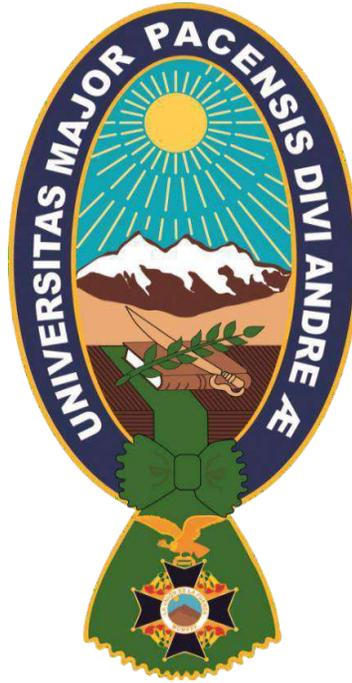


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERIA EN PRODUCCION Y
COMERCIALIZACION AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO

**EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE ECOTIPOS DE TRIGO (*Triticum spp*)
EN LOS VALLES INTERANDINOS DE CHARAZANI, PROVINCIA BAUTISTA
SAAVEDRA**

JAFETH LIMACHI CHOQUE

La Paz –Bolivia

2022

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCION Y
COMERCIALIZACION AGROPECUARIA

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE ECOTIPOS DE TRIGO (*Triticum spp*)
EN LOS VALLES INTERANDINOS DE CHARAZANI, PROVINCIA BAUTISTA
SAAVEDRA

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

JAFETH LIMACHI CHOQUE

TUTOR:

Ing. M. Sc. Rolando Céspedes Paredes

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. M. Sc. Brígido Moises Quiroga Sosa

Ing. M. Sc. Humberto Chuquimia Vargas

Ing. M. Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas

Aprobado

PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR

La Paz – Bolivia

2022

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres **HUMBERTO LIMACHI ORTIZ Y GRACIELA CHOQUE CHURQUI** quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanas **ISAURA LIMACHI CHOQUE Y GABY LIMACHI CHOQUE** por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A **KARINA LIMACHI ARCANI**, por su apoyo incondicional y haber estado conmigo en los momentos más difíciles dedicándome comprensión y cariño que me llenaron de ánimos para poder concluir con el presente trabajo.

A mis abuelos **FELIPE CHOQUE, JUSTINA CHURQUI, DOMINGO LIMACHI, JULIANA ORTIZ**, por las oraciones e inculcarme de muchos valores bíblicos y espirituales que me permitieron no tropezar en el camino.

A todo mis tios(as), primos y toda mi familia porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

Agradecimientos

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A la, UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES – FACULTAD DE AGRONOMIA – CARRERA DE INGENIERIA EN PRODUCCION Y COMERCIALIZACION AGROPECUARIA. Por haberme cobijado y formado en sus aulas como profesional.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y docentes del 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

También quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al **Ing. M.Sc. Rolando Céspedes Paredes** por haberme guiado en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los miembros de tribunal revisor: Ing. M.Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa, Ing. M.Sc. Humberto Chuquimia Vargas, Ing. M.Sc. Luis Fernando Machicao Terrazas, por todas las correcciones y sugerencias que fueron fundamentales para la culminación del trabajo de investigación.

A los ingenieros, PhD. Rene Álvarez, Adrián Ramos, Yuridia Céspedes, Lic. Carlos Héctor Díaz, por sus correcciones y sugerencias en el presente trabajo de investigación.

INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
2.3. Hipótesis	3
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	5
3.1. Trigo (<i>Triticum spp</i>)	5
3.2. Trigo en los valles	5
3.3. Trigo en Santa Cruz.....	5
3.4. Mejoramiento genético en semillas de trigo.....	6
3.5. Valor nutricional	6
3.6. Origen y clasificación taxonómica	7
3.7. Morfología de la planta	8
3.8. Fases fenológicas del trigo	9
3.8.1. Periodo vegetativo	10
3.8.2. Periodo de reproducción.....	10

3.9.	Periodo de maduración	10
3.10.	Exigencias climáticas del cultivo	15
3.10.1.	Clima	15
3.10.2.	Temperatura	15
3.11.	Precipitación	16
3.12.	Fotoperiodo.....	16
3.13.	Exigencias del suelo	16
3.14.	Requerimiento nutricional.....	17
3.15.	Ecotipos	18
3.16.	Enfermedades	18
3.17.	Plagas	18
3.18.	Riego.....	19
3.19.	Calidad de trigo.....	19
3.20.	Caracterización física del grano trigo	20
3.21.	Situación e importancia del trigo en Bolivia.....	20
3.22.	Rendimientos de trigo en Bolivia	21
4.	LOCALIZACION	22
4.1.	Ubicación geográfica	22

4.1.1.	Extensión territorial	22
4.1.2.	División política y administrativa	23
4.1.3.	Límites territoriales.....	23
4.1.4.	Población total	24
4.2.	Características de la zona de estudio	25
4.2.1.	Fisiografía	25
4.3.	Clima.....	27
4.3.1.	Temperatura media anual	27
4.3.2.	Temperaturas máximas y mínimas	27
4.4.	Precipitación	29
4.5.	Recursos hídricos	30
4.5.1.	Fuentes de agua, disponibilidad y característica	30
4.6.	Suelo.....	31
4.7.	Flora y fauna.....	32
4.7.1.	Fauna.....	32
4.7.2.	Recursos forestales	33
5.	MATERIALES Y METODOS	35
5.1.	Materiales	35

5.1.1.	Material biológico	35
5.1.2.	Material de campo	35
5.1.3.	Material de laboratorio	35
5.1.4.	Equipos	36
5.1.5.	Material de gabinete	36
5.2.	Método	36
5.3.	Análisis estadístico	37
5.3.1.	Modelo estadístico	37
5.3.2.	Modelo lineal aditivo	37
5.4.	Identificación de la zona en estudio	38
5.5.	Muestreo y análisis físico y químico de suelo antes de la cosecha.....	38
5.6.	Cosecha.....	39
5.7.	Trillado de trigo	40
5.7.1.	Trillado con maquinaria	40
5.7.2.	Trillado en era	40
5.7.3.	Trillado para la investigación	41
5.8.	Ventead.....	41
5.9.	Variables de estudio	42

5.9.1.	Diámetro de grano (mm).....	42
5.9.2.	Longitud de grano (mm)	42
5.9.3.	Peso de grano (mg)	43
5.9.4.	Numero de macollos por metro cuadrado	43
5.9.5.	Numero de espigas por metro cuadrado.....	43
5.9.6.	Numero de granos por espiga	43
5.9.7.	Longitud de espiga (cm)	43
5.9.8.	Peso de 1000 granos (gr)	44
5.9.9.	Peso hectolitrico (kg/ Hl)	44
5.9.10.	Rendimiento final por ecotipos (ton/ha).....	44
6.	RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	45
6.1.	Identificación de la zona de estudio	45
6.2.	Caracterización física del grano de trigo por ecotipos	45
6.2.1.	Diámetro de grano (mm).....	45
6.2.2.	Longitud de grano (mm)	48
6.2.3.	Peso de grano (mg)	51
6.3.	Caracterización agronómica de los diferentes ecotipos de trigo	53
6.3.1.	Número de macollos por planta.....	53

6.3.2.	Número de espigas por metro cuadrado.....	57
6.3.3.	Numero de granos por espiga.....	61
6.3.4.	Longitud de espiga (cm)	64
6.3.5.	Peso de mil granos (gr)	67
6.3.6.	Peso hectolitrico (Hl/kg).....	71
6.3.7.	rendimiento de grano (ton/ha)	75
7.	CONCLUSIONES	80
8.	RECOMENDACIONES y/o SUGERENCIAS.....	81
9.	BIBLIOGRAFIA.....	82

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de trigo (<i>Triticum</i> spp)	10
Figura 2. Ubicación del municipio de Charazani.....	22
Figura 3. Población en el Municipio de Charazani	25
Figura 4. Registros Térmicos de Chuma	28
Figura 5. Registros Térmicos Ulla Ulla.....	28
Figura 6. Precipitación Mensual, Estaciones Meteorológicas del ANIMN-A y su Área de Influencia	29
Figura 7. Datos de diámetro de grano por comunidades	46
Figura 8. Datos de diámetro de grano por ecotipos	47
Figura 9. Datos de longitud de grano por comunidades.....	50
Figura 10. Datos de longitud de grano por ecotipos.....	50
Figura 11. Datos de numero de macollos por comunidades.....	55
Figura 12. Datos de numero de macollos por ecotipos	55
Figura 13. Datos de numero de espigas m2 por comunidades.....	59
Figura 14. Datos de numero de espigas m2 por ecotipo.....	60
Figura 15. Datos de numero de granos por espiga por comunidades	63
Figura 16. Datos de numero de granos por espiga por ecotipos	63
Figura 17. Datos de longitud de espiga por comunidades	66
Figura 18. Datos de longitud de espiga por ecotipos	66
Figura 19. Datos de peso de mil granos por comunidades	69

Figura 20. Datos de peso de 1000 granos por ecotipo.....	70
Figura 21. Datos de peso hectolitrico por comunidades.....	73
Figura 22. Datos de peso hectolitrico por ecotipos de trigo.....	73
Figura 23. Datos de rendimiento por comunidades.....	76
Figura 24. Datos de rendimiento por ecotipos	77

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Clasificación taxonómica.....	8
Tabla 2. Escala de clasificación del tipo de grano.....	14
Tabla 3. Distritos Municipales de Charazani.....	23
Tabla 4. Límites territoriales	24
Tabla 5. Población del territorio del actual Municipio de Charazani.....	25
Tabla 6. Registro de Temperaturas Medias	27
Tabla 7. Precipitación Anual según Proyecto de Investigaciones Agrarias (PIA)	30
Tabla 8. Principales especies de animales	33
Tabla 9. Especies forestales	34
Tabla 10. Ecotipos de trigo.....	35
Tabla 11. Análisis de varianza correspondiente a la variable diámetro de grano por ecotipos y comunidades.....	46
Tabla 12. Prueba de medias Duncan (0,05) de la variable diámetro de grano por comunidad y ecotipo	46
Tabla 13. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de grano de ecotipos de trigo	48
Tabla 14. Prueba Duncan ($\alpha = 0,05$) para las variables longitud de grano por comunidades y ecotipos de trigo.....	49
Tabla 15. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso de grano de ecotipos de trigo	51
Tabla 16. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable peso de grano de trigo por comunidades y ecotipos.....	52

Tabla 17. Análisis de varianza correspondiente a la variable número demacollos por planta.....	54
Tabla 18. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de macollos por planta por comunidad y ecotipo	54
Tabla 19. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de espigas por m ²	58
Tabla 20. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de espigas por m ² por comunidades y ecotipos.....	58
Tabla 21. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de granos por espiga	61
Tabla 22. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de granos por espiga..	62
Tabla 23. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de espigas de ecotipos de trigo	65
Tabla 24. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable longitud de espiga de ecotipos de trigo.....	65
Tabla 25. Análisis de varianza para el peso de 1000 granos de trigo (Triticum ssp) de diferentes ecotipos	68
Tabla 26. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable peso de 1000 granos por comunidades y ecotipos de trigo.....	69
Tabla 27. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso hectolítrico(kg/hl)	72
Tabla 28. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable peso hectolitrico kg/Hl por comunidades y ecotipos de trigo	72
Tabla 29. Análisis de varianza correspondiente a la variable rendimiento de grano por ecotipos de trigo	75
Tabla 30. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable rendimiento de grano por ecotipos	76

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Identificando productores de trigo y sus cultivos.....	38
Fotografía 2. Muestreo y análisis de suelo en laboratorio	39
Fotografía 3. Cosecha de trigo.....	39
Fotografía 4. Trillado de trigo con trilladora mecanizada a motor	40
Fotografía 5. Trillado en era con caballos.....	41
Fotografía 6. Trillado pesado y etiquetado de las muestras de metros cuadrados de trigo.....	41
Fotografía 7. Venteado del grano limpio	42
Fotografía 8. Vista satelital de las comunidades identificadas	45

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Tabla de datos obtenidos durante la investigación en características agronómicas de ecotipos de trigo	90
anexo 2 Características físicas del grano de trigo por ecotipos	91
Anexo 3 Análisis de suelos de todas las parcelas muestreadas.....	92
anexo 4 Identificando familias productoras de trigo en comunidades.....	116
anexo 5 Realizando la cosecha de trigo con los productores	116
anexo 6 Trillado de trigo con las familias productoras.....	117
anexo 7 Registrando las medidas de las características agronómicas.....	117
anexo 8 Reunión de evaluación de avances del proyecto trigo y las tesis con las autoridades del DIPGIS – UMSA y los coordinadores del proyecto	118
anexo 9 Equipo del Proyecto trigo biofortificado.....	118

RESUMEN

El presente estudio se realizó durante la gestión agrícola 2021, en el municipio de Charazani de la provincia Bautista Saavedra del departamento de La Paz, con el fin de evaluar el rendimiento de 6 ecotipos de trigo (*Triticum spp*), en 5 comunidades que son: Chipuipo, Quiabaya, Jatichulaya, Niño corin y Caata, con el apoyo del proyecto de Trigo biofortificado PIA-CC – UMSA.

Los objetivos planteados fueron los siguientes: determinar las características físicas del grano de los ecotipos de trigo del municipio de Charazani y sus comunidades. Determinar los mejores ecotipos del lugar en cuanto a sus características agronómicas, evaluar el rendimiento de grano de cada ecotipo de trigo y realizar el análisis por comunidades en estudio y ecotipos de trigo.

Se identificaron tres parcelas de cultivares de trigo en cada comunidad en estudio del municipio de Charazani, se identificó 6 ecotipos de trigo las cuales son: Arrocillo, Yuraj muru, Ichilo, Motacu, Azul muru y Chujchayuj. De las cuales se realizó el muestreo de tres metros cuadrado por el método de transecto en todas las parcelas de estudio de las 5 comunidades.

Posteriormente se hizo la trilla mecanizada en las comunidades y para la investigación se hizo la trilla de las muestras de los ecotipos de trigo para su posterior análisis de acuerdo a las variables de estudio.

Se evaluó las siguientes variables de respuesta: número de macollos por planta, número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga por ecotipo, número de granos por espiga, longitud de grano por ecotipos y grosor de grano por ecotipos.

Los resultados obtenidos en rendimiento de grano, el ecotipo Arrocillo de la comunidad de Quiabaya obtiene un mayor rendimiento con 4,3 toneladas por hectárea, siendo el rendimiento más bajo es el ecotipo Motacu con un rendimiento de 2,3 toneladas por hectárea en la comunidad de Caata.

SUMMARY

This study was carried out during the 2021 agricultural management in the municipality of Charazani in the province of Bautista Saavedra of the department of La Paz, in order to evaluate the yield of 6 wheat ecotypes (*Triticum spp*), in 5 communities that are: Chipuipo, Quiabaya, Jatichulaya, Niño corin and Caata, with the support of the Wheat project. biofortified PIA-CC – UMSA.

The objectives were: to determine the physical characteristics of the grain of the wheat ecotypes of the municipality of Charazani and its communities. Determine the best ecotypes of the site in terms of their agronomic characteristics, evaluate the grain yield of each wheat ecotype and perform the analysis by study communities and wheat ecotypes.

Three wheat cultivar plots were identified in each community under study in the municipality of Charazani. Six wheat ecotypes were identified: Arrocillo, Yuraj muru, Ichilo, Motacu, Azul muru and Chujchayuj. Of which three square meters were sampled by the transect method in pruning the plots under study in the 5 communities.

Subsequently, the mechanized threshing was done in the communities and for the research, the samples of the wheat ecotypes were threshed for subsequent analysis according to the study variables.

The following response variables were evaluated: number of buds per plant, number of spikes per square metre, length of spike per ecotype, number of grains per spike, length of grain by ecotypes, grain thickness by ecotypes, grain color by ecotypes.

The results obtained in grain yield, the Arrocillo ecotype of the community of Quiabaya obtains a higher yield with 4. 3 tons per hectare, being the lowest yield is the Motacu ecotype with a yield of 2. 3 tons per hectare in the community of Caata.

1. INTRODUCCION

El trigo es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel global y en nuestro país básicamente representa la fuente más importante de energía para la alimentación. Sin embargo, la producción nacional solamente alcanza a cubrir hasta un 30 % de la demanda y, los rendimientos promedios fluctúan entre 0,6 y 1,6 t/ha en relación a los países de la región son los más bajos. El trigo desde un punto de vista mundial es un grano que ha despertado mucha importancia ya que este producto es vital para la economía y alimentación de los países, el trigo es un producto de consumo diario de las familias bolivianas, que ocupa el segundo lugar como proveedor de carbohidratos después de la papa y por ello el interés de lograr una autosuficiencia del mismo. En términos de seguridad alimentaria Bolivia es deficitaria solo en trigo donde el trigo constituye el principal alimento nacional, se estima que el consumo de 56,7 kg/año lo que equivale a dos panes /habitante al día. (INIAF, 2012).

De acuerdo (ANAPO 2007) el trigo fue cultivado, aunque el uso de este cereal para la alimentación es más antiguo que su cultivo. Su importancia se refleja en cada país del mundo y es conocido como el grano de oro, nombre asignado no solamente al color del grano, sino por el valor del mismo en la alimentación.

La producción nacional se establece en la zona tradicional (principalmente en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Tarija y Potosí) y su posterior expansión a la zona oriental (Santa Cruz), cada una presenta diferentes problemas que afectan el rendimiento final del cultivo. De acuerdo a referencias estadísticas, la producción de trigo en Bolivia, durante la campaña 2008, ha sobrepasado las 190 mil toneladas (INE - MDRyT, 2015).

Por otra parte, el consumo de trigo y sus derivados (harinas principalmente) ha superado la cantidad de 480 mil toneladas anuales, además, entre el año 2010 y mayo de 2011 registró la importación de más de 3 millones de toneladas de trigo en grano y harina (IBCE, 2011).

La alimentación en el área occidental del país está principalmente en base al consumo de trigo. Cabe destacar que la ciudad de La Paz tiene el consumo más elevado del país en pan y variados productos elaborados con harina de trigo. Irónicamente dentro de la ciudad existen empresas harineras, de industrialización y de panificación, que compran la materia prima de diferentes fuentes, porque la producción nacional no satisface su demanda en calidad ni en cantidad. El trigo es el cereal más importante en la alimentación de la sociedad y la harina de trigo no puede ser sustituida por ninguna otra harina debido a sus cualidades panificadoras únicas, por tal razón el avance hacia el logro de la seguridad alimentaria en Bolivia debe considerar la producción de trigo; por lo cual, el presente trabajo prosigue las investigaciones anteriormente realizadas que tratan de aumentar las oportunidades para el cultivo de variedades de trigo en el área occidental de Bolivia (INE - MDRyT, 2015).

Debido a su importancia social y económica el trigo es uno de los productos potenciales para incrementar su producción en el departamento de La Paz.

La obtención de variedades de trigo para semilla con un mayor potencial de rendimiento y adaptabilidad a distintas zonas con distintas altitudes justifica la necesidad de efectuar trabajos destinados a la evaluación y validación de variedades que incrementen la productividad en beneficio de los productores, buscando variedades que tengan un mejor rendimiento.

Además de identificar los diferentes ecotipos dentro del municipio del Charazani, se observó el comportamiento agronómico para determinar la calidad de trigo a diferentes altitudes para obtener los mejores rendimientos dentro de los valles interandinos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento de ecotipos de trigo (*triticum spp*) en los valles interandinos de Charazani, provincia Bautista Saavedra.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características físicas del grano de trigo por ecotipos
- Caracterización agronómica de los diferentes ecotipos de trigo
- Determinar el rendimiento por ecotipos de trigo en cada comunidad de la zona en estudio.

2.3. Hipótesis

- Ho: no existe diferencias significativas en diámetro de grano, longitud de grano, peso de grano, número de macollos por planta, número de espigas por metro cuadrado, número de granos por espiga, longitud de espiga, peso de 1000 granos, peso hectolitrico y rendimiento, entre comunidades.
- Ha: existe diferencias significativas en diámetro de grano, longitud de grano, peso de grano, número de macollos por planta, número de espigas por metro cuadrado, número de granos por espiga, longitud de espiga, peso de 1000 granos, peso hectolitrico y rendimiento, entre comunidades.
- Ho: no existe diferencias significativas en diámetro de grano, longitud de grano, peso de grano, número de macollos por planta, número de espigas por metro cuadrado, número de granos por espiga, longitud de espiga, peso de 1000 granos, peso hectolitrico y rendimiento, entre ecotipos.

➤ Ha: existe diferencias significativas en diámetro de grano, longitud de grano, peso de grano, numero de macollos por planta, numero de espigas por metro cuadrado, numero de granos por espiga, longitud de espiga, peso de 1000 granos, peso hectolitrico y rendimiento, entre ecotipos.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Trigo (*Triticum spp*)

Es el término que se designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*, son plantas anuales de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo proviene del vocablo latino *triticum*, que significa triturado o trillado, haciendo referencia a la actividad que se deberealizar para separar el grano de trigo de la cascarilla que lo recubre. El trigo (*triticum*)es una palabra ancestral para denominar a los cereales, que se referían a su trituración o molturación (SAGARPA, 2003).

Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción mundial de trigo aumento en 1.3 por ciento anual, durante el período de proyecciones a 679 millones de toneladas. Ello representaría un incremento de aproximadamente 12 millones de toneladas en el año 2010 (Aguilar, 2011).

3.2. Trigo en los valles

La superficie de siembra en los valles de Bolivia refleja una tendencia casi estable. Entre 1990 y el 2007 se han sembrado en promedio 80.000 hectáreas por año, con una producción entre 64.000 y 75.000 toneladas concentrado en los departamentos de Chuquisaca, Potosí, Cochabamba y Tarija. En la agricultura campesina de los Valles, la producción de trigo cumple tres funciones, la alimentación familiar, la alimentación animal y la generación de ingresos económicos. Su producción depende principalmente del comportamiento de las lluvias para garantizar la productividad del cultivo (Herbas, 2008).

3.3. Trigo en Santa Cruz

Es indudable que Santa Cruz ha tenido un crecimiento importante en el área de cultivo, en los volúmenes de producción y los rendimientos del trigo; sin embargo, la

inestabilidad y los cambios drásticos en las superficies de siembra, han hecho impredecible el futuro del trigo en esta región el cambio de clima, la presencia de enfermedades y la adopción de cultivos alternativos, han generado un desequilibrio en la producción. Desde la perspectiva de la seguridad y soberanía alimentaria para el país, si bien el trigo en Santa Cruz cuenta con un horizonte de crecimiento importante, hasta ahora no ha sido relevante (Herbas, 2008).

