20	30		5	12	7
Yuraj Muru	17	8		48	1	
Ichilo	37	20		2	9	6
Arrocillo	27	3		2	32	10

Tabla 60 Escala hedónica para la degustación de sabor

Ecotipo	No me gusta	No me gusta mucho	gusta	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta	Me encanta
Chujchayuj	1	2		1	43	27
Motacú	35	25		3	9	2
Azul Muru	32	21		4	12	5
Yuraj Muru	16	8		46	2	2
Ichilo	29	27		2	11	5
Arrocillo	19	9		3	31	12

Tabla 61 Escala hedónica para la percepción de dureza

Ecotipo	No me gusta	me gusta mucho	No me gusta, ni me disgusta	Me gusta	Me encanta
Chujchayuj	3	3	4	41	23
Motacú	32	27	1	9	5
Azul Muru	29	23	6	9	7
Yuraj Muru	17	7	46	1	3
Ichilo	33	24	4	8	5
Arrocillo	19	8	7	24	16

Tablas de contingencia

Frecuencias: Frecuencia

Frecuencias absolutas

En columnas:Color

Ecotipo	Me encanta	Me gusta	No me gusta	No me gusta mucho	No me gusta, ni me disgust..	Total
arrocillo	6	15	9	1	39	70
azul muru	7	5	1	1	6	20
chujchayuj	4	2	0	4	4	14
ichilo	18	35	1	4	4	62
motacu	3	11	3	2	4	23
yuraj muru	2	48	2	0	5	57
Total	40	116	16	12	62	246

Estadístico	Valor	gl	p
Chi Cuadrado Pearson	126.01	20	<0.0001
Chi Cuadrado MV-G2	122.25	20	<0.0001
Coef.Conting.Cramer	0.32		
Coef.Conting.Pearson	0.58		



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confederación Suiza
Confederaziun Svizra
Confederaziun Svizra

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN POSTGRADO E INTERACCIÓN SOCIAL
PROYECTO UMSA/PIA-ACC FASE II
PROYECTO TRIGO BIOFORTIFICADO EN VALLES INTERANDINOS
LA PAZ - BOLIVIA



ENCUESTA

1. Nombre Completo

2. Indique su sexo

- Femenino
- Masculino

3. ¿Cuál es su edad?

- 6 - 11 años
- 12 - 17 años
- 18 - 30 años
- 31 - 43 años
- 44 - 56 años
- 57 - 69 años

4. ¿Cuál es su nivel de educación?

- Primaria
- Secundaria
- Bachillerato
- Otro

5. ¿Te gusta el pan de trigo?

- Si
- No

6. ¿Con qué frecuencia consume pan de trigo?

- Diario
- Interdiario
- Semanal
- Mensual

7. ¿Le gustaría pan de trigo como desayuno escolar?

- Si
- No



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confederación Suiza
Confederaziun Svizra
Confederaziun Svizra

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN POSTGRADO E INTERACCIÓN SOCIAL
PROYECTO UMSA/PIA-ACC FASE II
PROYECTO TRIGO BIOFORTIFICADO EN VALLES INTERANDINOS
LA PAZ - BOLIVIA



COLOR				
No me gusta	No me gusta mucho	Me gusta	Me gusta mucho	Me encanta
OLOR				
No me gusta	No me gusta mucho	Me gusta	Me gusta mucho	Me encanta
SABOR				
No me gusta	No me gusta mucho	Me gusta	Me gusta mucho	Me encanta
DUREZA				
No me gusta	No me gusta mucho	Me gusta	Me gusta mucho	Me encanta

REALIZACIÓN DE LAS ENCUESTAS



Molido de trigo



Elaboración de pan



Panes ya elaborados



Realización de las encuestas



Después de la realización de las encuestas