3.4. Mejoramiento genético en semillas de trigo

El trigo se ha sometido en diversas partes del mundo a procesos de mejoramiento genético con ello se espera contribuir sustancialmente a una mayor productividad agrícola; sin embargo, esto no se puede llevar a cabo simplemente con el potencial genético de las variedades, sino mediante la obtención de variedades que establezcan su producción a través de la resistencia o tolerancia a factores biótico (plagas y enfermedades) y abióticos (sequía y calor). Además, estas variedades deben poseer mayor eficiencia fisiológica en la absorción de nutrientes; deben ser capaces de aprovechar mejor el agua y los fertilizantes.

Para conseguir que una línea pase a ser una nueva variedad de trigo se requiere de aproximadamente seis años de investigación con dos campañas en cada temporada, más dos años para multiplicación de semillas (ANAPO, 2007).

3.5. Valor nutricional

En su forma natural el grano de trigo presenta una variedad de nutrientes. En 100 gramos de trigo podemos encontrar 70% de carbohidratos, 16% de proteínas, 10% de humedad, 2% de lípidos y 2% minerales (Agri-nova 2009).

En el interior del grano de trigo se encuentra una pequeña partícula denominada germen de trigo, que resulta altamente beneficiosa al ser rica en vitamina E, ácidos linoleicos, fosfolípidos y otros elementos indispensables para el buen equilibrio del organismo el contenido proteico es tres veces superior a la carne, pescado y cinco

veces a los huevos, los aminoácidos constituyentes en el germen de trigo en 100 gramos, muestra: 2,08% de Arginina; 1,8 de Lisina; 1,67% de leucina; 1,41% de valina; 1,11% de fenilalanina; 0,97% de Isoleucina; 0,67% de histidina; 0,46% de metionina; 0,30 detriptofano (Agri-nova, 2009).

3.6. Origen y clasificación taxonómica

El INIAF (2016), indica que el trigo (*Triticum spp.*) es uno de los primeros cultivos domesticados y durante 10000 años ha sido la base alimenticia de los habitantes de Europa, y del oeste de Asia y del norte de África.

Rimache (2018), menciona que el origen del trigo se encuentra en la región asiática comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, habiendo numerosas gramíneas silvestres comprendidas en esta área y están emparentadas con el trigo. Desde oriente Medio el cultivo se difundió en todas las direcciones. Las primeras formas de trigo recolectadas por el hombre hacen más de doce mil años eran del tipo *Triticum monococcum* y *T. dicoccum*, caracterizadas fundamentalmente por tener espigas frágiles que se disgregan al madurar.

Según Cevallos (2015), indica que este cereal apareció en América durante la conquista española y es un esclavo de Hernán Cortez, quien lo multiplico en México encontrando tres granos de trigo entre sus divisiones de arroz. Su aparición en Bolivia coincide con la época del coloniaje. La primera siembra de trigo en Sur América la hizo doña Inés Muñoz de Alcántara, en el Perú, en el año 1535.

Según Rojas (2014), el trigo presenta la siguiente clasificación taxonómica.

Tabla 1. Clasificación taxonómica

Dominio: Eukarya
Reino: Plantae
División: Angiospermas
Clase: Equisetopsida
Clase: Monocotiledonea – Commelinidae
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Tribu: Trituideae
Género: <i>Triticum</i>
Especie: <i>Triticum aestivum</i> L., <i>Triticum vúlgare</i> L.
Nombre común: Trigo

Fuente: elaboración propia en base a bibliografía de rojas (2014)

3.7. Morfología de la planta

Carrasco y Báez (2005), mencionan que el trigo (*Triticum aestivum* L.) es un cereal de la familia de las gramíneas (Poaceae). Es una planta anual herbácea que crece hasta 1.2 m de altura.

Raíz, el trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones, las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad. El crecimiento de las raíces comienza en el periodo de ahijado, estando todas ellas poco ramificadas, el desarrollo de las raíces se considera completo al final del encañado.

Tallo, de tipo colmo o culmo, es hueco (caña), con 6 nudos. Su altura y solidez determinan la resistencia al encamado. El tallo del trigo es una caña hueca con 6 nudos que se alargan a la parte superior y es poco ramificado. Al comienzo de la fase vegetativa, el tallo se halla dentro de una masa celular que constituye el nudo de

ahijamiento. Es tallo es el que presenta brotes axilares, de los que se originan los tallos hijos (macollos).

Hojas, las hojas del trigo tienen una forma lineal y lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas.

Flor, son poco vistosas, no presentan pétalos ni sépalos, cada flor femenina consta de un ovario del que salen dos estilos terminados en dos estigmas plumosos. Las flores masculinas presentan tres estambres. La fecundación y maduración del ovulo produce el grano de trigo, un fruto de tipo cariósipide.

Fruto, es una cariósipide, que presenta forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82 % del peso de grano.

3.8. Fases fenológicas del trigo

El ciclo vegetativo de las plantas inicia a partir del nacimiento hasta su muerte, las plantas sufren continuas transformaciones de peso, forma y estructura.

La fase es la aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales. La germinación de las plantas pequeñas, el espigamiento del trigo, la maduración del trigo, etc., son fases fenológicas las mismas que están atribuidas al espacio de tiempo que requieran los vegetales para alcanzar la evolución de sus distintas fases vegetativas, para pasar de una fase a otra dentro del ciclo biológico, se requiere de cierta energía, que constituye la fuerza con que se produce la aparición de nuevos órganos, el cual está representada por el número de días que tardan en aparecer desde el primero hasta el último órgano de la fase (Mariscal, 1992 citado por Mollericona, 2013).

En el ciclo vegetativo del trigo se distinguen tres estadios.

3.8.1. Periodo vegetativo

Inicia desde la siembra hasta el comienzo del encañado. El periodo vegetativo comprende el desarrollo de los órganos de asimilación (raíces, tallos y hojas).

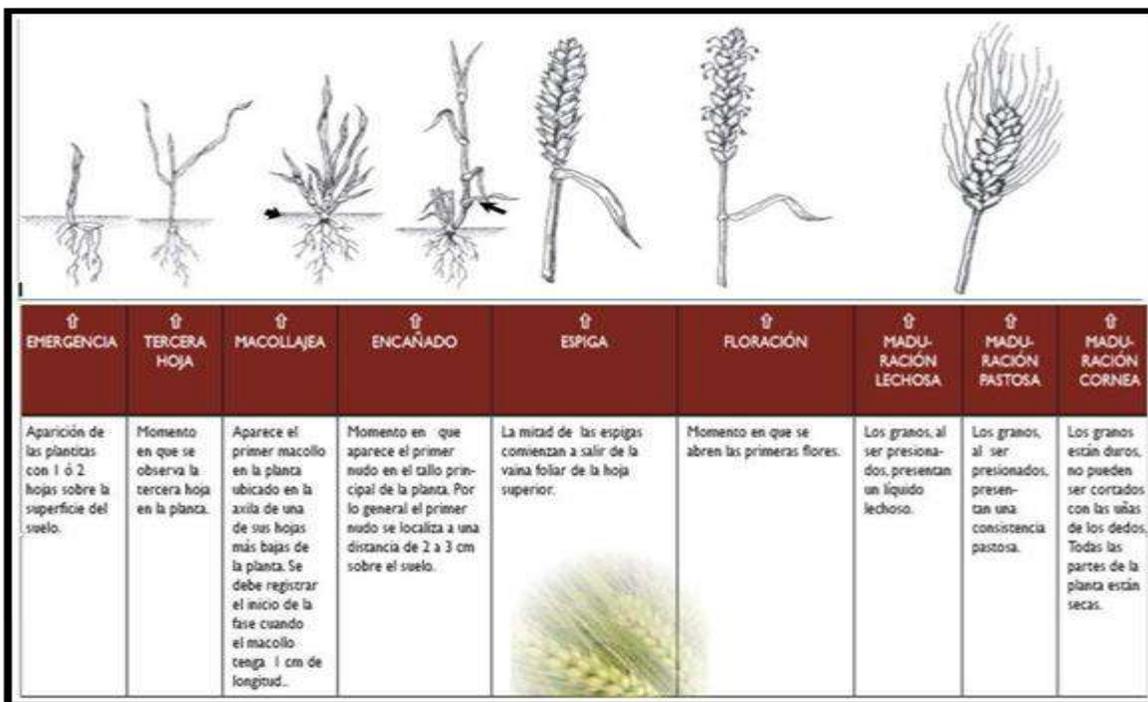
3.8.2. Periodo de reproducción

Comienza desde el encañado hasta la terminación del espigado, es decir da inicio en la floración, fecundación y maduración de las semillas.

3.9. Periodo de maduración

Que comprende desde el final del espigado hasta el momento de la recolección (Mariscal, 1992 citado por (Mollericona, 2013).

Figura 1. Fases fenológicas del cultivo de trigo (*Triticum spp*)



Mollericona 2013

Encañado

ANAPO, (2004) menciona que la profundidad de siembra puede variar de 3 a 5cm de la superficie del suelo, priorizando que la siembra se realice en surcos, para la buena uniformidad de la semilla, normalmente se usa 17 a 20 cm entre las hileras, pero no debe pasar de 20 cm para obtener un mínimo de 200 plantas por metro cuadrado.

Hoja de bandera

La hoja bandera es de gran importancia ya que conforma aproximadamente el 75% del área foliar que efectivamente contribuye al llenado del grano. Cuando emerge la hoja bandera hay al menos tres nudos visibles sobre la superficie; ocasionalmente se puede observar un cuarto nudo. Para confirmar la aparición de la hoja bandera, se puede seccionar la vaina del nudo superior, y si encontramos la espiga en su interior sin hojas adicionales, estaremos en el estadio de desarrollo (Better, 1992).

Espigado

El periodo de "espigado" es el periodo de máxima actividad fisiológica, con alta extracción de alimentos y humedad del suelo. Los azúcares de las hojas inferiores van emigrando a los granos de trigo, que se forman mientras las hojas se van secando (agri-nova, 2009).

Maduración

La floración ocurre 4 a 5 días después de la espigazón. En cambio, el período de llenado de grano varía de acuerdo al clima. Típicamente es de 30 días en ambientes con estrés severo; y puede exceder los 50 días en ambientes de alto rendimiento y sin estrés (Better, 1992).

El periodo de maduración comienza en la "madurez láctea" cuando las hojas inferiores ya están secas, pero las tres superiores y el resto de la planta está verde,

seguidamente tiene lugar la "maduración pastosa", en la que sólo se mantiene verdes los nudos y el resto de la planta toma su color típico de trigo seco, tomando el grano su color definitivo. A los tres o cuatro días del estado pastoso llega el cereal a su "madurez completa". Por último, se alcanza la "madurez de muerte", en el que toda la paja está dura y quebradiza; así como el grano, saltando muy fácilmente de las glumillas y raquis (Mollericona, 2013).

Cosecha

La cosecha consiste en la recolección de la planta completa. Posteriormente se debe separar el grano de trigo del resto de sus partes y eso se lleva a cabo en dos operaciones: la trilla y el venteado posterior a ello el grano debe ser almacenado (Juárez et al, 2014).

La cosecha se realiza cuando la planta ha alcanzado su madurez de campo (grano cristalino), aproximadamente a los 170 o 180 días. La cosecha, en superficies pequeñas generalmente se realiza de forma manual, empleando una hoz se corta las espigas y se forman gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas. La trilla generalmente se realiza con una trolladora estacionaria. Adicionalmente se puede realizar de forma manual utilizando animales (caballos, mulas o burros) o una vara (madera o varilla de hierro). Después de la trilla se debe limpiar el grano, secar y clasificar (INIAP, 2011).

Densidad de la espiga

Luego de la antesis y fecundación comienza la etapa de llenado de grano donde se termina de definir, cuántas flores fecundadas se establecen como grano a la cosecha (etapa de cuaje) y el peso de grano logrado (etapa de llenado efectivo). La etapa de cuaje comprende los primeros 15-20 días desde la antesis del cultivo y se caracteriza por una activa división celular que define el número de células endospermáticas, el peso potencial del grano y por ende la densidad de espiga (Brocklehurst, 1977).

La densidad de la espiga es uno de los componentes que determina el rendimiento del cultivo, con tan solo observar esta variable podemos determinar el éxito o fracaso del trabajo.

Para tal evaluación el Programa Nacional de Trigo dirigido por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y forestal (INIAF), cuentan con la escala de descriptores de densidad de espiga.

Número de granos por espiga

El número de granos por espigas, está relacionado con la supervivencia de flores y el cuaje de granos. A su vez, el tamaño de los ovarios de las flores influye sobre el peso final de los granos de trigo, es decir las flores más grandes dan granos de mayor peso. Durante este período el cultivo debe contar con una adecuada disponibilidad de recursos para maximizar la determinación del componente del rendimiento (Mirales et al, 2014).

La acumulación de peso seco sin humedad, en el grano es muy pequeña, pero se observa una rápida acumulación de agua en el mismo. Al finalizar la etapa de cuaje queda definido el número de granos en la espiga (Mirales et al, 2014).

Tipo de grano

El grano maduro está compuesto por hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, lípidos, minerales y agua, junto con trazas de vitaminas, enzimas, proteínas y otras sustancias. La cantidad de estos compuestos definen el tipo de grano a formarse. El almidón es el hidrato de carbono más importante en todos los cereales, la energía es almacenada en forma de almidón. El alto contenido de almidón en el trigo y cereales en general, hace que sean considerados fuente de energía, el cual es totalmente digerible en el sistema digestivo (Badui, 2013).

La cantidad de proteínas en el grano depende de las condiciones ambientales y de su genotipo, el mayor porcentaje de proteínas está en el germen y la capa de la

aleurona. Las proteínas son las que otorgan principalmente la capacidad de esponjamiento de la harina de trigo, además del almidón y lípidos (Juárez et al, 2014).

El Programa Nacional de Trigo dirigido por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y forestal (INIAF) presenta la escala de clasificación para el tipo de grano, con el cual se puede definir el desarrollo del grano. Esta clasificación ayuda al instituto a tomar decisiones en cuanto a la réplica de líneas que poseen semillas de buen porte.

Tabla 2. Escala de clasificación del tipo de grano

Código	Características
1	Muy Chupado
2	Chupado
3	Casi Lleno
4	Lleno
5	Muy Lleno

Programa Nacional de Trigo - INIAF (2016).

Longitud de la Espiga

Con la elongación del último entrenudo (el pedúnculo), se produce la emergencia de la espiga (espigazón) por sobre la vaina de la hoja bandera, y a los pocos días se produce la autofecundación y luego la aparición de las anteras o antesis. Bajo condiciones libres de estrés abiótico y biótico, una alta proporción de las flores fecundadas cuaja y resulta en granos a cosecha (Mirales et al, 2014).

3.10. Exigencias climáticas del cultivo

El cultivo de trigo se extiende desde la línea ecuatorial hasta las zonas montañosas, involucrando las zonas bajas, valles, cabeceras de valle y el altiplano.

3.10.1. Clima

INIAF (2013) da a conocer que el clima adecuado para el cultivo de trigo son zonas con clima templado, semi – áridos y con suelos francos y que estén a una altitud de 1250 a 3000 m s.n.m.

Palacio (2006), determina que la temperatura base para el cultivo del trigo es de 0 a 5 °C y el promedio óptimo está entre 20 a 25 °C, es una planta de día largo con respuesta cuantitativa al fotoperiodo y la mayor parte de las variedades de invierno requieren un periodo de vernalización.

Mariscal (2007), indica que el trigo se adapta a las más variadas condiciones climáticas, este cultivo se extiende desde las regiones montañosas ecuatoriales a las regiones subtropicales más allá del círculo Ártico con 20 °C y en Karteum (Sudan) con temperaturas medias de 31 °C.

3.10.2. Temperatura

ANAPO-CIAT (2007), indica que el cultivo de trigo requiere una temperatura mínima de 3 °C y máxima de 30 a 33 °C, siendo una temperatura ideal para el crecimiento y desarrollo del cultivo de trigo esta entre 10 a 25 °C.

CARRETERO, (2007), mencionan que la temperatura mínima de crecimiento oscila de 3 a 4 °C, óptima de 25 °C y máxima de 0 a 32 °C, además afirma que el cultivo necesita una cantidad de calor para cumplir su ciclo vegetativo y que va de 1900 a 2400 °C en trigos de invierno y de 1200 a 1600 °C en trigos de primavera. Siendo perjudiciales las temperaturas elevadas en primavera al final de la maduración.

3.11. Precipitación

CETABOL (2006), menciona que en años secos el trigo puede desarrollarse bien con 300 a 400 mm de agua, siempre que la distribución de esa lluvia sea escasa en invierno y abundante en primavera. El trigo es moderadamente tolerante a la sequía, logrando buenos rendimientos con precipitaciones bien distribuidas, especialmente durante su desarrollo vegetativo.

3.12. Fotoperiodo

El trigo y la cebada son plantas de día largo, es decir que a mayor duración del día la tasa de desarrollo aumenta y la longitud del ciclo a antesis se reduce hasta alcanzar el fotoperíodo umbral. A partir de dicho valor la duración del ciclo es mínima (se denomina precocidad intrínseca) y no cambia con el fotoperíodo. Debido a que los órganos que detectan el fotoperíodo son las hojas, el cultivo una vez emergido percibe el estímulo fotoperiódico hasta la antesis. Para conocer la respuesta a fotoperíodo en condiciones de campo, donde la temperatura es variable, la duración de ciclo se expresa en unidades térmicas ($^{\circ}\text{Cd}$). La sensibilidad al fotoperíodo indica cuánto se reduce el ciclo por unidad de incremento en la duración del día (Mirales et al, 2014).

3.13. Exigencias del suelo

CIAT-ANAPO (2003) señala que una buena disposición de suelo es de fundamental importancia para lograr los siguientes beneficios; un buen ambiente físico para el desarrollo normal de las raíces, buen control de las malezas, plagas y enfermedades, mejora de la infiltración y retención del agua de lluvia, presencia de restrojos en el suelo, buena germinación de las semillas, resultados plantas vigorosas y una producción a costo favorable.

ANAPO (2008), señala que el cultivo de trigo requiere un suelo de perfil cultivable de hasta 30 cm, para su enraizamiento adecuado, así mismo los mejores resultados se

obtienen con un pH alrededor de 7, pero existen variedades que tienen mejor comportamiento en suelos salinos, en suelos pesados, es decir arcillosos.

3.14. Requerimiento nutricional

Ochoa, Pascuali y Quino (2007), indican que para un buen crecimiento el trigo necesita muchos nutrientes, sobre todo macroelementos: oxígeno (O; cerca del 48% de la materia seca), carbono (C; 42 %), hidrógeno (H; 6 %), nitrógeno (N; 2 %), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S). Estos elementos se van acumulando en el cultivo a lo largo de su crecimiento, sin embargo, sus concentraciones se reducen a medida que el cultivo tiene más tejidos viejos. Estos tejidos viejos tienen concentraciones de nutrientes más bajas que los tejidos jóvenes. El trigo también necesita pequeñas cantidades de microelementos como hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, sodio, molibdeno, cloro, cobalto, y sílice. Aparte que los tres primeros elementos (O, C y H), que provienen del aire y el agua, los restantes 16 elementos pueden ser manejados, en cierta medida, por tratamientos del suelo o del cultivo.

La aplicación de elementos nutrientes requiere conocimientos previos sobre el nivel de fertilidad del suelo (diagnóstico y tratamiento), los requerimientos de cultivo, las fuentes de nutrientes existentes (tipo de fertilizante, riqueza y unidad fertilizante) y las características edáficas, para finalmente formular un determinado compuesto químico o una enmienda orgánica.

Rodríguez (2001), menciona que los nutrientes se clasifican de acuerdo a la cantidad absorbida por las plantas, así se pueden clasificar en macronutrientes y micronutrientes, donde los macronutrientes primarios son el nitrógeno, fósforo y potasio, estos pueden absorberse en grandes cantidades sin efectos nocivos.

Migliorini (1994), hace referencia que la disponibilidad de macro nutrientes provenientes del suelo de los fertilizantes aplicados al momento de la siembra afecta la condición nutricional de los cultivos. Sin embargo, este estado nutricional también

puede ser mejorado por el agregado de macro o micro nutrientes por vía foliar, en el momento en que el cultivo está definiendo su rendimiento.

3.15. Ecotipos

Se denomina Ecotipo a la población de una especie determinada que vive en un hábitat concreto, con unas condiciones ambientales muy particulares y aisladas. Estas condiciones específicas le conceden una genética concreta, diferenciada del resto de individuos de su misma especie (<https://boletinagrario.com/ap-ecotipo,2211.html>)

3.16. Enfermedades

CIMMYT (1988), menciona que el trigo es atacado por roya del tallo (roya negra) (*Puccinia graminis* f. sp. *Tritici*), roya de la hoja (roya café) (*Puccinia recóndita*), roya lineal (roya amarilla) (*Puccinia striiformis*). La roya del tallo es más frecuente en climas cálidos y la roya lineal lo es en áreas más frías.

Gilchrist *et al.* (2005), indica que el trigo es atacado por la roya del tallo causada por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, roya lineal (amarilla o estriada) causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* y roya de la hoja causada por *Puccinia triticina* (antes *P. recóndita* f. sp. *tritici*). La roya del tallo es más frecuente en climas cálidos y la roya lineal lo es en áreas más frías. Un clima intermedio favorece la roya de la hoja, que es la más difundida destructiva de las tres enfermedades hoy en día.

3.17. Plagas

ANAPO (2004), divide las plagas que atacan los cultivos de trigo en plagas principales y plagas secundarias. En el primer grupo se encuentran el gusanomilitar (*Spodoptera frugiperda*) y el pulgón verde (*Schizaphis graminum*); entre las plagas secundarias se destacan el gusano de la espiga (*Pseudaletia sequax*), gusano tierrero (*Agrotis* spp.), pulgón del tallo y la raíz (*Rhopalosiphum* sp.) y el chinche de la espiga (*Thianta perdidor*).

Se considera también plagas a los animales que atacan el cultivo durante el periodo de maduración del grano, como ser aves de la región, gorgojo negro (*Sitophilus orizae*), gorgojo café (*Rhizoperta dominica*) y la polilla de almacén (*Sitotroga cerealella*).

3.18. Riego

El riego es básicamente una tentativa del hombre de alterar el ciclo hidrológico a nivel local y promover el incremento de la producción agrícola. En otras palabras, el riego es el suministro oportuno de la cantidad adecuada de agua a los cultivos de tal manera que estos no sufran disminución en sus rendimientos y sin causar daño al medio ambiente, la misma descrita en las tesis de grado elaboradas dentro de la Escuela de Riegos del Altiplano. Chipana 2003, citado por Céspedes Y. et-al 2013.

3.19. Calidad de trigo

La calidad es un concepto dinámico, relativo, y variable con el tiempo y los usuarios del producto, según la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México (2003), define calidad como "la cualidad de un producto de cumplir o superar las expectativas del cliente", refiriéndose al grano de trigo; éste será de calidad si satisface los requerimientos de todas las personas e instituciones involucradas en su producción y comercialización.

La entidad encargada de la normativa de productos en Bolivia es el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA), que desde 1991 hasta la actualidad maneja la norma NB 016, que establece los parámetros principales que debe cumplir el grano de trigo a 14% de humedad, entre los cuales se consideran el peso hectolítrico y el contenido de defectos totales. Asimismo, IBNORCA complementa la mencionada norma el año 2006 y establece los requisitos de proteína que deben cumplir los granos de trigo para harina, con la Norma Boliviana 680 (IBNORCA, 2006).

Técnicamente, la calidad de una variedad de trigo está dada por la cantidad y composición de las proteínas de reserva. Esto hace que la expresión de calidad se modifique entre todas las variedades existentes. Gracias a este parámetro se puede diferenciar en grupos de calidad cada variedad de acuerdo a sus características genéticas (AAPROTRIGO, 2004).

3.20. Caracterización física del grano trigo

conocer las características físicas del trigo es algo fundamental para su cuidado y posterior manejo, tomando en consideración que estas varían según la especie o ecotipo. Cabe destacar que en el desarrollo de la práctica se mide características físicas como: diámetro mayor de grano, diámetro menor y peso por cada unidad de grano según (Lucia y Asennato 2003)

las variables habitualmente en la investigación son: longitud, diámetro mayor y diámetro menor de cada grano en (mm) tomadas con un calibrador manual (con aproximación de 0.05mm); y el peso individual de cada grano en (mg) usando una balanza de precisión de 5 o 6 decimales.

3.21. Situación e importancia del trigo en Bolivia

AAPROTRIGO (2004), hace referencia al modo de consumo, definiendo el porcentaje de destino de uso; del total de trigo producido en Brasil y Argentina, el 50 % de las harinas producidas tiene como destino la panificación, 16 % para la elaboración de galletas, 12 % harinas domésticas, 19 % para pastas y 3 % para otros fines.

INIAF (2013), hace conocer que el trigo en Bolivia, constituye parte de la dieta alimentaria nacional, este grano contiene un alto porcentaje de proteínas y carbohidratos, tiende a consolidarse como cereal central dentro de la canasta

3.22. Rendimientos de trigo en Bolivia

La producción mundial de trigo en las campañas 2010-2011, fue de 648,70 millones de toneladas; con un rendimiento promedio de 3060 kg/ha. Una clara evidencia de que la unión europea es la principal zona productora de trigo con 135,67 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 5300 kg/ha.

Argentina, referente productor de trigo; tuvo una producción de 15,50 millones de toneladas en la campaña agrícola anterior (2010). Con un rendimiento promedio de 2870 kg/ha (Mora, 2011).

En Bolivia, la campaña agrícola 2013 – 2014 tuvo una producción total, de 112 a 255 toneladas que representa el 30% de la demanda nacional fijada en 700,000 toneladas. En los últimos 10 años el rendimiento promedio se ha mantenido en 1,2 toneladas por hectárea, en la zona oriental el promedio fue de 0,9 a 2 toneladas, superior al tradicional, que es de 0,7 a 0,9 toneladas por hectárea logrando un promedio nacional de 1,2 toneladas (MDRyT, 2015).

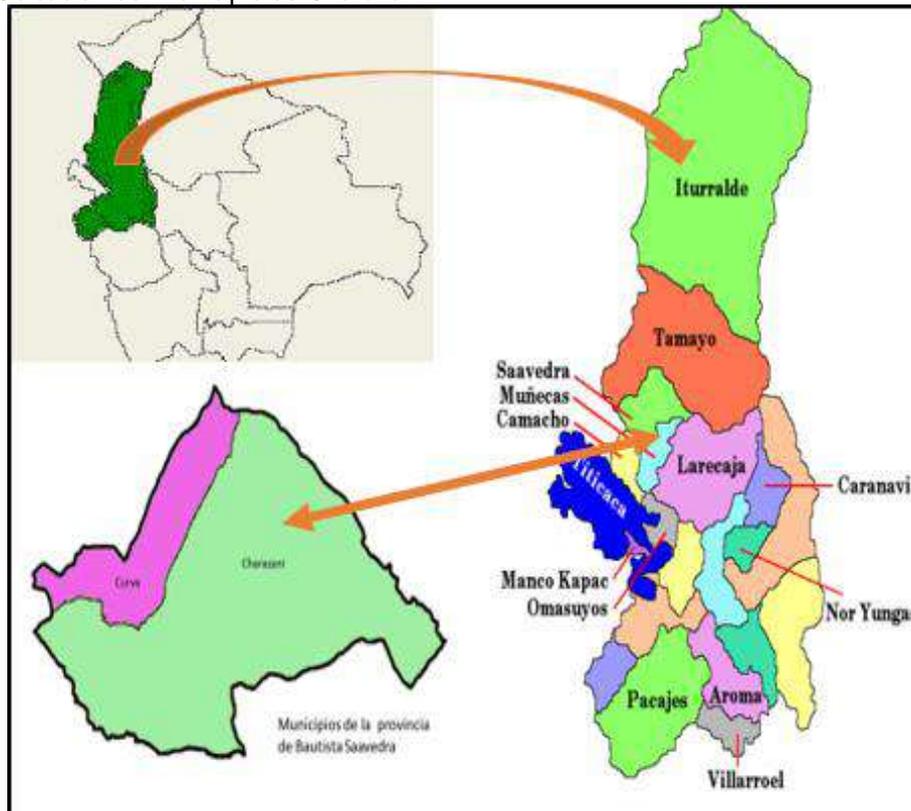
Bolivia no es autosuficiente en la provisión del trigo, a pesar que los granos de esta especie son un alimento básico de la población boliviana. La producción de trigo en Bolivia solo satisface el 30% de la demanda, el resto es importado de otros países. De este 30%, la mitad se produce en áreas tradicionales 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. (PROTRIGO 2001).

4. LOCALIZACION

4.1. Ubicación geográfica

El actual municipio de Charazani, está ubicado al noroeste del departamento de La Paz, y corresponde a la primera sección de la Provincia Bautista Saavedra. Dista a 272 km. de la ciudad de La Paz, y se encuentra entre los 68°20' y 69°12' de longitud oeste y 14°47' y 15°13' de latitud sur (Instituto Nacional de Estadística, 2001).

Figura 2. Ubicación del municipio de Charazani



Elaboración propia.

4.1.1. Extensión territorial

Charazani, presenta una extensión territorial de 1616 Km^2 , 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 Biocultura, 2014).

4.1.2. División política y administrativa

El Honorable Concejo Municipal de Charazani, amparándose en la Ley de Descentralización Administrativa y la Ley de Municipalidades del año 2000, emite la Ordenanza Municipal N° 005/2000 para la conformación de siete distritos municipales, tomando como base los cantones establecidos, a excepción del Cantón Gral. Ramón Gonzáles. Por otro lado, se crea el distrito Suni Alpaqueros teniendo como actividad económica principal la ganadería camélida, que es de importancia para los habitantes de esta parte de la Provincia.

La división en 8 distritos (tabla 3) tiene como objeto mejorar la administración operativa del Municipio priorizando necesidades del sector de Salud y Educación, los que funcionan independientemente, dirigidos por directores Distritales de Educación y Gerentes de Salud respectivamente. En el siguiente cuadro mostramos los Distritos establecidos por el Municipio (H. Concejo Municipal de Charazani, 2004).

Tabla 3. Distritos Municipales de Charazani

I.	Amarete
II.	Caata
III.	Chullina
IV.	Charazani
V.	Chajaya
VI.	Chari
VII.	Sub Trópico
VIII.	Suni Alpaqueros

Fuente: H. Consejo Municipal de Charazani (2004)

4.1.3. Límites territoriales

La Provincia Bautista Saavedra y el Municipio de Charazani tienen los siguientes límites que se muestra en la (tabla 4).

Tabla 4. Límites territoriales

LIMITES	PROVINCIA	MUNICIPIO
	BAUTISTA SAAVEDRA	CHARAZANI
NORTE	Franz Tamayo	Curva y Apolo
SUR	Camacho, Muñecas y Larecaja	Mocomoco, Chuma y Ayata
ESTE	Franz Tamayo, Larecaja	Apolo, Guanay, Tacacoma
OESTE	República del Perú	República del Perú

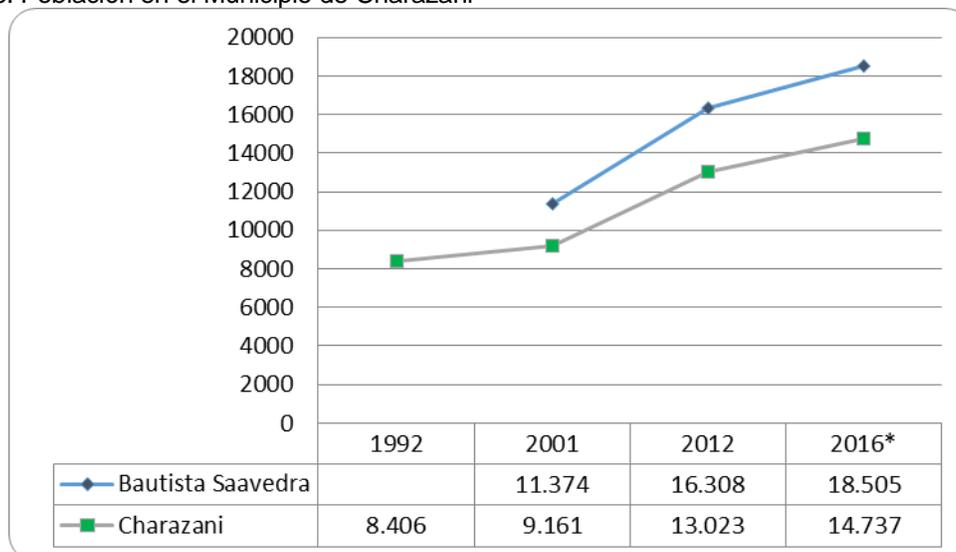
FUENTE: Elaboración propia en base a informe Técnico ANMIN A, 2004

La colindancia con la república del Perú, permite a esta ejercer una influencia profunda no solo en la economía regional, sino también en las costumbres y el idioma.

4.1.4. Población total

De acuerdo a 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 para adelante.

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 la (tabla 5).

Tabla 5. Población del territorio del actual Municipio de Charazani

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

Fuente: INE – CNPV 2012

4.2. Características de la zona de estudio

4.2.1. Fisiografía

En la región se distinguen cuatro grandes regiones fisiográficas, la zona andina, la zona sub andina, el pie de monte andino y la llanura aluvial lacustre. Dentro de estas grandes unidades fisiográficas se pueden identificar unidades menores, considerando parámetros tales como la altura, el drenaje y el grado de disección

(Instituto Socioambiental Bolivia & Programa Nacional Biocultura, 2014)

Zona andina

De forma alargada en dirección NE-SO, la Cordillera de los Andes forma una impresionante barrera montañosa que se alinea siguiendo las orientaciones tectónicas generales de los Andes. Normalmente las alturas más frecuentes varían entre los 4000 y 4500 msnm, cuyas vertientes orientales muy abruptas están orientadas hacia la Amazonía. La Cordillera se caracteriza por una declinación general de las altitudes y una masividad decreciente de Norte a Sur, la misma se encuentra coronada por grandes volcanes y nevados que llegan por encima de los 6000 msnm.

Zona sub - andina

Constituida de rocas sedimentarias muy antiguas del Cretácico, que han sido fuertemente deformadas y plegadas; se caracterizan, al sur, por un dominio de relieves estructurales y sub estructurales y relieves derivados de las estructuras anteriores por efecto de la fuerte erosión hídrica. La superficie de estas estructuras se encuentra bastante disectada y forma colinas irregulares, con cimas predominantemente redondas estrechas y localmente agudas, las vertientes son de alta pendiente y desnivel moderado.

La llanura aluvial lacustre

La red fluvial lacustre tiene una dinámica muy particular; en una primera fase se formaron grandes llanuras de divagación y esparcimiento de materiales arenosos de origen volcánico, luego por efectos de la tectónica y la estratigrafía se desvió los cursos normales de los ríos, produciéndose fenómenos de captura. En una segunda fase, se formaron valles bastante anchos y con un sistema de terrazas escalonadas, cuya disposición es bastante compleja.

Por otra parte, es importante destacar la presencia de numerosas zonas pantanosas,

cauces abandonados, peleocauces y basines.

De acuerdo a esta descripción macro de la región, se puede indicar que los Municipios de Charazani, Curva están inmersos dentro de la fisiografía descrita.

4.3. Clima

Como base para la descripción del clima se tienen datos de las estaciones meteorológicas de Charazani, Ulla Ulla, Suches, Pelechuco, Chuma y Guanay, sólo la primera se encuentra dentro del Municipio de Charazani así como datos adicionales del Proyecto de Investigaciones Agrarias (PIA) (Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba et al., 2004).

4.3.1. Temperatura media anual

Las temperaturas medias anuales registradas en las estaciones meteorológicas son:

Tabla 6. Registro de Temperaturas Medias

Estación	T (°C)
Ulla Ulla	4.50
Charazani	12.2
Pelechuco	13.8
Chuma (*)	13.4
Guanay (**)	24.0

Fuente: SERNAP, Plan de Manejo ANMIN Apolobamba (2006)

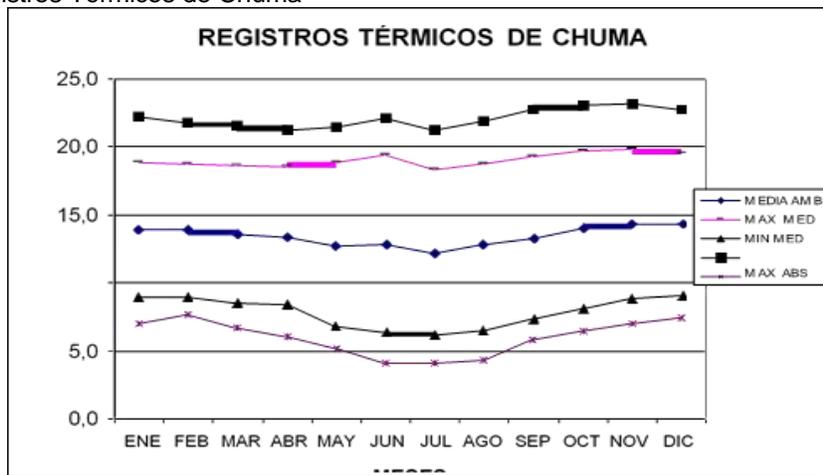
4.3.2. Temperaturas máximas y mínimas

Los registros térmicos de Chuma y de Ulla Ulla (Figuras 4 y 5) muestran que en los valles (hasta 3000 m de altitud) no se registran heladas, mientras que en la parte alta (región de Ulla Ulla) se producen temperaturas mínimas extremas que en términos absolutos llegaría hasta -17 °C todo el año (ALT, 1993 en MDRAyMA, 2006).

Para el piso nival y sub-nival no existen registros meteorológicos, pero se infiere que como en otras regiones de la cadena montañosa de Los Andes, las temperaturas son extremas, denominadas región de permafrost; Lorini (1997, en MDRAyMA, 2006) estima que la temperatura media anual en esta zona es de 1°C.

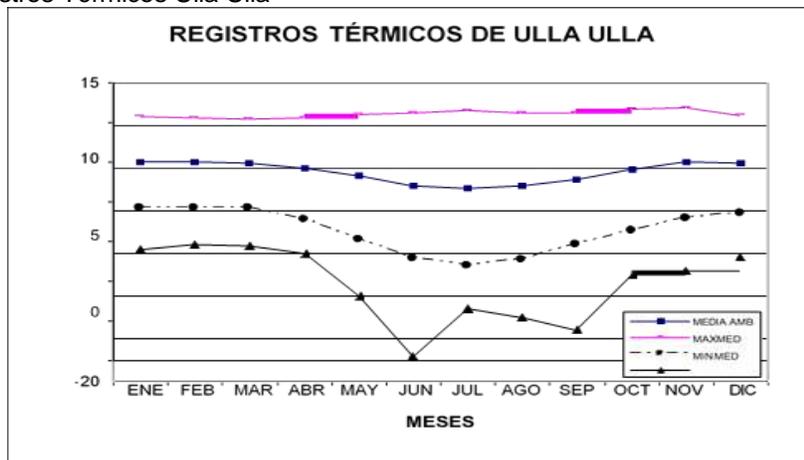
En la zona de los Yungas (Sub-trópico) y la tropical (Sector Mapiri), las temperaturas son mayores, teniendo un promedio de 20°C, con variabilidad según el piso altitudinal entre estas zonas ecológico.

Figura 4. Registros Térmicos de Chuma



Fuente: ALT, 1993 en MDRAyMA (2006).

Figura 5. Registros Térmicos Ulla Ulla

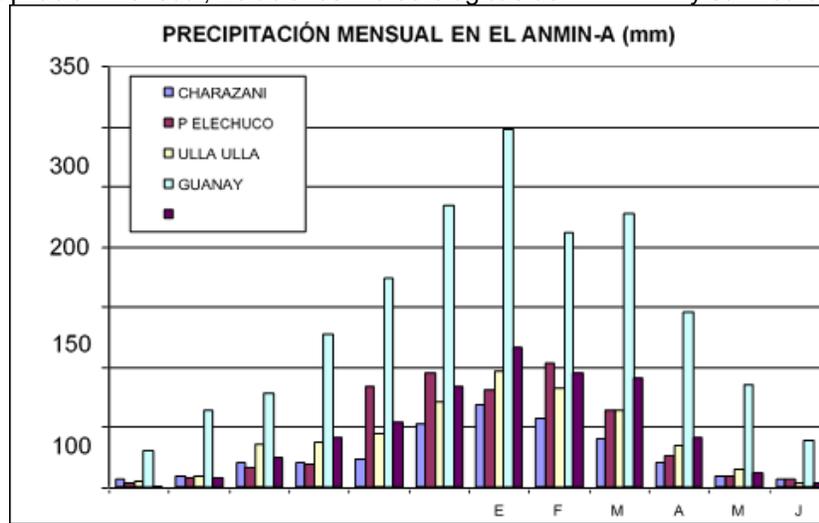


Fuente: ALT, 1993 en MDRAyMA (2006).

4.4. Precipitación

En el área se produce un régimen pluvial monomodal, es decir que existe una época lluviosa y otra seca que coinciden con el verano e invierno Austral respectivamente, como se observa en la figura 6, el régimen de lluvias es variable para cada región, destacándose en este comportamiento el factor altitud y la orografía (Instituto Socioambiental Bolivia & Programa Nacional Biocultura, 2014).

Figura 6. Precipitación Mensual, Estaciones Meteorológicas del ANIMN-A y su Área de Influencia



Fuente: SERNAP, Plan de Manejo ANMIN Apolobamba (2006).

Tabla 7. Precipitación Anual según Proyecto de Investigaciones Agrarias (PIA)

ESTACION	ALTITUD msnm	PERIODO	PP	PP
			media anual	octubre a marzo
Yeani (sector bajo de Chullina)	2800	1992-1998	1080	823
Chatalaya (sector altura de Chullina)	3900	1992-1998	951	760
Jatichulaya (Cantón Charazani)	3000	1992-1998	387	321
Chajaya (pueblo)	3600	1992-1998	474	345
Charazani (pueblo)	3250	1992-1998	564	441
Tanan (parte alta del cantón Chajaya)	4100	1992-1998	749	555

Fuente: PDM Charazani 2004

4.5. Recursos hídricos

Los recursos hídricos en el Municipio son diversos, entre los que destacan el río Charazani, Curva, Chullina, Amarete y otros, en la actualidad abastecen con agua para consumo de la población, animal y en muy poca proporción destinado al riego de los cultivos.

4.5.1. Fuentes de agua, disponibilidad y característica

Las fuentes de agua con la que cuenta el Municipio son las siguientes:

Precipitaciones pluviales, las mismas están distribuidas desde el mes de septiembre hasta abril.

Aguas superficiales, producto de deshielo de la Cordillera de Apolobamba que forman el río Caalaya y parte del río Chari que luego va a formar parte del río Charazani.

El río Charazani tiene como origen de las vertientes u ojos de agua en el sector de la comunidad de Apacheta y a medida que recorre su curso va aumentando de caudal.

El río Charazani es una de las fuentes de agua de importancia para el Municipio, existen pequeñas vertientes situadas al Sureste de la comunidad de Charazani, que forman el río Wasawayqho, con caudales reducidos en épocas de estiaje (mayo - julio) aumentando de caudal en la época de lluvias. Sin embargo, según información de los comunarios, las vertientes y pequeños ojos de agua identificados llegan a ser las principales fuentes de agua para el consumo de los animales.

La disponibilidad del agua es durante todo el año, apreciándose la disminución de caudal en la época seca que comprende los meses de junio a agosto (PDM Charazani 2004).

4.6. Suelo

Los suelos en el Municipio son muy variables, a pesar de que no existen estudios precisos que nos indiquen la verdadera naturaleza del mismo, se establece que las laderas presentan suelos bastante superficiales en las laderas y profundos cerca de los ríos y en las depresiones de las mismas. El suelo está clasificado como podsoles amarillos en general, con las características de ser permeables y francos, pero de pH medio.

En esta formación se encuentran los valles coluvio - aluviales, mismas que predominan en la región, especialmente ubicadas en las riberas de los ríos teniendo suelos de tipo franco y superficiales.

El suelo en la parte de la puna o de pie de monte de la Cordillera de Apolobamba, están formados por suelos aluviales, y son generalmente susceptibles a inundaciones temporales, y presentan colores pardos a grises oscuros debido al alto contenido de materia orgánica que se acumula bajo estas condiciones.

Las texturas que presentan son: francos limosos a arcillosos con estructura migajosa a bloques sub angulares en la superficie, lo que dificulta que los mismos tengan un drenaje deficiente.

En la zona del Sub Trópico, se encuentran los bosques húmedos con abundante vegetación, la característica es de presentar suelos poco profundos y pedregosos, presenta una lixiviación fuerte y una saturación de base moderada, el material de origen está constituido por esquistos y areniscas con un diseño de drenaje ramificado denso. Por estas características estos suelos corresponden a limosos, francos, franco arenoso, limo arcillosos y arcillosos (PDM Charazani 2004).

4.7. Flora y fauna

4.7.1. Fauna

El Departamento de La Paz es considerado como una zona con una amplia diversidad de especies de fauna silvestre, como los mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces e invertebrados y pueden ser frecuentemente encontrados en los bosques primarios y secundarios del Municipio, aunque algunas de ellas son más comunes que otras y se las encuentra con mayor facilidad.

El Municipio alberga en su territorio una diversidad de fauna silvestre, cuya cantidad y diversidad difiere en relación de una comunidad a otra, debido a la mayor o menor actividad de los habitantes de las comunidades.

Las principales especies silvestres se encuentran clasificadas de acuerdo al siguiente detalle en la (tabla 8).

Tabla 8. Principales especies de animales

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO
Llama	Lama lama
Alpaca	Lama alpacoa
Vicuña	Vicugna vicugna
Guanacu	Lama guanicoe
Viscacha	Lagodium viscacha
Oso andino	A.Tremarctos ornatus
Murciélago	Desmodus rotundus
Comadreja	Didelphys albiventris
Cóndor	Vultur griphus
Águila	Harpia harpija
Lorito andino	Halborbynchus aymara
Lechuza	Fito alba
Hornero	Fumarius rufus
Comadreja	Didelphys albiventris
Chanco de monte	Tayassu tayacu
Ciervo andino	Hippocamelus antisiesis
Anta	Tapirus terrestris
Ardilla	Logostomus biscaccia
Gato montes	Leopardus wiedii
Jochi pintao	Agouti paca
Loro	Amazona aestiva
Mono	Alouata sp
Perdiz	Tinamus major, Crypturellus sp.
Tatú	Dasyus novemcinctus
Tejón	Nasua nasua
Capibara	Hidrochaeris hidrochaeris
Víbora	Crotaulus sp.

FUENTE: elaboración propia con base del Equipo Técnico ANMIN A, 2004.

4.7.2. Recursos forestales

Cuando mencionamos los recursos Forestales del Municipio, estos se encuentran en el distrito del Sub Trópico, donde se explota la madera de forma selectiva, al no ser

zona de concesión existe algún control de la madera extraída por los comunarios y autoridades locales; en ese sentido la madera que es descubierta es incautada por el Gobierno Municipal de Charazani.

Otra zona donde existen recursos forestales es el valle donde la especie dominante es el Eucalipto, también encontramos esporádicamente coníferas como el Ciprés y escasamente el Pino.

Tabla 9. Especies forestales

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO
Keñua	<i>Polylepis incana</i>
Algarrobo	<i>Prosopis juliflora</i>
Ceibo	<i>Eritrina cristagali</i>
Kiswara	<i>Margarycarpus stesus</i>
Molle	<i>Schimus molle</i>
Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>
Chuacataya	<i>Dodonea viscosa</i>
Tarco	<i>Jacaranda acutifolia</i>
Pino de Monte	<i>Podocarpus sp.</i>

FUENTE: Elaboración propia con base al PDM Municipio de Charazani, 1998.

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales

5.1.1. Material biológico

En el presente trabajo de investigación se muestrearon 6 ecotipos de trigo (*Triticum spp*) los cuales son:

Tabla 10. Ecotipos de trigo

-
- Chujchayuj
 - Azulmuru
 - Yurajmuru
 - Arrocillo
 - Motacu
 - Ichilo
-

5.1.2. Material de campo

- Bolígrafos
- Cuaderno de apuntes
- Bolsas de muestra
- Hoz de cosecha

5.1.3. Material de laboratorio

- Guardapolvo
- Cofia
- Wantes
- Balanza analítica
- Espátula
- Vasos de precipitado
- Probeta (50 y 1000 ml)
- Pissetas

- Agua destilada
- Matraces aforados (250 ml)
- Matraces Erlenmeyer
- Cajas Petri de vidrio
- Algodón
- Pocillos metálicos

5.1.4. Equipos

- Mufia
- Barreno muestreador de suelos
- Balanza
- GPS
- Flexómetro

5.1.5. Material de gabinete

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Cinta adhesiva
- Libreta de bitácora
- Bolígrafo y lápiz

5.2. Método

El método que se empleó en el trabajo de investigación es el método descriptivo y analítico, que se utiliza para recoger organizar resumir presentar analizar generalizar los resultados de la observación hecha. Este método implica la recopilación y presentación sistemática de datos para dar una idea clara de una determinada situación (Gonzales, 1985).

La investigación se basó en estudio de caso haciendo la elección de familias productoras de trigo en cada comunidad de donde se obtuvo las muestras de trigo de diferentes ecotipos.

5.3. Análisis estadístico

5.3.1. Modelo estadístico

Para la investigación se utilizó el modelo estadístico de dos vías de clasificación que nos permite estudiar simultáneamente los efectos de dos fuentes de variación (Tukey, J. W. 1949).

5.3.2. Modelo lineal aditivo

$$Y_{ij} = \mu + \alpha + \beta + \varepsilon$$

Donde:

Y_{ij} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α = Comunidad

β = Ecotipo

ε_i = Error experimental

5.4. Identificación de la zona en estudio

Se realizó la identificación de familias productoras de trigo en 5 comunidades del municipio de Charazani y son las siguientes comunidades:

- Chipuipo
- Quiabaya
- Jatichulaya
- Niño corin
- Caata

Donde por cada comunidad se identificó tres familias productoras de trigo, realizando charlas sobre los objetivos del proyecto y los alcances que se quiere tener, de esta manera los productores se sumaban para apoyar a la investigación del proyecto.



Fotografía 1. Identificando productores de trigo y sus cultivos

5.5. Muestreo y análisis físico y químico de suelo antes de la cosecha

Se realizó el muestreo de suelo, con ayuda del transecto en zig-zag recomendado por (Chilon, 1997), primero se ubicó los puntos de extracción de las muestras posteriormente se despejó el área, hasta una profundidad de 25 cm lugar donde se desarrollan mayormente las raíces, de cada punto se tomó cierta cantidad de suelo a continuación se juntó y mezcló las muestras para obtener una muestra homogénea y realizar el respectivo cuarteo para su análisis en el Instituto de Investigaciones de Procesos Químicos, (IIDEPROQ) de la UMSA .



Fotografía 2. Muestreo y análisis de suelo en laboratorio

5.6. Cosecha

La cosecha se realizó de manera manual de acuerdo a la madurez fisiológica que presentaban las parcelas en investigación, para ello se observó que las plantas obtuvieran un color amarillo oro a blanquecino y que al apretar el grano con las uñas de la mano este no se deforme ni se deje cortar transversalmente.

Las muestras de metro cuadrado que fueron recolectadas fueron transportadas en bolsas plásticas, posteriormente se realizó el secado en tauqueados o quédales.



Fotografía 3. Cosecha de trigo

5.7. Trillado de trigo

El trillado de los diferentes ecotipos de trigo se realizó de diferentes formas y estas son las siguientes:

5.7.1. Trillado con maquinaria

La trilla se realizó en la maquina trilladora, esta herramienta es de vital importancia para los productores de trigo ya que con la maquina trilladora reducen el tiempo de trillado, sin embargo, se necesita mayor mano de obra, como se observa en la imagen de la parte superior, ya que uno debe pasar las chullas, la otra persona debe ir alimentando a la maquina con el trigo, mientras tanto de tres a cuatro personas separan los rastrojos de trigo para la segunda pasada, y el trigo por debajo de la zaranda.



Fotografía 4. Trillado de trigo con trilladora mecanizada a motor

5.7.2. Trillado en era

Conocido también como trilla ancestral que aún se mantienen en las comunidades de Caata y una parte de Niño Corin, donde la mano de obra es menor, sin embargo, toma más tiempo esta actividad, ya que se realiza atreves del pisoteo de varios caballos dentro de una Era, como también el trigo cosechado debe estar seco. El mecanismo de la trilla consiste en que los caballos den vuelta en el interior de la Era, de esa manera van realizando el pisoteo sobre las espigas de trigo, y con ello los granos de trigo vayan desprendiéndose de las espigas, para posteriormente esté lista

para el venteado.



Fotografía 5. Trillado en era con caballos

5.7.3. Trillado para la investigación

Se realizó la trilla de forma manual y detallada cada muestra de trigo de un metro cuadrado de los diferentes ecotipos, a la misma vez se fueron midiendo las variables de estudio para luego hallar el rendimiento total de grano y llevarlo a una unidad de medida de toneladas por hectárea.



Fotografía 6. Trillado pesado y etiquetado de las muestras de metros cuadrados de trigo

5.8. Venteado

Luego de concluir la trilla se procedió a realizar el venteado del grano para retirar la broza y proceder a su almacenado en sacos o en silo.



Fotografía 7. Venteado del grano limpio

5.9. Variables de estudio

En caracterización física del grano se midió: diámetro de grano, longitud de grano y peso de grano.

Y para las variables de las características agronómicas de cada ecotipo se tomaron las siguientes variables: número de macollos por metro cuadrado, número de espigas por metro cuadrado, número de granos por espiga, longitud de espiga, peso de 1000 granos y peso hectolitrico.

Dentro de cada unidad experimental, se tomaron los siguientes datos de las variables correspondientes:

5.9.1. Diámetro de grano (mm)

Se determinó en el laboratorio y se utilizó un micrómetro como herramienta de medición, donde de cada muestra y ecotipos se realizó un cuarteo de donde se sacó 30 granos para realizar la respectiva medición de diámetro de grano.

5.9.2. Longitud de grano (mm)

Se determinó en el laboratorio, donde de cada muestra y ecotipos se realizó un cuarteo de donde se sacó 30 granos para hacer su respectiva medición de longitud de grano.

5.9.3. Peso de grano (mg)

Se determino en laboratorio haciendo el pesaje de cada 30 granos por ecotipos en una balanza de precisión.

5.9.4. Numero de macollos por metro cuadrado

Se hizo el registro de numero de macollos por planta en cada parcela muestreada en todas las comunidades y en los diferentes ecotipos, se realizó de forma manual seleccionando 10 plantas en diferentes puntos del cultivo para tener un resultado

5.9.5. Numero de espigas por metro cuadrado

Se realizó el conteo de las espigas correspondientes a un metro lineal de surco, de la parte central de las parcelas de investigación para evitar el efecto de borde, cuando la espiga ya haya emergido completamente y esté lista para la cosecha y consecuentemente se obtuvo la estimación por unidad de superficie.

5.9.6. Numero de granos por espiga

Se realizo la trilla de cada una de las espigas seleccionadas y se contabilizo el número de granos que hay en una espiga de trigo, de cada muestra de trigo se seleccionó 10 espigas de las cuales se determinó el número de granos por espiga de todas las muestras de los diferentes ecotipos.

5.9.7. Longitud de espiga (cm)

Se midió en centímetros, desde el punto de inserción hasta la punta de la espiga excluyendo la barba o arista, de todas las espigas muestreadas de la parte central de las parcelas identificadas y los ecotipos.

5.9.8. Peso de 1000 granos (gr)

Después de la cosecha y desgranado, se realizó la medición de peso de 1000 unidades de grano con tres repeticiones de cada entrada de las unidades experimentales obtenidas al azar sin discriminación alguna; medida en gramos y en una balanza de precisión.

5.9.9. Peso hectolítrico (kg/ Hl)

El valor del peso hectolítrico hace referencia a que tan sano es el grano, ya que cuanto más sano sea, mayor será la proporción de almidón en el grano y mejor será la separación del endospermo del resto del grano, obteniendo mayor extracción de harina. El peso hectolítrico se determinó utilizando la balanza volumétrica; es la relación peso/volumen del grano de trigo expresado en hectolitros de llenado (kg/hl), esto se realizó cuando la humedad no superó el 14 % (es cuando no se marca la impresión de la uña al apretar el grano).

Para esta variable se utilizó un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se pesó cada unidad experimental sin considerar las impurezas, ya que esta cantidad cosechada se midió en volumen (100 ml), posteriormente este valor se convirtió a peso hectolítrico y para dicha práctica se empleó una balanza analítica.

5.9.10. Rendimiento final por ecotipos (ton/ha)

Es producto de la acumulación de materia seca (es decir, biomasa) y la tras locación de una parte de la biomasa aérea total para el grano. Es decir, se realizó pesando la cantidad del total de los granos obtenidos de las parcelas en estudio. Se midió en unidades de kg/M^2 posteriormente de convirtió en toneladas por hectárea.

Se realizó el pesaje total en grano de trigo de las espigas del metro cuadrado muestreado, para realizar la diferenciación en los diferentes ecotipos de trigo.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Identificación de la zona de estudio

Se identificó 5 comunidades productoras de trigo, de las cuales se llegó a un acuerdo de cooperación mutua con el proyecto con tres familias de cada comunidad para realizar los muestreos para la investigación.



Fotografía 8. Vista satelital de las comunidades identificadas

6.2. Caracterización física del grano de trigo por ecotipos

6.2.1. Diámetro de grano (mm)

Se presenta el análisis de varianza que se realizó por comunidades y ecotipos observándose los resultados en la (Tabla 11).

El análisis de varianza en la investigación, determinó que para la variable diámetro de grano presentan diferencias no significativas entre comunidades y ecotipos.

El coeficiente de variación de 2,05%, indica que los datos manejados en la investigación son confiables por estar en los rangos de ensayos de campo.

Tabla 11. Análisis de varianza correspondiente a la variable diámetro de grano por ecotipos y comunidades.

<u>F.V.</u>	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Comunidad	0,01	4	3,30E-03	0,55	0,708	ns
Ecotipo	0,04	4	0,01	1,5	0,2888	ns
Error	0,05	8	0,01			
<u>Total</u>	0,1	16				
CV	2,05					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

Las pruebas de medias por comunidades y ecotipos en estudio que se presenta en la (Tabla 12), donde muestra que existen diferencias estadísticas a un nivel de confiabilidad de Duncan (0,05).

la gráfica de la tabla de medias podemos encontrar diferencias entre comunidades y ecotipos que se presentan en las (figuras 7 y 8).

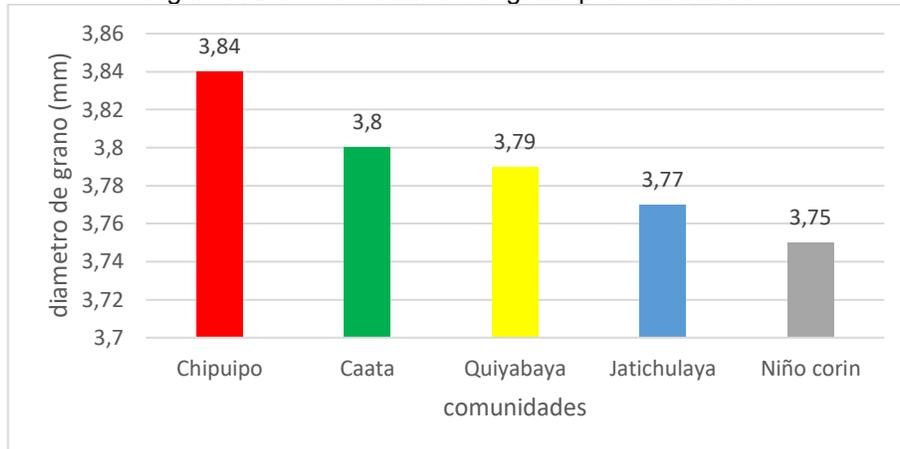
Tabla 12. Prueba de medias Duncan (0,05) de la variable diámetro de grano por comunidad y ecotipo

<u>Comunidad</u>	Medias	n	E.E.	DUNCAN (0,05)
Chipuipo	3,84	3	0,05	A
Caata	3,80	4	0,04	A
Quiyabaya	3,77	3	0,05	A
Jatichulaya	3,77	4	0,04	A
<u>Niño corin</u>	3,75	3	0,05	A
<u>Ecotipo</u>	Medias	n	E.E.	
Yuraj muru	3,91	1	0,08	A
Azul muru	3,86	3	0,04	A
Chujchayuj	3,79	10	0,03	A
Motacu	3,75	1	0,08	A
Ichilo	3,73	1	0,08	A
Arrocillo	3,70	1	0,08	A

Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

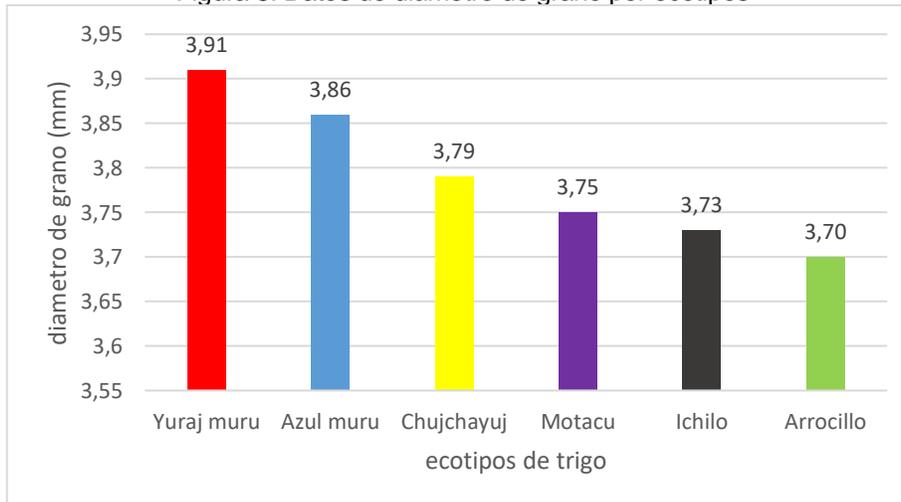
En la (figura 7), podemos observar que el análisis de la variable diámetro de grano por comunidades lleva ventaja la comunidad de Chipuipo con una media de 3,84 mm en diámetro de grano, seguido por la comunidad de Caata con 3,8 mm de diámetro y con el menor valor en diámetro es la comunidad de Niño Corin con 3,75 mm

Figura 7. Datos de diámetro de grano por comunidades



En el análisis por ecotipos de la variable de diámetro de grano que se observa en la (figura 8), lleva ventaja el ecotipo Yural Muru con un diámetro de 3,91 mm, le sigue como segundo el ecotipo Azul Muru con 3,86 mm y con el menor valor queda el ecotipo Arrocillo con 3,70 mm.

Figura 8. Datos de diámetro de grano por ecotipos



6.2.2. Longitud de grano (mm)

El análisis de varianza se realizó por comunidades y ecotipos de trigo observándose en la (tabla 13).

La investigación determino que para la variable longitud de grano presentan diferencias no significativas entre comunidades y ecotipos.

El coeficiente de variación de 2,1% indica que los datos manejados son confiables por estar en los rangos de ensayos de campo.

Tabla 13. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de grano de ecotipos de trigo

<u>F.V.</u>	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Comunidad	0,13	4	0,03	1,63	0,2576	ns
Ecotipo	0,11	4	0,03	1,38	0,3221	ns
Error	0,15	8	0,02			
<u>Total</u>	0,39	16				
CV		2,1				

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

Las pruebas de medias diferenciados por comunidades y ecotipos se presentan en la (tabla 14) a un nivel de significancia del $\alpha=0,05$ donde muestra que estadísticamente no son similares.

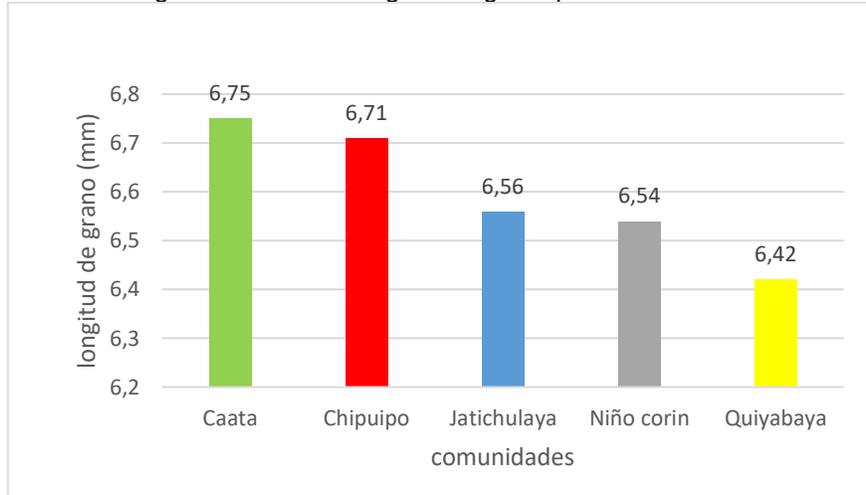
Tabla 14. Prueba Duncan ($\alpha = 0,05$) para las variables longitud de grano por comunidades y ecotipos de trigo.

<u>Comunidad</u>	Medias	n	E.E.	DUNCAN (0,05)	
Caata	6,75	4	0,08	A	
Chipuipo	6,71	3	0,08	A	
Jatichulaya	6,56	4	0,07	A	B
Niño corin	6,54	3	0,08	A	B
<u>Quiyabaya</u>	6,42	3	0,08		B
<u>Ecotipo</u>	Medias	n	E.E.		
Motacu	6,85	1	0,14	A	
Yuraj muru	6,78	1	0,14	A	
Azul muru	6,65	3	0,08	A	B
Chujchayuj	6,59	10	0,05	A	B
Ichilo	6,49	1	0,14	A	B
<u>Arrocillo</u>	6,27	1	0,14		B

Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

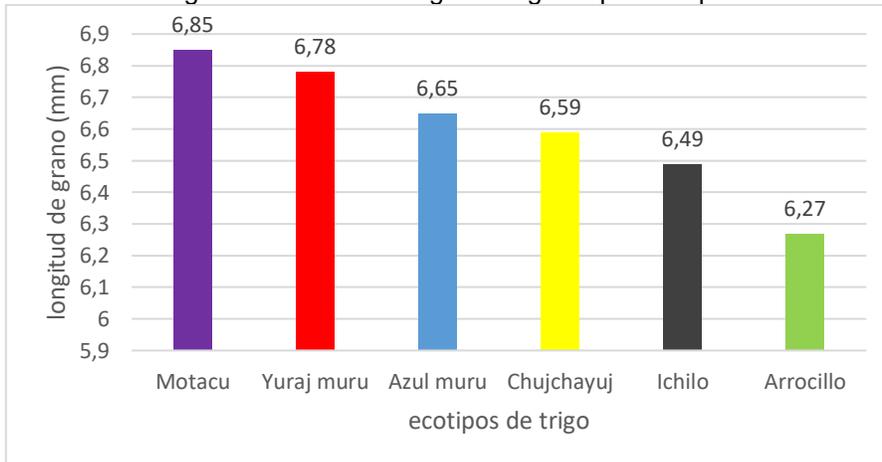
Dentro de estas se tiene el análisis de longitud de grano por comunidades que se puede observar en la (figura 9), donde la comunidad de Caata lidera en longitud de grano con un valor de 6,75 mm de longitud de grano, seguido por la comunidad de Chipuipo con un valor de 6,71 mm de longitud de grano de trigo y la comunidad con menor longitud es Quiabaya con una longitud de grano de 6,42 mm.

Figura 9. Datos de longitud de grano por comunidades



En el análisis de longitud de grano por ecotipos que se puede observar en la (figura 10) donde el ecotipo de **Motacu** se encuentra en la primera posición con 6,85 mm de longitud de grano y como segundo el ecotipo **Yuraj muru** con una longitud de 6,78 mm, sin embargo, en ecotipo con menor longitud es **Arrocillo** con 6,27 mm.

Figura 10. Datos de longitud de grano por ecotipos



6.2.3. Peso de grano (mg)

El análisis de varianza se realizó por comunidades y ecotipos observándose los resultados en la (tabla 15)

El análisis de varianza de la investigación, determino que para la variable de peso de grano de ecotipos de trigo presentan diferencias no significativas tanto en los estudios por comunidades y ecotipos.

El coeficiente de variación de 6,12%, indica que los datos manejados en la investigación son confiables por estar en los rangos de ensayos de campo.

Tabla 15. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso de grano de ecotipos de trigo

<u>F.V.</u>	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Comunidad	1,00E-04	4	2,20E-05	2,4088	0,1349	ns
Ecotipo	1,90E-05	4	4,90E-06	0,5253	0,7208	ns
Error	1,00E-04	8	9,20E-06			
<u>Total</u>	2,00E-04	16				
CV		6,12				

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

las pruebas de medias se presentan en la (tabla 16) donde se analiza las medias por comunidades y ecotipos, a un nivel de significancia del $\alpha = 0,05$, muestra que los ecotipos de trigo no son estadísticamente similares.

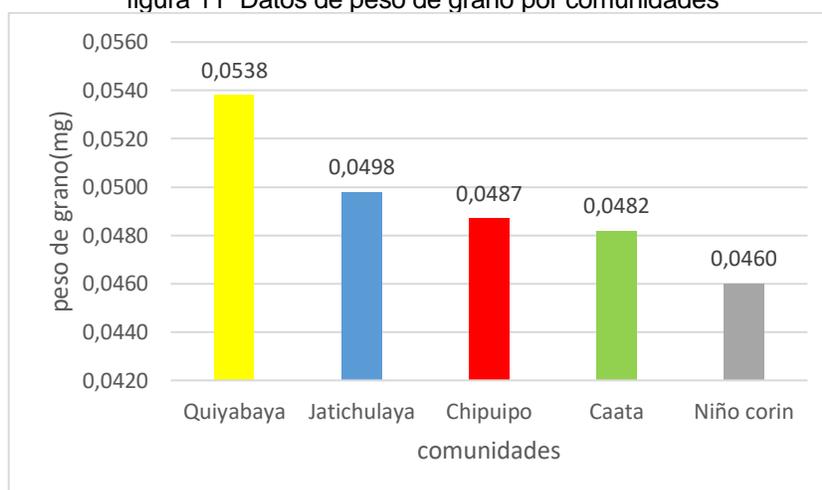
Tabla 16. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable peso de grano de trigo por comunidades y ecotipos

<u>Comunidad</u>	Medias	n	E.E.	DUNCAN (0,05)	
Quiyabaya	0,0538	3	1,90E-03	A	
Jatichulaya	0,0498	4	1,50E-03	A	B
Chipuipo	0,0487	3	1,90E-03	A	B
Caata	0,0482	4	1,80E-03	A	B
<u>Niño corin</u>	0,0460	3	1,90E-03		B
<u>Ecotipo</u>	Medias	n	E.E.		
Arrocillo	0,0542	1	3,00E-03	A	
Azul muru	0,0507	3	1,80E-03	A	
Chujchayuj	0,0497	10	1,00E-03	A	
Yuraj muru	0,048	1	3,00E-03	A	
Motacu	0,0458	1	3,00E-03	A	
<u>Ichilo</u>	0,0458	1	3,00E-03	A	

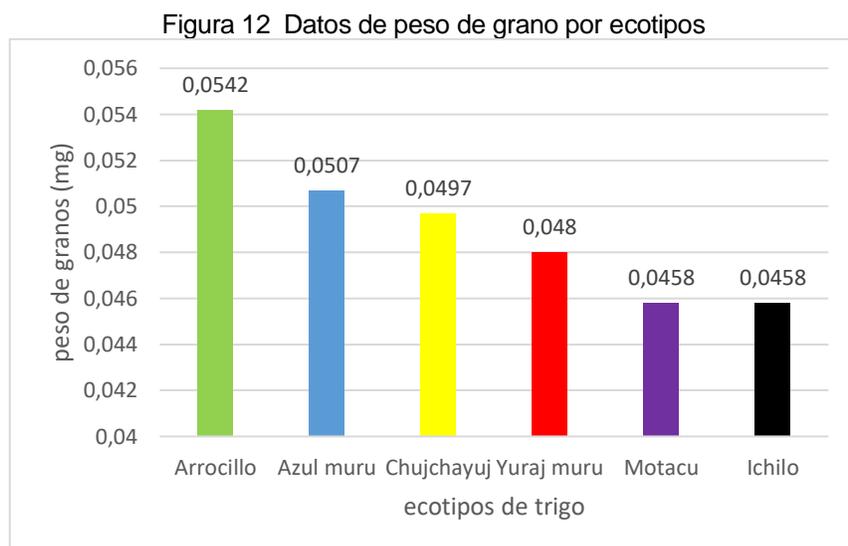
Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

Realizando el análisis por comunidades en la variable peso de grano (figura 11), la comunidad de Quiyabaya obtiene el mayor valor con 0,0538 mg, seguido por Jatichulaya con 0,0498 mg y con el menor valor queda la comunidad de Niño Corin con un valor de 0,0460 mg en peso de grano.

figura 11 Datos de peso de grano por comunidades



Sin embargo, en el análisis por ecotipos de trigo que se presenta en la (figura 12), podemos observar que el ecotipo Arrocillo tiene el mayor promedio con 0,0542 mg, seguido por el ecotipo Azul muru con 0,0507 mg y con el menor valor el ecotipo Ichilo con 0,0458 mg.



6.3. Caracterización agronómica de los diferentes ecotipos de trigo

6.3.1. Número de macollos por planta

El análisis de varianza para número de macollos por planta (tabla 17), presentan diferencias altamente significativas entre comunidades y ecotipos de.

El coeficiente de variación de 11,79%, indica que los datos manejados en la investigación son confiables por estar en los rangos de ensayos de campo.

Tabla 17. Análisis de varianza correspondiente a la variable número demacollos por planta

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	251,01	4	62,75	18,07	0,0001	**
Ecotipo	97,14	4	24,28	6,99	0,0002	**
Error	145,89	42	3,47			
Total	494,04	50				
CV	11,79					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

Las pruebas de medias tanto en el análisis por comunidades y ecotipos de trigo se plantean en la (tabla 18), a un nivel de significancia del $\alpha = 0,05$, muestra que los análisis por comunidades y ecotipos estadísticamente no son similares.

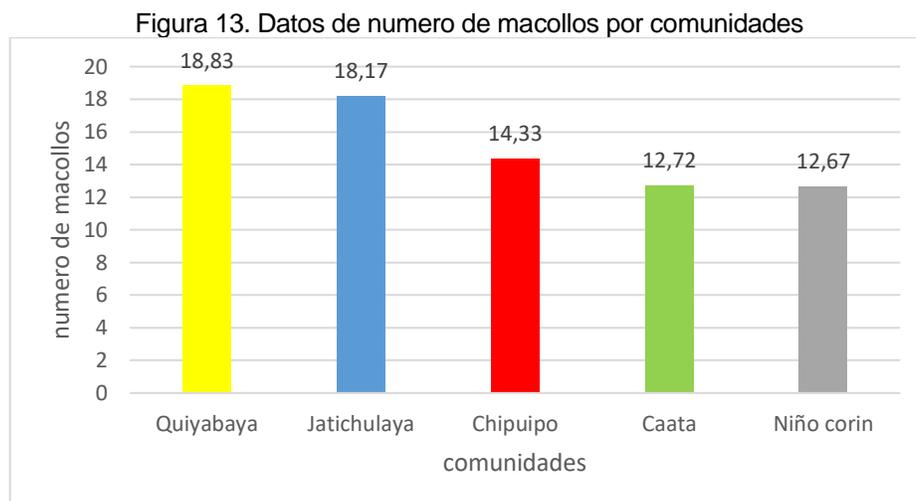
Tabla 18. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de macollos por planta por comunidad y ecotipo

Comunidad	Medias	n	E.E.	DUNCAN (0,05)		
Quiabaya	18,83	9	0,66	A		
Jatichulaya	18,17	12	0,54	A		
Chipuipo	14,33	9	0,66	B		
Caata	12,72	12	0,62	B		
Niño corin	12,67	9	0,66	B		
Ecotipo	Medias	n	E.E.			
Arrocillo	19,33	3	1,08	A		
Chujchayuj	16,54	30	0,36	B		
Azul muru	15,44	9	0,62	B	C	
Yuraj muru	13	3	1,08		C	D
Ichilo	11,33	3	1,08			D E
Motacu	10	3	1,08			E

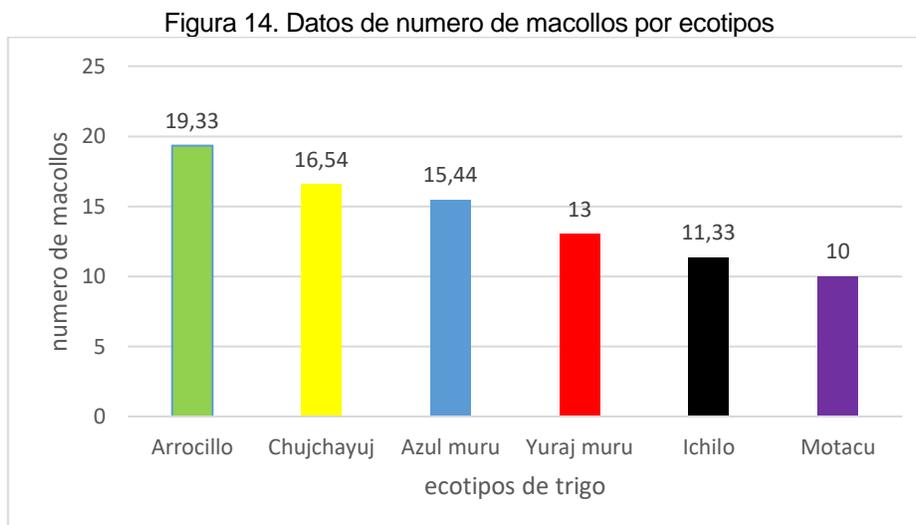
Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

Realizando el análisis de medias de número de macollos por planta por comunidades podemos observar en la (figura 13), que la comunidad de Quiabaya se sitúa en el primer lugar con una media de 19 macollos por planta, seguido por la comunidad de Jatichulaya con 18 macollos por planta y con el menor número de macollos por planta

es la comunidad de Niño corin con 13 macollos por planta.



Por otro lado, realizando el análisis de medias por ecotipos (figura 14), el ecotipo Arrocillo obtiene una media de 19 macollos por planta, el segundo ecotipo es Chujchauj con un promedio de 16 macollos por planta y con el menor número de macollos es el ecotipo Motacu con un promedio de 10 macollos.



Las comunidades de Quiyabaya y Jatichulaya se sitúan geográficamente a los bordes del río Charazani y gozan de riego por inundación, y los ecotipos Arrocillo y Chujchayuj son de estas comunidades, mientras las comunidades y ecotipos con menor valor se encuentran en el valle alto y a secano por lo tanto, podemos decir que

la humedad del suelo influyo en esta variable.

Al respecto Mollericona (2013), reporta que el número de macollos por planta obtenidos con fertilización de nitrógeno N 7 (64 kg/ha Nitrógeno), N 8 (75 kg/ha Nitrógeno), N 5 (43 kg/ha Nitrógeno), N 4 (32 kg/ha Nitrógeno), N 3 (21 kg/ha Nitrógeno), N 6 (53 kg/ha Nitrógeno) y N 2 (11 kg/ha Nitrógeno), con valores promedios de 4 macollos por planta, con diferencia al testigo N 1 (0 kg/ha Nitrógeno) que tuvo 2 macollos por planta. Molina (1994), menciona que el desarrollo de los hijuelos o macollos depende de la fertilización nitrogenada aplicada a las gramíneas. Con referencia a lo anterior podemos decir que en la investigación agronómica con líneas de trigo se superó con 16 unidades de macollos por planta.

Sin embargo, Juárez (2011), trabajando con densidades de siembra en las poblaciones de plantas de trigo es incrementada al aumentar la densidad de siembra; pero el número de macollos por planta, se fue reduciendo y la diferencia máxima entre variedades es casi de un macollo. Aunque no podría esperarse una mayor cantidad de macollos dadas las características genéticas de los cultivares, donde la variedad Gaucho genera dos macollos como máximo y la capacidad de la variedad Elite es de tres macollos.

El mismo autor menciona que efectivamente al incrementar la densidad de siembra de 100 a 160 kg/ha produce menor cantidad de macollos en las plantas de trigo, aunque estadísticamente la diferencia no sea perceptible, los datos de campo comprobaron que existió reducción de la capacidad macolladora de las variedades en estudio, la competencia intraespecífica destina los recursos del suelo preferentemente a la elongación del tallo principal en lugar de desarrollar macollos. En condiciones competitivas la prioridad para el cultivo de trigo es captar luz solar, a ocupar una mayor superficie.

Marza (2014), obtuvo en la variable número de macollos en las diferentes líneas, una media de tres macollos habiendo líneas con un macollo hasta líneas de cuatro macollos con una variación de $\pm 0,65$ macollos.

Salisbury (1994), menciona que, en cultivos de cereales, donde los individuos están muy cercanos, la formación de macollos se retrasa, porque la luz absorbida es insuficiente y se transmite hasta la base de los tallos distribuyéndose también a otras partes de la planta.

Mamani (1999), en 15 variedades de trigo harinero (*Triticum aestivum*), logro registrar datos con una media de 2,37 tallos por planta como promedio general, disperso en un rango desde 1,5 (Seri 82, en la localidad de Patacamaya), hasta 3,96 tallos (Variedad Saguay, en la localidad de Puerto Pérez). El número de macollos es bastante bajo en todas las localidades, particularmente en Patacamaya y Caracollo, debido a la presencia de fuertes granizadas entre la fase del macollamiento y encañado, provocando la ruptura de hojas y tallos derivando posteriormente en pérdida de tallos por planta.

Por otro lado, López (2000), indica que el número de macollos por planta depende de la variedad, el clima, la nutrición de la planta, densidad de siembra y profundidad de siembra.

Wallpa R. 2016 (Tesis) el mayor número de macollos obtenido fueron: T6 (3092-29), T2 (325-19) y T7 (3084-29) con un promedio de numero de macollos por planta de 16, 16 y 16 macollos por planta respectivamente son las que presentaron valores superiores y las líneas que presentaron un promedio menor en cuanto al estudio de esta variable se tiene a T12 (349-19) y T10 (306-20) con 11 y 13 macollos por planta.

6.3.2. Número de espigas por metro cuadrado

En la (tabla 19), se aprecian los resultados del análisis de varianza correspondiente a número de espigas por metro cuadrado, donde se obtuvieron diferencias significativas en el análisis por comunidades de estudio, sin embargo, realizando el análisis por ecotipos no se encuentran diferencias significativas.

El coeficiente de variación fue de 12,6% lo que demuestra que los datos manejados se encuentran dentro de los parámetros estadísticos de aceptación de una investigación.

Tabla 19. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de espigas por m²

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	sig.
Comunidad	30603,38	4	7650,85	5,22	0,0017	**
Ecotipo	13759,86	4	3439,97	2,35	0,1701	ns
Error	61595,5	42	1466,56			
Total	105958,8	50				
CV	12,6					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

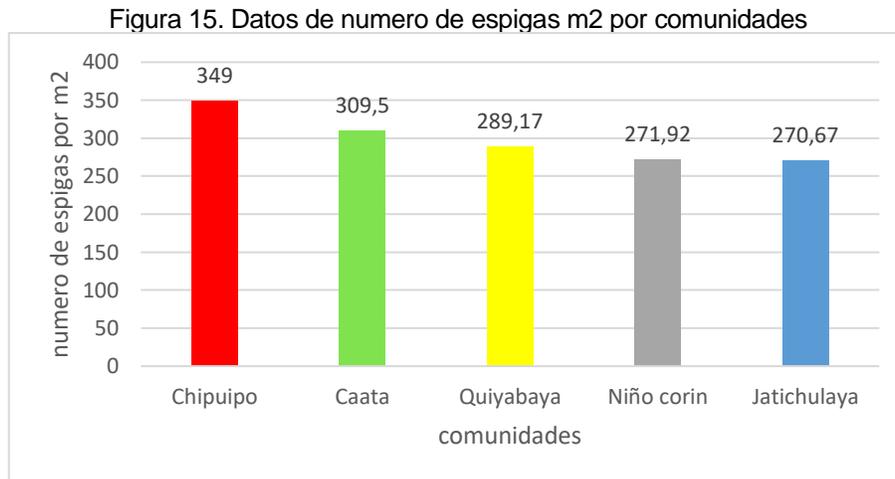
Realizando la prueba de medias Duncan $\alpha = 0,05$ que se presenta en la (tabla 20), muestra que los análisis por comunidades y ecotipos estadísticamente no son similares.

Tabla 20. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de espigas por m² por comunidades y ecotipos

COMUNIDAD	MEDIAS	N	E.E.	DUNCAN (0,05)		
Chipuipo	349	9	13,54	A		
Caata	309,5	12	12,77	B		
Quiabaya	289,17	9	13,54	B	C	
Niño corin	271,92	9	13,54	C		
Jatichulaya	270,67	12	11,06	C		
ECOTIPO	MEDIAS	N	E.E.			
Yuraj muru	376,67	3	22,11	A		
Motacu	335,33	3	22,11	A	B	
Arrocillo	303,33	3	22,11		B	C
Chujchayuj	284,29	30	7,31		B	C
Azul muru	283,67	9	12,77		B	C
Ichilo	273,67	3	22,11			C

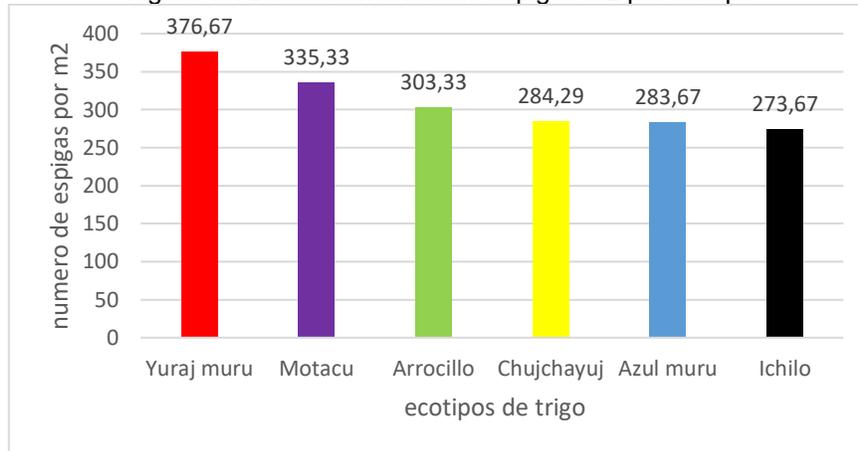
Fuente: Elaboración en base a datos registrados en la investigación

Realizando el análisis de medias de número de espigas de trigo por comunidades que se demuestra en la (figura 15), donde podemos observar que la comunidad de Chipuipo lleva la delantera con 349 espigas por metro cuadrado, seguido por la comunidad de Caata que esta con 309 espigas y con el menor número de espigas es la comunidad de Jatichilaya con 270 espigas por metro cuadrado.



Por otro lado realizando el analisis de numero de espigas por metro cuadrado por ecotipos que se muestra en la (figura 16), se situa en primer lugar el ecotipo Yuraj muru con una media de 376 espigas por metro cuadrado, y como segundo se posiciona el ecotipo de Motacu con 335 espigas por metro cuadrado, y con el menor numero de espigas por metro cuadrado es el ecotipo de Ichilo con una media de 273 espigas.

Figura 16. Datos de numero de espigas m2 por ecotipo



Al respecto Juárez (2011), identificó a la primera variedad (Gaucho), por sus características varietales, como la mayor productora de espigas comparada con las otras variedades, con una media de 538 espigas/m², la variedad Redención con 428 espigas/m² y con 364 espigas/m² la variedad Elite con el número de espigas más bajo. Bragachini *et al.* (2005) indica que se percibió una leve diferencia en el número de espigas/m², por un importante incremento en el número de macollos/planta producidos en bajas densidades. Pero aun de esta manera, es mayor el resultado que se obtuvo en la investigación.

Así mismo Silva (2015), logró un número de promedio de 645,73 espigas/m², presentando un máximo de 798 espigas/m² y un mínimo de 455 espigas/m² mostrando una variación en las variedades de trigo harinero en condiciones del altiplano central.

Ochoa (2002), identificó a las variedades Tarata y Totorá (en Micayani) y Azubi (en Yamora), como las que presentaron el mayor promedio con 254, 251 y 246 espigas/m² respectivamente y las variedades Vee y Riera con 180 y 190 espigas/m² con los más bajos promedios.

Según Tapia (1995), en la variable número de espigas/m², en la muestra del

tratamiento con Urea más Biol al 25% obtuvo el mayor número de espigas/m², con un valor de 583 espigas/m² y un valor de 407 espigas/m² con Biol al 75%.

Por otro lado, Condori (2005), en la adaptación de 15 variedades, obtuvo valores promedios de 148 espigas/m² en la localidad de Charazani, seguida por la localidad de Chuma con 137 espigas/m² y Mocomoco con 126 espigas por metro cuadrado. Dentro de estas se tiene como variedades con el mayor número de espigas/m² a: Tarata, Tepoca y Kite con 167, 152 y 154 espigas/m² respectivamente y las variedades Azubi, Waylla y Riera con 113, 119 y 121 espigas/m² respectivamente, como los más bajos promedios.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se lograron valores no tan inferiores, además de que la investigación se realizó sin tratamientos foliares ni riego, sin embargo, los valores que obtuvimos están en los parámetros razonables en las investigaciones realizadas por otros autores.

6.3.3. Numero de granos por espiga

El análisis de varianza de la (tabla 21), de la variable número de granos por espiga no hay diferencias significativas en los análisis por comunidades y ecotipos.

El coeficiente de variación es de 24,91% valor que determina la confiabilidad de datos.

Tabla 21. Análisis de varianza correspondiente a la variable número de granos por espiga

<u>F.V.</u>	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Comunidad	470,63	4	117,66	1,05	0,4389	ns
Ecotipo	170,65	4	42,66	0,38	0,8163	ns
<u>Error</u>	895,17	8	111,9			
Total	1536,45	16				
CV	24,91					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

De acuerdo a los resultados del análisis de medias Duncan (0,05), que se observa en la (tabla 22), tanto en el estudio por comunidades y ecotipos de trigo estadísticamente no son similares, sino que existe variación entre comunidades y ecotipos de trigo.

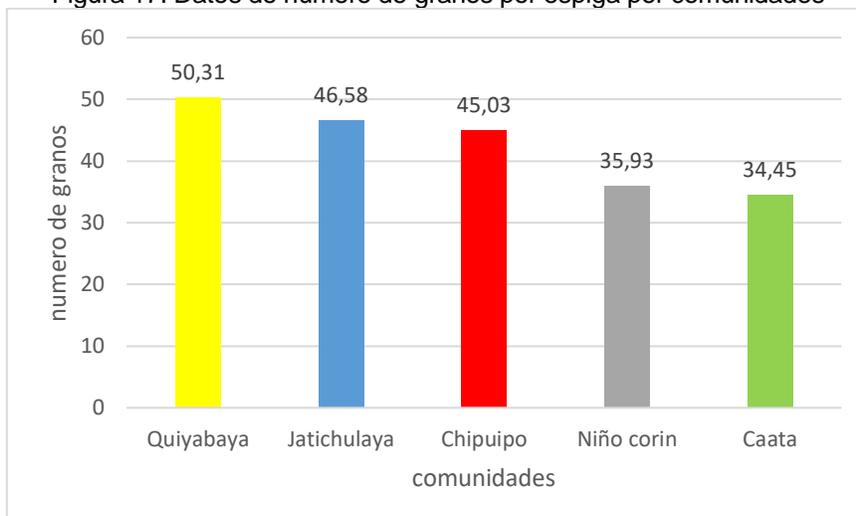
Tabla 22. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable número de granos por espiga

Comunidad	Medias	n	E.E.	DUNCAN 0,05
Quiyabaya	50,31	3	6,48	A
Jatichulaya	46,58	4	5,29	A
Chipuipo	45,03	3	6,48	A
Niño corin	35,93	3	6,48	A
<u>Caata</u>	34,45	4	6,11	A
<u>Ecotipo</u>	Medias	n	E.E.	
Arrocillo	51,9	1	10,58	A
Yuraj muru	50,2	1	10,58	A
Chujchayuj	42,72	10	3,5	A
Azul muru	40	3	6,11	A
Ichilo	36,1	1	10,58	A
<u>Motacu</u>	28,9	1	10,58	A

Fuente: Elaboración en base a datos registrados en la investigación

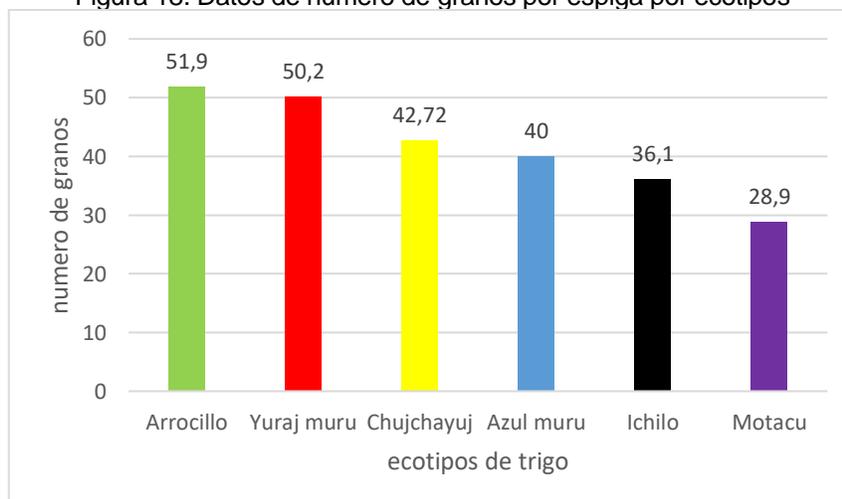
Realizando el análisis de número de granos por espiga por comunidades que se muestra en la (figura 17), podemos observar que la comunidad de Quiyabaya lleva el primer lugar con una media de 50,31 granos por espiga, seguido por la comunidad de Jatichulaya con 46,58 granos por espiga, y con el menor número de granos por espiga es la comunidad de Caata con una media de 34,45 granos por espiga de trigo.

Figura 17. Datos de numero de granos por espiga por comunidades



En el análisis de medias por ecotipo representados en la (figura 18), nos muestra que el ecotipo Yuraj Muru esta con una media de 51,9 granos por espiga, seguido por el ecotipo Arrocillo con 50,2 granos por espiga y con el menor número de granos por espiga es el ecotipo Motacu con 28,9 granos.

Figura 18. Datos de numero de granos por espiga por ecotipos



Según Soldano, 1985. La variabilidad obtenida en la evaluación del número de granos por espiga, permite atribuirle al potencial genético de las variedades o ecotipos evaluadas y a las respuestas de las mismas a las condiciones del medio ambiente durante la antesis y la fecundación. La inadecuada humedad es uno de los factores limitantes, puesto que una baja humedad durante la floración y fructificación incide

negativamente, disminuyendo la formación de granos.

Al respecto Ochoa (2002), menciona que las variedades en estudio presentaron diferentes respuestas en ambas comunidades, donde las variedades Tepoca, Riera y Roller con 42, 41,5 y 41 granos/espiga respectivamente, son las de mayor promedio y Totorá, Toralapeño y Waylla con 33, 33 y 34 granos/espiga respectivamente con menos granos/espiga.

Así mismo Condori (2005), en la variable número de granos por espiga, obtuvo un promedio mayor en la localidad de Mocomoco con 42 granos/espiga, seguido por Charazani y Chuma con 36 granos/espiga. Dentro de estas se encuentran variedades que presentan un número mayor de granos/espigas como ser: Dove, Azubi, Redención, y Roller con 44, 41, 41 y 40 granos/espiga respectivamente; entre las variedades que presentaron un menor número de granos/espiga se tiene a: Tarata (con 34 granos/espiga), Vee, Kite y Testigo con 36 granos/espiga respectivamente.

Por otro lado, Gutiérrez (2015), obtuvo un promedio de 42 granos/espiga, con un máximo de 70 granos/espiga y como mínimo 21 granos/espiga.

6.3.4. Longitud de espiga (cm)

En la (tabla 23), se puede apreciar el análisis de varianza de la variable longitud de espiga por comunidades y ecotipos, presentan diferencias altamente significativas en ambas.

Se tiene un coeficiente de variación de 9,22% lo que indica que los datos manejados en la respectiva investigación son confiables por estar en los rangos de ensayo en campo.

Tabla 23. Análisis de varianza correspondiente a la variable longitud de espigas de ecotipos de trigo

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	43,9	4	10,98	12,86	<0,0001	**
Ecotipo	58,45	4	14,61	17,12	<0,0001	**
Error	35,85	42	0,85			
Total	138,2	50				
CV	9,22					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

La prueba de comparación de medias de Duncan $\alpha=0,05$ de la (tabla 24) Nos permite apreciar que en el estudio tanto por comunidades y ecotipos existen diferencias estadísticas.

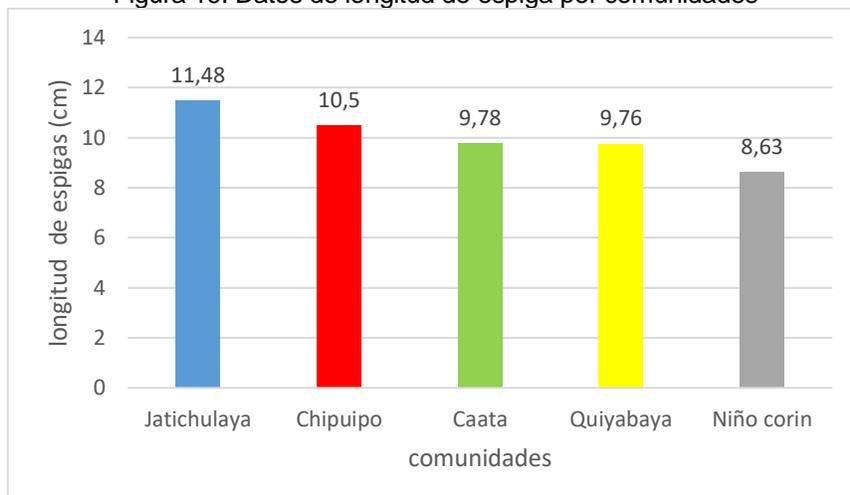
Tabla 24. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable longitud de espiga de ecotipos de trigo

Comunidad	Medias	n	E.E.	duncan (0,05)	
Jatichulaya	11,48	12	0,27	A	
Chipuipo	10,5	9	0,33	B	
Caata	9,78	12	0,31	B	
Quiabaya	9,76	9	0,33	B	
Niño corin	8,63	9	0,33	C	
Ecotipo	Medias	n	E.E.		
Yuraj muru	12,8	3	0,53	A	
Motacu	10,1	3	0,53	B	
Chujchayuj	9,92	30	0,18	B	
Azul muru	9,46	9	0,31	B	C
Ichilo	8,4	3	0,53		C
Arrocillo	8,4	3	0,53		C

Fuente: Elaboración en base a datos registrados en la investigación

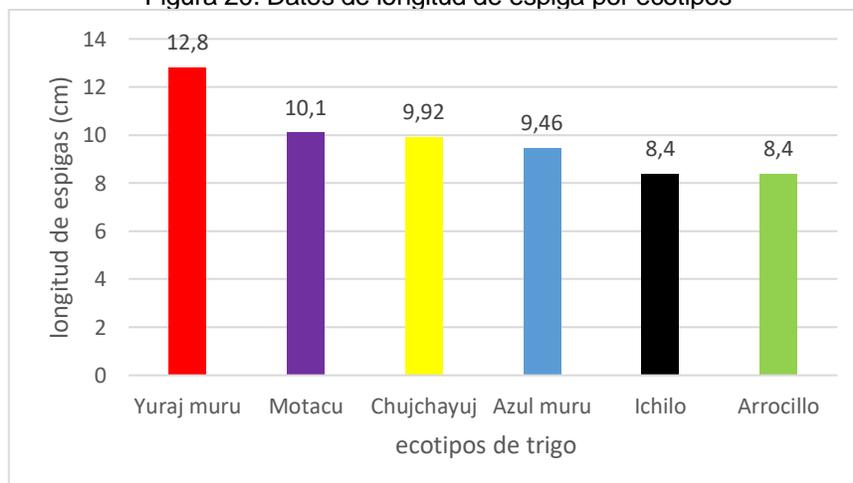
Realizando el análisis de prueba de medias por comunidades en la variable longitud de espiga se puede observar en la (figura19), que la comunidad de Jatichulaya obtiene mayor longitud de espiga con una media de 11,48 centímetros, seguido por la comunidad de Chipuipo con 10,5 centímetros de longitud de espiga y con en menor promedio es la comunidad de Niño corin con 8,63 centímetros de longitud de espiga de trigo.

Figura 19. Datos de longitud de espiga por comunidades



Por otro lado, realizando el análisis de medias por ecotipos los resultados son diferentes donde se puede observar en la (figura 20), que el ecotipo Yuraj muru tiene el mayor promedio en longitud de espiga con 12,8 centímetros, como segundo está el ecotipo Motacu con 10,1 centímetros y con el menor promedio está el ecotipo Arrocillo con 8,4 centímetros de longitud de espiga.

Figura 20. Datos de longitud de espiga por ecotipos



Al respecto Juárez (2011), en el comportamiento agronómico de tres variedades de trigo bajo tres densidades de siembra en cabeceras de valle, indica que la variedad Gaucho tuvo mayor longitud de espiga de 8,9 cm, siendo superior hasta en un centímetro comparando con el testigo Redención con 7,9 cm y con 8,1 cm la

variedad Elite.

Así mismo Condori (2005), en la adaptación de 15 variedades de trigo en valles interandinos en tres localidades, logró registrar una longitud promedio mayor en Mocomoco y Charazani con 8 cm y Chuma con 7 centímetros. Dentro de estas variedades que presenten una mayor longitud de espiga a: Riera con 9 cm, Walla y Azubi con 8 cm; entre las variedades que presentaron una menor longitud de espigase encuentran: Toralapeño, Vee, Barja y Testigo con 7 cm respectivamente. Según se ha visto en la investigación, se logró longitudes de 12,66 cm, superando a otras investigaciones realizadas en cabeceras de valle.

Al respecto Mamani (1999), en la localidad de Puerto Pérez mostró el mayor promedio de 10,50 cm, segundo de Caracollo con 9,60 cm y Patacamaya con 8,84 cm, mientras que la localidad de Ancoraimes presento el promedio de 8,01 cm considerando el más bajo. La variedad Roller exhibe el promedio de localidades más alto con 10,52 cm, seguido de la variedad Redención con 10,49 cm y Esperanza con 10,44 cm, por otra parte la variedad IBTA – Barja presento el valor de 7,95 cm como el más bajo.

Por otro lado Calle (2015), en los avances de selección y difusión de trigos biofortificados en la zona andina, obtuvo una media de longitud de espiga de 8,32cm, la máxima longitud fue de 12 cm y 6,4 cm como mínima longitud alcanzada. Las líneas de trigo evaluadas en condiciones del altiplano se lograron superar por seis milímetros a este autor que menciona que logró una longitud máxima de 12 cm con respecto a nuestra investigación de 12,66 cm siendo la longitud máxima.

6.3.5. Peso de mil granos (gr)

El peso de mil granos es muy importante ya que si este presenta un alto valor la cantidad y calidad de harina es mayor, el dato de peso de mil granos es usado por las industrias harineras.

Él la (tabla 25) de análisis de varianza del peso de mil granos detalla que hay una diferencia altamente significativa entre comunidades y ecotipos, indicando que todos los ecotipos de trigo presentan variabilidad en cuanto al peso, esto se debe a que los granos de los diferentes ecotipos no presentan la misma forma ni tamaño.

El coeficiente de variabilidad fue 4,18% lo cual hace que nuestra investigación sea confiable

Tabla 25. Análisis de varianza para el peso de 1000 granos de trigo (*Triticum ssp*) de diferentes ecotipos

F.V.	SC	GL	CM	F	p- valor	Sig.
Comunidad	904,24	4	226,06	46,79	<0,0001	**
Ecotipo	202,59	4	50,65	10,48	<0,0001	**
Error	202,92	42	4,83			
Total	1309,75	50				
CV	4,18					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

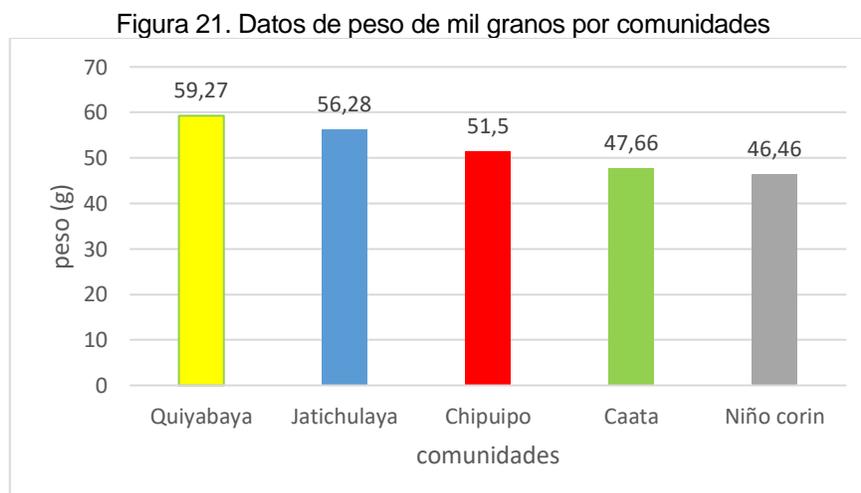
Así mismo en la (Tabla 26), se plantea la prueba de comparación múltiple de Duncan $\alpha = 0,05$ de probabilidad, el cual permite apreciar la diferencia entre ecotipos en peso de 1000 granos.

Tabla 26. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable peso de 1000 granos por comunidades y ecotipos de trigo

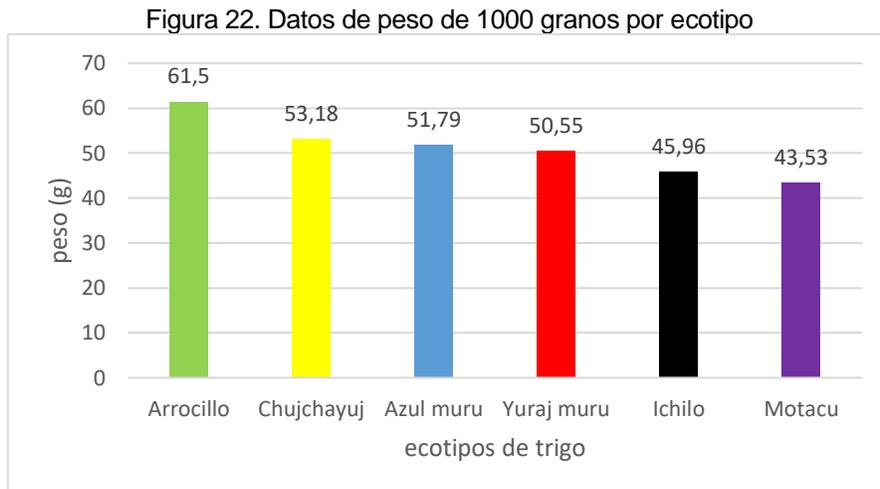
Comunidad	Medias	n	E.E.	DUNCAN (0,05)
Quiabaya	59,27	9	0,78	A
Jatichulaya	56,28	12	0,63	B
Chipuipo	51,5	9	0,78	C
Caata	47,66	12	0,73	D
Niño Corín	46,46	9	0,78	D
Ecotipo	Medias	n	E.E.	
Arrocillo	61,5	3	1,27	A
Chujchayuj	53,18	30	0,42	B
Azul Muru	51,79	9	0,73	B
Yuraj Muru	50,55	3	1,27	B
Ichilo	45,96	3	1,27	C
Motacu	43,53	3	1,27	C

Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

Realizando el análisis de medias por comunidades podemos describir los resultados que se presentan en la (figura 21), donde la comunidad de Quiabaya presenta una media de 59,27 g en peso de 1000 granos, seguido de la comunidad de Jatichilaya con 56,28 g de peso de 1000 granos y con el menor valor queda la comunidad de Niño corin con una media de 46,46 g en peso de 1000 granos de trigo.



Por otro lado, realizando el análisis por ecotipos que se detalla en la (figura 22), podemos ver que el ecotipo Arrocillo presenta el mayor promedio en peso de 1000 granos con un valor de 61,5 g y seguido por Chujchayuj con 53,18 g, y con el más mínimo valor en el ecotipo Motacú con 43,53 g de peso.



Ochoa (2002), logró promedios de 40 y 44 g en las comunidades de Micaya y Yamora respectivamente, dentro de las cuales la variedad Azubi y Waylla con 49 y 45 g, fueron los promedios más altos y con 37, 37, y 38 g en las variedades Pilancho, Testigo y Riera como los pesos más bajos en esta variable de peso de 1000 granos.

Al respecto Abbate (2005), investigó ampliamente esta característica y concluyó que hay varios factores que pueden afectar el peso de los granos, pero el más importante durante el llenado es la temperatura. Además, las limitantes hídricas durante el llenado del grano reducen la eficiencia de conversión de la radiación interceptada, esto determina un menor crecimiento del cultivo, que afecta más al peso de 1000 granos. Las sequias durante el llenado de grano son frecuentes y están acompañadas de altas temperaturas, por lo que los efectos se confunden.

Así mismo Silva (2015), menciona el peso de 1000 granos es una variable que contribuye en la productividad, logrando un promedio de 38,33 g, expresando una amplia variación de una máxima de 48 g y 34 g como mínimo en esta variable del peso de mil granos.

Por otro lado, Juárez (2011), menciona que en una siembra tardía origina un periodo de crecimiento menor, ya que se somete al cultivo a condiciones de mayor temperatura y mayor fotoperiodo, y como consecuencia el rendimiento potencial del grano disminuye. De acuerdo a las características de la semilla proveídas por el Prosedem, las condiciones climáticas para la variedad Elite no fueron favorables para la variable peso de 1000 semillas, originalmente el cultivar debería presentar un peso entre 40 a 42 g, pero en los resultados en campo solo obtuvo un promedio de 33 g en 1000 granos.

Wallpa (2016) menciona en su tesis que se puede obtener mayor peso con abonos orgánicos y la suministración de riego tecnificados donde obtuvo el mayor peso de 1000 granos que registró en el tratamiento T5 (3083-29) con 55,23 g, por lo que se puede suponer que el alto peso registrado se debió al mayor diámetro de grano, el menor promedio se presentó en el tratamiento T7 (3084-29) con 34,53 g, esto indica que con la aplicación de abonado líquido orgánico (biol bovino) y el riego complementario durante el desarrollo del cultivo hizo efectos significativos.

6.3.6. Peso hectolítrico (HI/kg)

El peso hectolítrico es una de las variables empleadas, para conocer las líneas o ecotipos sobresalientes en cuanto al rendimiento, con el fin de obtener harina de trigo de buena cantidad y calidad.

En la (Tabla 27), se muestra el respectivo análisis de varianza para la variable peso hectolítrico, donde determinó resultados altamente significativos entre comunidades y ecotipos, lo que refleja las diferencias genéticas y fisiológicas de las diferentes ecotipos.

El coeficiente de variación para el peso hectolítrico fue de 2,13 %, lo que indica que está ubicado dentro de los rangos de las investigaciones agrícolas en campo.

Tabla 27. Análisis de varianza correspondiente a la variable peso hectolítrico(kg/hl)

<u>F.V.</u>	SC	GL	CM	F	p-valor	sig
Ecotipo	283,28	5	56,66	21,28	<0,0001	**
Comunidad	257,76	3	85,92	32,27	<0,0001	**
Error	111,83	42	2,66			
Total	652,87	50				
CV	2,13					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio
CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

Por otro lado, realizando el análisis de medias entre comunidades y ecotipos podemos observar en la (tabla 28), que hay diferencias estadísticas tanto en el estudio por comunidades y ecotipos de trigo.

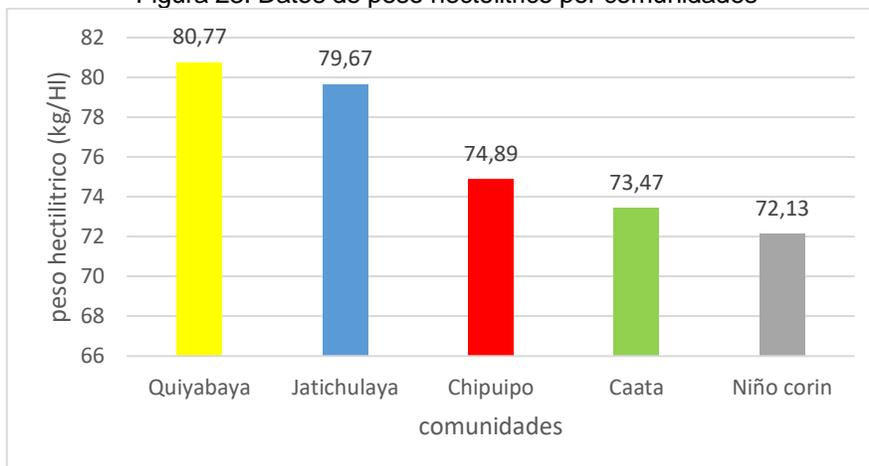
Tabla 28. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable peso hectolítrico kg/Hl por comunidades y ecotipos de trigo

<u>Comunidad</u>	Medias	n	E.E.	DUNCAN (0,05)	
Quiyabaya	80,77	9	0,58	A	
Jatichulaya	79,67	12	0,47	A	
Chipuipo	74,89	9	0,58	B	
Caata	73,47	12	0,54	B	C
<u>Niño corin</u>	72,13	9	0,58		C
<u>Ecotipo</u>	Medias	n	E.E.		
Arrocillo	81,83	3	0,94	A	
Chujchayuj	76,86	30	0,31	B	
Azul muru	75,73	9	0,54	B	C
Yuraj muru	74,22	3	0,94		C
Ichilo	71,75	3	0,94		D
<u>Motacu</u>	71,22	3	0,94		D

Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

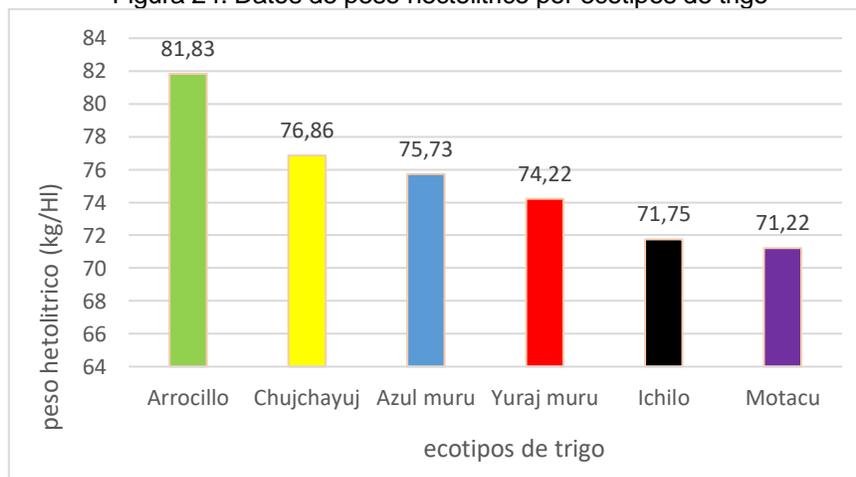
Haciendo el análisis de medias a nivel de comunidades (figura 23), encontramos que la comunidad de Quiabaya obtiene un mayor promedio con 80,77 kg/Hl de peso hectolítrico, seguido por la comunidad de Jatichilaya con 79,67 kg/Hl y con el menor valor queda la comunidad de Niño Corin con un promedio de 72,13 kg/Hl de peso hectolítrico.

Figura 23. Datos de peso hectolitrico por comunidades



Por otro lado, en el análisis por ecotipos de trigo (figura 24), tenemos los siguientes resultados: con el mayor promedio esta el ecotipo arrocillo con 81,83 g de peso hectolitrico seguido por Chujchayuj con 76,86 kg/Hl y con el menor valor el ecotipo motacú con 71,22 kg/Hl de peso hectolitrico.

Figura 24. Datos de peso hectolitrico por ecotipos de trigo



Teniendo todos estos resultados podemos decir que todos son granos de calidad que son aptas para empresas harineras ya que según norma el peso hectolitrico deberá ser mayor a 70 kg/Hl en peso hectolitrico.

Los ecotipos evaluados mostraron superioridad en cuanto a este porcentaje exigido por la industria molinera en la investigación realizada en el municipio de Charazani

ya que esta evaluación fue influenciada directamente por las condiciones adversas del clima.

Wallpa (2017) en la investigación de líneas de trigo en la Estación Experimental de Choquenaira obtuvo los siguientes datos: el mayor peso hectolítrico en los tratamientos T9 (310-20) y T12 (349-19) con 86,39 kg/Hl y 86,04 kg/Hl respectivamente y el tratamiento T2 (325-19) presenta menor peso hectolítrico de 69,68 kg/Hl.

Silva (2015), en la variable de peso hectolítrico, logró un promedio de 76,26 kg/hl, presentando una máxima de 78,59 kg/hl y un mínimo de 71,23 kg/hl mostrando una amplia variación entre las variedades de trigo harinero. Los resultados logrados en la investigación superan estos valores y se puede atribuir que los datos son adecuados para obtener una mayor cantidad de harina.

Por otro lado, Juárez (2013), menciona que las empresas molineras presentan un estándar de 75 kg/hl, en la que destaca la variedad Elite con 79,7 kg/hl, según la interpretación de esta variable, el peso hectolítrico es reflejo del tamaño del grano, es decir, granos más pequeños y uniformes tendrán mayor peso hectolítrico y producirán mayor cantidad de harina. La variedad Redención alcanzó 76,7 kg/hl con mayor tamaño de grano.

De la misma manera Ochoa (2002) y Mamani (1999), indican que la mayoría de las variedades evaluadas, se encuentran con pesos hectolítricos por debajo de los 78 kg/hl, entre las variedades evaluadas por Ochoa solamente la variedad Pilancho con 77 kg/hl se aproximan a las exigencias de la industria harinera

Al respecto Condori (2005), en el registro del peso hectolítrico de cada una de las variedades en las tres localidades, donde obtuvo el mayor promedio en las localidades de Mocomoco y Charazani con 82 kg/hl, seguido con 75 kg/hl en la localidad de Chuma. Dentro de estas se encuentran variedades que presentan un peso hectolítrico mayor como ser: Waylla y Maya (con 81 kg/hl), Bajra y Redención

con 80 kg/hl respectivamente; entre las variedades que presentaron un menor peso hectolítrico se tiene a: Testigo y Roller con 77 y 78 kg/hl respectivamente.

6.3.7. rendimiento de grano (ton/ha)

Para la variable rendimiento se ha realizado el respectivo análisis de varianza el cual se demuestra en la (tabla 29).

Analizando el ANVA tanto por comunidades y ecotipos de trigo presenta diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación es de 7,97%, que nos indica que la investigación fue manejada correctamente.

Tabla 29. Análisis de varianza correspondiente a la variable rendimiento de grano por ecotipos de trigo

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	Sig.
Comunidad	147569,37	4	36892,34	44,39	<0,0001	**
Ecotipo	37026,03	4	9256,51	11,14	<0,0001	**
Error	34909,23	42	831,17			
Total	219504,64	50				
CV	7,97					

F. V.= Fuente de variación GL = Grados de libertad SC = Suma de cuadrados CM = Cuadrado medio CV% = Coeficiente de variación NS= No significativo * = significativo ** = altamente significativo.

Las pruebas de medias de la variable rendimiento de grano analizada por comunidades y ecotipos se presenta en la (tabla 30), a un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ muestra que estadísticamente no son similares en ambos análisis.

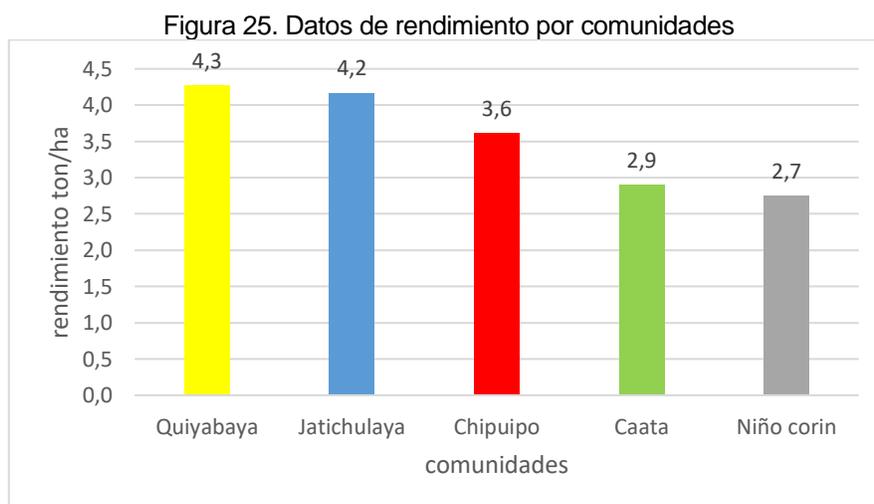
Así mismo en la (tabla 30), Podemos observar la media de los rendimientos de grano convertidas en toneladas/hectárea.

Tabla 30. Prueba Duncan ($\alpha=0,05$) para la variable rendimiento de grano por ecotipos

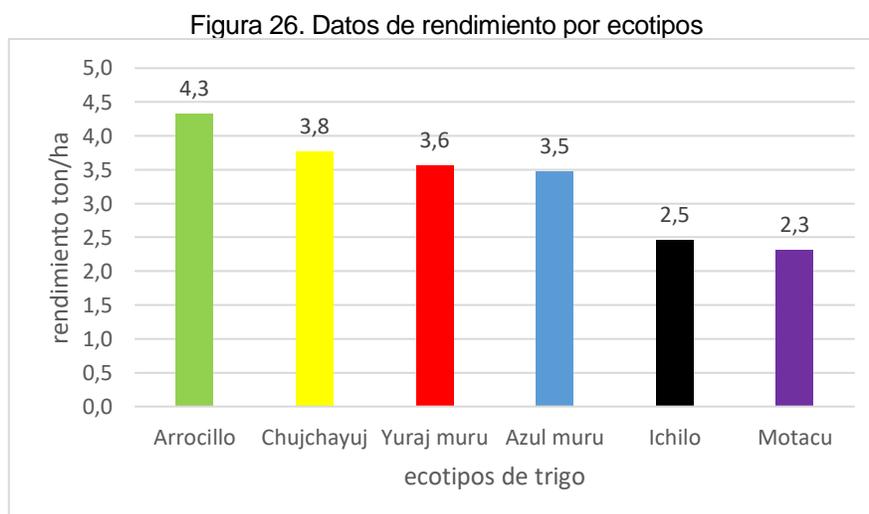
Comunidad	Medias	n	E.E.	DUNCAN	
				(0,05)	ton/ha
Quiabaya	426,43	9	10,19	A	4,3
Jatichulaya	416,08	12	8,32	A	4,2
Chipuipo	360,99	9	10,19	B	3,6
Caata	289,46	12	9,61	C	2,9
Niño corin	274,6	9	10,19	C	2,7
Ecotipo	Medias	n	E.E.		
Arrocillo	432,23	3	16,65	A	4,3
Chujchayuj	376,65	30	5,5	B	3,8
Yuraj muru	355,8	3	16,65	B	3,6
Azul muru	346,96	9	9,61	B	3,5
Ichilo	245,47	3	16,65	C	2,5
Motacu	231,97	3	16,65	C	2,3

Fuente: Elaboración propia en base a datos registrados en la investigación

Realizando el análisis del rendimiento de grano a nivel de comunidades tenemos los siguientes resultados que se presentan en la (figura 25), donde la comunidad de Quiabaya obtiene el mayor rendimiento con un promedio de 4,3 toneladas/hectárea, seguido por la comunidad de Jatichulaya con 4,2 tonelada/hectárea y con el menor rendimiento es la comunidad de Niño corin con 2,7 toneladas/hectáreas de grano de trigo.



En el análisis de rendimiento por ecotipos de trigo que se puede observar en la (figura 26), que el ecotipo Arrocillo tiene el más alto rendimiento con 4,3 toneladas/hectárea seguido por el ecotipo Chujchayuj con un rendimiento promedio de 3,8 toneladas/hectárea, sin embargo, en ecotipo con menor rendimiento es Motacu con 2,3 toneladas/hectárea.



Al respecto Juárez (2013), indica que los rendimientos más elevados fueron generados con la variedad Gaucho, obteniéndose aproximadamente 1,9 ton/ha (1900 kg/ha), mientras que con las variedades Testigo, Redención y Elite se obtuvieron 1,8y 1,3 ton/ha (1800 y 1300 kg/ha) respectivamente. Aunque Elite fue una de las variedades con elevado número de granos por espiga, los granos no estuvieron bien desarrollados, es decir que presentaban menor peso y tamaño.

De la misma manera Ochoa (2002), menciona que se encontraron diferentes tipos de respuestas a la población según el cultivar y descubriendo que después de superar la densidad óptima los cultivares no respondieron al incremento de la población manteniendo constante el rendimiento. Así mismo, muestran incrementos en el rendimiento por aumentos en la población, pero estos cesan con poblaciones iguales o superiores a la densidad óptima del cultivar.

Mientras que Gutiérrez (2015), al evaluar 15 cultivares de trigo duro durante dos campañas agrícolas en nueve localidades a nivel nacional, se observa que el rendimiento tiene una media de 2050 kg/ha, con un mínimo de 350 kg/ha y 4096 kg/ha como máximo. Además, identifico que la línea 720 de trigo duro registra el mayor rendimiento con 2256 kg/ha, dentro de los rendimientos más altos también se encuentran las líneas 741, 736, 714 y 737 con rendimientos de 2204, 2189, 2180 y 2155 kg/ha respectivamente; mientras que el testigo variedad México registro el rendimiento más bajo 1709 kg/ha lo que demuestra que las líneas de trigo expresaron mejor su potencial genético.

Por otro lado, Espindola (2002), indica que el rendimiento en grano tiene mucha importancia ya que determina los ingresos totales del productor. En el rendimiento influyen todas las condiciones ambientales que afecten al crecimiento de la planta así como la herencia de la misma. La capacidad intrínseca de rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta, como el macollamiento, la longitud y densidad de espigas, el número de granos por espiguilla o el tamaño del grano, sin embargo, ninguno de estos componentes físicos puede considerarse como índice de rendimiento. El rendimiento de una variedad se mide en kg o en hectolitros por hectárea. Mientras que Millares y Gonzales (2008), sostienen que el número de granos es el componente principal de las variaciones en el rendimiento; del número de espigas por metro cuadrado y de granos por espiga surgirá el número de granos por unidad de área.

Así mismo Silva (2015), obtiene en la variable rendimiento un promedio alcanzado de 1449 kg/ha, presentando un máximo de 2995 y un mínimo de 790 kg/ha, mostrando una amplia variación entre las variedades de trigo harinero. Según Duncan, el rendimiento formo cinco grupos, el primero fue la variedad Anzaldo con un rendimiento promedio de 2445 kg/ha, el segundo conformada por la variedad Chulchuncaneño con 2138 kg/ha, el tercero agrupada por las variedades Tiraque y Redención con rendimientos de 1600 y 1469 kg/ha, estas variedades citadas anteriormente tienen rendimientos más sobresalientes, en relación a las demás

variedades como Totorá, Centenario, Americano Charcas, Tepoca y Yampara que tienen rendimientos por debajo a 1400 kg/ha, los cuales muestran respuestas no muy favorables a las condiciones del altiplano.

De manera semejante Marza (2014), sustenta que del ranking elaborado de los primeros 15 líneas (L-1175, L-1018, L-1005, L-1073, L-1151, L-1107, L-1228, L-1197, L-1219, L-1186, L-1201, L-1112, L-1211, L-1050 y L-1168) de trigo harinero de 350 líneas, se infiere que existen líneas bastante satisfactorias para términos de rendimientos, que los 15 superan los 2000 kg/ha sobre pasando incluso al testigo utilizado en el ensayo que fue la variedad Tepoca T-89, que reporta un promedio de 1180 kilogramos por hectárea.

Huallpa (2016) en su tesis realizado en Choquenaira obtuvo un alto rendimiento en el tratamiento T9 (310-20) con 6339,30 kg/ha y en los tratamientos T4 (304-20), T11 (325-20) y T7 (3084-29) presentan valores de 2906,30, 980,70 y 972,60 kg/ha mostrando un bajo rendimiento dentro de la investigación. Se pudo llegar a obtener buenos rendimientos en todas las líneas, pero el descenso brusco de temperatura por debajo de los 0 °C (Mayo), impidió completar el desarrollo fisiológico en algunas líneas.

7. CONCLUSIONES

- En relación a las características físicas del grano de trigo se determinó que los ecotipos de trigo tanto en diámetro y longitud están con valores estándar y los mejores resultados son los ecotipos arrocillo, Chujchayuj y Yuraj Muru.
- Respecto a las características agronómicas, Nro. De macollos por planta, Nro. de espigas, longitud de espigas, Nro. de granos/espiga. Los resultados más sobresalientes fueron de las comunidades de Quiyabaya, Jatichulaya y Chipuipo y por ecotipos los más sobresalientes son: Arrocillo, Chujchayuj, Yuraj Muru, Azul Muru y Motacu.
- En las variables de peso de 1000 granos y peso hectolitrico realizado el estudio por comunidades y ecotipos con los mejores resultados son de las comunidades de Quiyabaya, Jatichulaya y Chupuipo sin embargo respecto a ecotipos los mejores resultados están en Arrocillo, Chujchayuj y Yuraj muru.
También podemos decir que en estas dos variables todos los ecotipos están en los rangos y estándares que las empresas harineras manejan como base para determinar la calidad del grano de trigo para la harina.
- Por otro lado, también se identificó las comunidades con mayor rendimiento en grano de trigo que son: Quiabaya Jatichulaya y Chipuipo y en cuanto al análisis por ecotipos los que obtuvieron resultados más representativos con: Arrocillo, Chujchayuj y Yuraj Muru.
- En cuanto al tema fundamental del proyecto que es adaptación al cambio climático el Ecotipo Chujchayuj tubo presencia en la mayoría de las comunidades entonces podemos decir que este ecotipo es el que mejor se a adaptado al lugar manteniendo su permanencia y adaptándose de la mejor manera a los cambios constantes del clima y manteniéndose como uno de los ecotipos con mejores características agronómicas y altos en rendimiento de trigo.

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:

- Realizar la prueba de durometria del grano de trigo de los diferentes ecotipos ya que se trata de un trigo que contiene menor cantidad de gluten.
- Realizar la prueba de germinación de los diferentes ecotipos de trigo y realizar la siembra con medidas en densidad de siembra y en un área específica donde se tenga mayor control de malezas y enfermedades.
- Se recomienda sembrar el cultivo con biofertilizantes para ver si los rendimientos aumentan.
- Se debería realizar trabajos de investigación comparando las aplicaciones de biol en la parte vegetativa y en el nivel del suelo.
- Validar los ecotipos de trigo identificados ya que estas semillas han generado potencialidades genéticas adaptándose al sector, y que las mismas puedan ser replicadas en otros valles de Bolivia.
- Poder intentar la adaptación de la semilla de los ecotipos de trigo en temperaturas bajas como el altiplano del departamento de La Paz.
- Realizar el análisis económico en todas las actividades del productor desde la siembra hasta el destino final de la harina de los ecotipos de trigo para que de esa forma poder plantear un precio justo.

9. BIBLIOGRAFIA

AAPROTRIGO (Asociación Argentina PRO Trigo), 2004. Calidad de Trigos argentinos, Posible clasificación. Boletín 4. 2004.

ABBATE, P. 2005. Eco fisiología del trigo: Aspectos prácticos para el manejo del cultivo. INTA Balcarce. Buenos Aires — Argentina. 256 p.

AGRI-NOVA (2009), Productos para la agricultura, www.agri-nova.com visto abril 2016.

AGUILAR, M., (2011) Selección de líneas elite de trigo con tolerancia a sequia a través de su respuesta fisiológica con polietilen-glicol. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buena vista México.

ANAPO – CIAT, (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo – Centro de Investigaciones Agrícola Tropical). 2007. Recomendaciones técnicas. Santa Cruz – Bolivia. 48 p.

ANAPO (Asociación de Productores de Oleaginosas Trigo). 2004. Guía de recomendaciones técnicas del cultivo de trigo. PROTRIGO. CIAT. MACA. Santa Cruz — Bolivia. 73 p.

ANAPO (Asociación de Productores de Oleaginosas Trigo). 2008. Departamento Técnico y Servicios. Estadísticos de la evolución de la superficie, rendimiento, producción y precio del cultivo de trigo en Santa Cruz. Santa Cruz — Bolivia. pp. 15 — 20.

BADUI, S. (2013). Química de los alimentos quinta edición. Mexico: Pearson.

BETTER C., 1992. Estadios de crecimiento del cultivo de trigo, la identificación para un mejor manejo de los cultivos. (en línea). Consultado en abril 2017. Disponible en: <http://.googlr.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=Http://www.ipini.net/publication/>

ialacs.nsf/0/5c1e5e74ae5d78aa8525799c00558efb6/%24file/estadioFeekes.pdf

BNORCA (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad). 2004. Norma Boliviana 512 – Agua Potable Requisitos. La Paz – Bolivia. 16 p.

BROCKLEHURST PA. (1977). Factors controlling grain weight in wheat. Nature

CARRASCO, N.; BÁEZ, A. 2005. Trigo: Manual de campo. INTA EEA Integrada Barrow. Tres Arroyos – Buenos Aires – Argentina. 125 p.

CARRETERO, R.; SEGARRO, R.; MIRALLES, D. 2007. Las enfermedades foliares en el cultivo de Trigo. Universidad de Buenos Aires – Argentina. 125 p.

CESPEDES, (2004) informe Técnico ANMIN A.

CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia). 2006. Resultados de ensayos de fertilización química en el cultivo de trigo. Inv. /06. Santa Cruz – Bolivia. 20 p.

CEVALLOS, T. 2015. Trigo. Editorial Universitaria. UMSS – Cochabamba. – Bolivia. pp. 9- 11, 19 – 20.

CHIPANA, R. 2003. Principios de Riego y Drenaje IRTEC. 1ra. Ed. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 210 p.

CIAT – ANAPO, (Centro de Investigación Agrícola Tropical – Asociación de Productores Oleaginosas y Trigo). 2007. TRIGO Recomendaciones Técnicas. Santa Cruz – Bolivia. pp. 17 - 56.

CIMMYT (Centro Internacional de Maíz y Trigo, MX). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. México. pp. 36 – 37

CONDORI G., (2005) Adaptacion de 15 variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) en

los valles interandinos de la provincia Camacho, Bautista Saavedra y muñecas de La Paz. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UMSA Bolivia

DE LUCIA, M. ASSENNATO, D. (2003). La ingeniería en el desarrollo – Manejo y tratamiento de los granos en poscosecha. Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Desarrollo de Turismo del Municipio de Charazani.

ESPINDOLA, H. J. 2002. Estudio de componentes directos e indirectos del rendimiento en trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis Lic. Ing. Agr. U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia. 80 p.

ESTRADA, P. J. 2007. Guía para la elaboración de Biol. Proyecto agricultura urbana. Oruro. 26 p.

GUTIÉRREZ, I. M.; MARZA, F.; BUTRÓN, R.; QUISPE, F.; GUTIERREZ, G. INIAF (Programa Nacional de Trigo, Instituto de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2015. Evaluación de quince cultivares de trigo duro en condiciones semiáridas. Trigo generando tecnología de producción. Año 3, número 6, vol. 1. pp. 37 - 42.

HERBAS, (2008), El estado de situación del trigo en Bolivia y el contexto internacional CIPCA. (en línea). Consultado 25 de abril. 2017. Disponible en: <http://www.scribd.com/mobile/document/306657331/DT08-T.pdf>.

HUALLPA C. R. En su tesis titulado comportamiento agronomico de 11 líneas de trigo harinero (*triticum aestivum* L.), con la complementación de biol y riego por goteo en la estación experimental choquenaira, viacha – la paz, rendimientos de grano. Pg. 108.

IBCE (Instituto Boliviano de Comercio Exterior). 2011. Importaciones de trigo.

IBNORCA. 2006. Norma Boliviana NB 680. Harina y derivados – Harina de trigo – Requisitos. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad. 6 pág.

INIAF (instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2012. Plan de Implementación del Programa Nacional de Trigo del Instituto Nacional de innovación Agropecuario y Forestal. La Paz, Bolivia. 40 p.

INIAF (instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2013. Innovación Agropecuaria y Forestal en Bolivia Logros y Retos al 2013. La Paz – Bolivia. pp. 10 — 13

INIAF, (2016). Programa Nacional de Trigo - Instituto Nacional de innovación Agropecuaria y Forestal. Descriptores y cuadro de calificación de semilla de trigo. Artículo

INIAP, (2011). Programa de Cereales. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Ecuador, Quito.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, (2001). ubicación geográfica del municipio de Charazani.

Instituto Socioambiental Bolivia & Programa Nacional Biocultura, 2014

INTA. 2006. Resultado productivos y económicos de trigo con riego suplementario en un sistema directa continua. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. 30 p.

Juarez J. (2011) Comportamiento agronómico de tres variedades de trigo (*triticum aestivum* L.) bajo tres densidades de siembra en zona de cabecera de valle del departamento de La Paz. Tesis de grado. Facultad de agronomía UMSA. Bolivia

LOPEZ, E. M. 2000. Estudios de densidad de siembra y su influencia sobre componentes del rendimiento de trigo (*Triticum aestivum* L.). Tesis Lic. Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz — Bolivia. 45 p.

MAMANI, T. H. 1999. Evaluación de 15 variedades de trigo harinero (*Triticum*

aestivum L.) en el Altiplano Central y Norte de Bolivia. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA. La Paz – Bolivia. pp. 59 – 58

MARISCAL, G. 2007. Ecología Agraria. Ed. Salvata Barcelona – España. pp. 23 – 24.

MARZA, F.; BUTRON, R.; CANELAS, J.; HUALLPA, B.; TENORIO, J.; VILLEGAS, R.; GUTIÉRREZ, G. INIAF (Programa Nacional de Trigo, Instituto de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2014. Variabilidad en características de adaptabilidad de 350 líneas de trigo harinero en la localidad de Yuraj Molino. Investigación e innovación para la seguridad y soberanía alimentaria en Bolivia. Año 2, número 4, vol. 1. pp. 15 – 22.

MILLARES D.; ORTEGUI M.; SAVIN R. Producción de granos. UBA. 2013. (en línea). Consultado Febrero 2017. Disponible <http://www.fao.org>

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS (MDRYT). 2015. Política de desarrollo rural en Bolivia. Agricultura sostenible para la seguridad alimentaria. 6 p.

MOLLERICONA, P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada y foliar en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en la localidad de Okinawa Dos (CETABOL) Santa Cruz de la Sierra Bolivia. Tesis Lic. Ing. Agr. UMSA. La Paz – Bolivia. pp. 36 – 60.

MORA, F. F. M. 2011. Condiciones climáticas amenazan cosechas. Alerta de mercados, granos básicos. Sistema de información e inteligencia de mercados, Costa Rica. 10 p.

OCHOA, (2002) introducción de quince variedades (*Triticum aestivum* L.) en dos comunidades de la provincia inquisivi del departamento de La Paz. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. UMSA. Bolivia.

OCHOA, R.; PASCUALI, J.; QUINO, E. 2007. Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Carrera

Ingeniería Agronómica. La Paz – Bolivia. pp. 1 – 3.

PALACIO, C. 2006. Sanidad de cultivos. Informe técnico sanitario N° 3. SIEF. INTA Venado Tuerto. 29 p.

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE CHARAZANI (2004).

PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA PARA EL CULTIVO DE TRIGO (PROTRIGO), 2001. Memoria final de protrigo (1999-2001).

Proyecto de Investigaciones Agrarias (PIA) (Area Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba et al., 2004).

RIMACHE, M. 2008. Cultivo del Trigo, Cebada y Avena. 1ra Edición ISAGRAF. Perú. 10 p.

RODRIGUEZ, J. D. 2001. Fertilización de los cultivos. Ed. LOM. Santiago de Chile. 75 p.

ROJAS, F. 2014. Botánica Sistemática. Apuntes. Facultad de Agronomía – UMSA. La Paz – Bolivia.

SAGARPA. 2003. Programa de Investigación en Calidad de Trigo en el Instituto de Ciencias Agrícolas. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. pp. 1 – 2.

SALISBURY, F. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. Traducción México. pp. 92, 202.

SERNAP, Plan de Manejo ANMIN Apolobamba (2006).

SILVA, E.; MICHMA, R.; MARZA, F.; BUTRÓN, R.; QUISPE, F. INIAF (Programa Nacional de Trigo, Instituto de Innovación Agropecuaria y Forestal). 2015.

SOLDANO, O. 1985. El trigo. Editorial Albatros. Buenos Aires – Argentina. pp. 5 – 52.

TAPIA, J. J. 1995. Efecto del Biol, Agrispon y Urea, en la producción de semilla de trigo (Var. Totorá 80). Tesis Lic. Ing. Agr. UMSS. Cochabamba – Bolivia. pp. 53–57.

ANEXOS

Anexo 1 Tabla de datos obtenidos durante la investigación en características agronómicas de ecotipos de trigo

Codigo	Comunidad	Ecotipo	Parcela	Muestra	Rendimiento	nespigas	altura_espiga	peso_espiga	nmacollos	peso 1000 granos	peso hecto
M-2CRHCH	Chipuipo	Chujchayuj	1	1	360,1	365	6,2	2,3	16	52,96	76,22
M-2CRHCH	Chipuipo	Chujchayuj	1	2	357,5	371	7,4	1,98	17	53,64	75,94
M-2CRHCH	Chipuipo	Chujchayuj	1	3	401,6	360	6,8	2,1	15	52,31	75,73
M-1CEMCH	Chipuipo	Chujchayuj	2	1	358,9	271	10,1	1,5	15	52,36	75,21
M-1CEMCH	Chipuipo	Chujchayuj	2	2	356,7	279	9,5	2	17	51,86	75,36
M-1CEMCH	Chipuipo	Chujchayuj	2	3	362,3	282	9,2	1,8	14	51,54	74,91
M-1CPCYM	Chipuipo	Yuraj muru	3	1	359,3	376	12,8	2,1	15	50,62	74,51
M-1CPCYM	Chipuipo	Yuraj muru	3	2	361,4	381	13	2,4	13	50,72	74,03
M-1CPCYM	Chipuipo	Yuraj muru	3	3	346,7	373	12,6	2	11	50,32	74,12
M-3QFTCH	Quiyabaya	Chujchayuj	1	1	424,9	288	12,5	4	19	60,40	82,65
M-3QFTCH	Quiyabaya	Chujchayuj	1	2	452,6	296	12,7	3,6	22	59,63	81,63
M-3QFTCH	Quiyabaya	Chujchayuj	1	3	498,7	302	12,3	3,4	18	60,56	81,73
M-1QCTCH	Quiyabaya	Chujchayuj	2	1	382,8	249	9,5	2,1	16	54,36	77,67
M-1QCTCH	Quiyabaya	Chujchayuj	2	2	385,4	254	10,1	2	17	53,64	77,35
M-1QCTCH	Quiyabaya	Chujchayuj	2	3	379,3	261	9,6	1,7	18	53,60	77,23
M-2QMTAR	Quiyabaya	Arrocillo	3	1	432,9	304	8,2	2	20	60,14	82,56
M-2QMTAR	Quiyabaya	Arrocillo	3	2	428,6	296	8,6	1,8	21	62,45	81,27
M-2QMTAR	Quiyabaya	Arrocillo	3	3	435,2	310	8,4	1,9	17	61,92	81,66
M-3JATCH	Jatichulaya	Chujchayuj	1	1	359,3	312	12,1	3,5	17	55,86	79,05
M-3JATCH	Jatichulaya	Chujchayuj	1	2	432,9	285	12,5	3,7	19	54,30	78,83
M-3JATCH	Jatichulaya	Chujchayuj	1	3	421,8	288	11,8	3,2	16	54,15	78,74
M-2JHMCH	Jatichulaya	Chujchayuj	2	1	417,6	251	12,3	2,9	17	57,36	80,12
M-2JHMCH	Jatichulaya	Chujchayuj	2	2	422,6	263	12,5	3	19	56,50	79,75
M-2JHMCH	Jatichulaya	Chujchayuj	2	3	408,5	254	11,6	2,5	19	55,85	79,24
M-4JFSCH	Jatichulaya	Chujchayuj	3	1	419,5	238	10,3	2,18	19	59,63	81,64
M-4JFSCH	Jatichulaya	Chujchayuj	3	2	433,2	241	11,2	2,13	20	56,94	80,83
M-4JFSCH	Jatichulaya	Chujchayuj	3	3	436,1	253	10,6	1,7	18	58,03	80,22
M-1JMTCH	Jatichulaya	Chujchayuj	4	1	410,4	291	10,12	2,11	19	56,48	79,56
M-1JMTCH	Jatichulaya	Chujchayuj	4	2	428,7	287	11,5	2,5	18	55,86	79,15
M-1JMTCH	Jatichulaya	Chujchayuj	4	3	402,3	285	11,2	1,9	17	54,40	78,95
M-1NCATCH	Niño corin	Chujchayuj	1	1	320,3	329	8,6	2	15	45,63	71,69
M-1NCATCH	Niño corin	Chujchayuj	1	2	310,6	312	9,1	2,3	16	44,71	71,33
M-1NCATCH	Niño corin	Chujchayuj	1	3	315,3	321	8,8	1,8	14	43,92	71,81
M-1NCLVCH	Niño corin	Chujchayuj	2	1	270,6	219	8,9	2,3	13	48,94	73,75
M-1NCLVCH	Niño corin	Chujchayuj	2	2	295,3	226	9,2	2,1	12	50,16	73,56
M-1NCLVCH	Niño corin	Chujchayuj	2	3	310,3	214	8,6	1,9	14	48,37	72,92

M-1NCPQIC	Niño corin	Ichilo	3	1	240,3	272	8,2	2	13	45,58	71,36
M-1NCPQIC	Niño corin	Ichilo	3	2	245,3	256	8,6	2,3	10	46,37	72,72
M-1NCPQIC	Niño corin	Ichilo	3	3	250,8	293	8,4	2,1	11	45,94	71,17
M-1CAATAM	Caata	Azul muru	1	1	360,5	369	9,8	2,5	18	53,60	77,12
M-1CAATAM	Caata	Azul muru	1	2	380,8	327	10,1	2,8	16	53,27	76,83
M-1CAATAM	Caata	Azul muru	1	3	359,2	342	9,9	2,6	17	53,10	76,52
M-1CABGAM	Caata	Azul muru	2	1	376,7	280	9,3	2,4	17	55,20	78,45
M-1CABGAM	Caata	Azul muru	2	2	368,9	295	10,3	2,9	16	54,03	78,36
M-1CABGAM	Caata	Azul muru	2	3	402,5	275	9,2	3	19	53,40	77,82
M-1CAHEAM	Caata	Azul muru	3	1	295,8	223	8,6	1,8	12	48,30	72,45
M-1CAHEAM	Caata	Azul muru	3	2	286,9	228	8,9	2,1	14	47,82	72,14
M-1CAHEAM	Caata	Azul muru	3	3	291,3	214	9	2,3	10	47,38	71,89
M-1CATBMO	Caata	Motacu	4	1	232,9	337	10,2	3	11	42,71	71,98
M-1CATBMO	Caata	Motacu	4	2	228,7	321	9,6	2,5	9	44,26	70,56
M-1CATBMO	Caata	Motacu	4	3	234,3	348	10,5	2,1	10	43,62	71,11

anexo 2 Características físicas del grano de trigo por ecotipos

Ecotipos	Parcela	Muestra	num_granos_espiga	Grosor de grano	altura de grano	Peso de grano
Chujchayuj	1	1	47,50	3,80	6,55	0,0491
Chujchayuj	2	1	32,20	3,73	6,71	0,0495
Yuraj muru	3	1	50,20	3,912	6,78	0,0480
Chujchayuj	1	1	64,44	3,89	6,72	0,0530
Chujchayuj	2	1	33,00	3,78	6,41	0,0539
Arrocillo	3	1	51,90	3,70	6,274	0,0542
Chujchayuj	1	1	56,50	3,79	6,71	0,0480
Chujchayuj	2	1	48,70	3,65	6,33	0,0452
Chujchayuj	3	1	43,90	3,83	6,64	0,0515
Chujchayuj	4	1	37,20	3,79	6,57	0,0543
Chujchayuj	1	1	30,40	3,70	6,56	0,0439
Chujchayuj	2	1	41,10	3,85	6,61	0,0486
Ichilo	3	1	36,10	3,73	6,49	0,0458
Azul muru	1	1	42,80	3,87	6,64	0,0538
Azul muru	2	1	41,50	3,92	6,73	0,0493
Azul muru	3	1	35,70	3,78	6,59	0,0489
Motacu	4	1	28,90	3,75	6,85	0,0458

Anexo 3 Análisis de suelos de todas las parcelas muestreadas



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, AMBIENTAL Y ALIMENTOS

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROCESOS
QUÍMICOS



N° IIDEPROQ 007-2021

INFORME DE ANÁLISIS

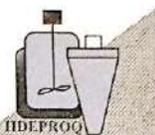
Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2 CAT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	44	Bouyoucos
	Limo	%	28	
	Arcilla	%	28	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,19	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,99	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,26	Potenciometría
	Materia orgánica	%	1,91	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,21	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	3,71	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGENICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Ángel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2MCPCH

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	40	Bouyoucos
	Limo	%	32	
	Arcilla	%	28	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,35	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,12	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,04	Potenciometría
	Materia orgánica	%	1,05	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,14	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	62,10	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTRÓPOGÉNICO DE SUELOS - IIDEPROQ



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

N° IIDEPROQ 009-2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1NCLV

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	47	Bouyoucos
	Limo	%	30	
	Arcilla	%	23	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,16	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,82	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,25	Potenciometría
	Materia orgánica	%	4,79	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,38	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	6,89	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGENICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1CAT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	34	Bouyoucos
	Limo	%	38	
	Arcilla	%	28	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,11	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,88	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,08	Potenciometría
	Materia orgánica	%	5,15	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,26	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	15,39	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MAM 30 ANTROPÓGENICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsables de análisis	ing. Miguel Ángel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-3QFT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	40	Bouyoucos
	Limo	%	38	
	Arcilla	%	22	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,32	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,02	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,06	Potenciometría
	Materia orgánica	%	3,95	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,23	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	22,77	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA I DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPÓGENICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



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

N° IIDEPROQ 012- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1CTB

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	48	Bouyoucos
	Limo	%	28	
	Arcilla	%	24	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa arenosa	-
	Densidad aparente	kg/m3	1,28	Probeta
	pH en H2O 1:2,5	-	6,82	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,04	Potenciometría
	Materia orgánica	%	2,82	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,17	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	58,21	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MAMEJO ANTROPGENICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



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

N° IIDEPROQ 013- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez Ph.D.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2NCAQ

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	45	Bouyoucos
	Limo	%	30	
	Arcilla	%	25	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,19	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,73	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,14	Potenciometría
	Materia orgánica	%	5,92	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,34	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	23,50	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez Mamani
Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA I DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOCÉNICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Honguira
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2CTB

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	47	Bouyoucos
	Limo	%	24	
	Arcilla	%	29	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa arenosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,32	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,13	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,05	Potenciometría
	Materia orgánica	%	1,70	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,15	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	32,62	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MAMANI ANTROGENICO DE SUELOS - IDEPROQ



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

N° IIDEPROQ 015- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2CRH

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	37	Bouyoucos
	Limo	%	36	
	Arcilla	%	27	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,16	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,60	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,11	Potenciometría
	Materia orgánica	%	1,06	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,25	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	26,79	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOMÓRFO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Bongurín
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1CEM

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	47	Bouyoucos
	Limo	%	26	
	Arcilla	%	27	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa arenosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,28	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,10	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,17	Potenciometría
	Materia orgánica	%	2,49	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,26	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	18,46	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGÉNICO DE SUELOS - IIDEPROQ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, AMBIENTAL Y ALIMENTOS

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



N° IIDEPROQ 017- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1QCT

RESULTADOS

	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	37	Bouyoucos
	Limo	%	34	
	Arcilla	%	29	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,22	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,49	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,09	Potenciometría
	Materia orgánica	%	4,35	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,27	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	4,10	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO NAMEYO ANTROPOGÉNECO DE SUELOS - IIDEPROQ



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS

N° IIDEPROQ 018- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2CBG

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	40	Bouyoucos
	Limo	%	28	
	Arcilla	%	32	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,25	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	5,42	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,05	Potenciometría
	Materia orgánica	%	3,46	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,19	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	10,62	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGENICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez Ph.D.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1CBG

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	34	Bouyoucos
	Limo	%	30	
	Arcilla	%	36	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,28	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	5,95	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	1,62	Potenciometría
	Materia orgánica	%	3,64	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,13	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	75,05	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTRÓPOGÉNICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2NCLV

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	42	Bouyoucos
	Limo	%	30	
	Arcilla	%	28	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,16	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,81	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,09	Potenciometría
	Materia orgánica	%	1,78	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,29	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	19,85	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGENICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1NCPCH

RESULTADOS

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	42
	Limo	%	31
	Arcilla	%	26
	Clase Textural	-	Franco
Densidad aparente	kg/m ³	1,39	Probeta
pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,06	Potenciometría
Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,03	Potenciometría
Materia orgánica	%	1,99	Walkley y Black
Nitrógeno total	%	0,10	Kjendahl
Fósforo disponible	ppm	56,69	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MAESTRO ANTROPOMORFICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1NCAQ

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	44	Bouyoucos
	Limo	%	32	
	Arcilla	%	24	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,11	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	6,69	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,09	Potenciometría
	Materia orgánica	%	6,27	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,40	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	39,79	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA I DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPÓGENICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROCESOS
QUÍMICOS

N° IIDEPROQ 023- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Ángel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Ángel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-3JAT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	50	Bouyoucos
	Limo	%	24	
	Arcilla	%	26	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa arenosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,28	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,07	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,15	Potenciometría
	Materia orgánica	%	6,54	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,22	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	46,66	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Ángel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MAMEJO ANTROPOGENICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2JHM

RESULTADOS

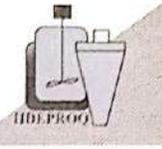
	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	48	Bouyoucos
	Limo	%	30	
	Arcilla	%	22	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,19	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,14	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,19	Potenciometría
	Materia orgánica	%	2,73	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,32	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	53,65	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA I DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGÉNICO DE SUELOS - IIDEPROQ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, AMBIENTAL Y ALIMENTOS



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

N° IIDEPROQ 025- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1JMT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	51	Bouyoucos
	Limo	%	21	
	Arcilla	%	27	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa arenosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,22	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,57	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,19	Potenciometría
	Materia orgánica	%	1,07	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,24	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	7,69	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOMORFICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, AMBIENTAL Y ALIMENTOS



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

N° IIDEPROQ 026- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-1QCT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	32	Bouyoucos
	Limo	%	34	
	Arcilla	%	34	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,19	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,67	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,25	Potenciometría
	Materia orgánica	%	4,57	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,18	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	26,83	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA I DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOLÓGICO DE SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Bengunia
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-3QFT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	46	Bouyoucos
	Limo	%	29	
	Arcilla	%	24	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,28	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,57	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,10	Potenciometría
	Materia orgánica	%	2,03	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,18	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	106,16	Bray y Kurtz ; Olsen



Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MUESTRO ANTROPOMÓRFO DE SUELOS - IIDEPROQ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, AMBIENTAL Y ALIMENTOS



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PROCESOS QUÍMICOS

N° IIDEPROQ 028- 2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguria
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-4JFS

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	46	Bouyoucos
	Limo	%	32	
	Arcilla	%	22	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,16	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,72	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,20	Potenciometría
	Materia orgánica	%	3,12	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,22	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	11,37	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
 ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
 PROYECTO MANEJO ANTROPOGÉNICO DE SUELOS - IIDEPROQ



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA, PETROQUÍMICA, AMBIENTAL Y ALIMENTOS



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

N° IIDEPROQ 029-2021

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo Ing. René Alvarez PhD.
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsables de análisis	Ing. Miguel Angel Lopez Mamani ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS - IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-2QMT

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	44	Bouyoucos
	Limo	%	32	
	Arcilla	%	24	
	Clase Textural	-	Franco	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,32	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,86	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,05	Potenciometría
	Materia orgánica	%	3,01	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,15	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	14,27	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA I DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO NAMEJO ANTRÓPOGENICO DE
SUELOS - IIDEPROQ



INFORME DE ANÁLISIS

Cliente	Proyecto Trigo <i>Ing. René Alvarez PhD.</i>
Atención	Jorge Oscar Méndez Benguría
Responsable de laboratorio	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsables de análisis	<i>Ing. Miguel Angel Lopez Mamani</i> ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS – IIDEPROQ
Responsable de muestreo	Proyecto Trigo
Procedencia de la muestra	-
Fecha de recepción de muestra	09/08/2021
Fecha de emisión de informe	05/10/2021
Código de la muestra	M-3CPC

RESULTADOS

	PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	MÉTODO
TEXTURA	Arena	%	48	Bouyoucos
	Limo	%	25	
	Arcilla	%	26	
	Clase Textural	-	Franco arcillosa arenosa	-
	Densidad aparente	kg/m ³	1,19	Probeta
	pH en H ₂ O 1:2,5	-	7,71	Potenciometría
	Conductividad eléctrica en H ₂ O relación 1:2,5	dS/m	0,21	Potenciometría
	Materia orgánica	%	6,64	Walkley y Black
	Nitrógeno total	%	0,26	Kjendahl
	Fósforo disponible	ppm	54,10	Bray y Kurtz ; Olsen



Ing. Miguel Angel Lopez M.
ANALISTA DE LABORATORIO DE SUELOS
PROYECTO MANEJO ANTROPOGENICO DE
SUELOS - IIDEPROQ

anexo 4 Identificando familias productoras de trigo en comunidades



anexo 5 Realizando la cosecha de trigo con los productores



anexo 6 Trillado de trigo con las familias productoras



anexo 7 Registrando las medidas de las características agronómicas



anexo 8 Reunión de evaluación de avances del proyecto trigo y las tesis con las autoridades del DIPGIS – UMSA y los coordinadores del proyecto



anexo 9 Equipo del Proyecto trigo biofortificado

