

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL



**“UTILIZACIÓN DE PAJA PROVENIENTE DE MUTANTES
DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN LA ALIMENTACIÓN
DE VACUNOS EN LA SIERRA DE PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN CIENCIA ANIMAL**

**Presentada por:
JAVIER LLACSA MAMANI**

Lima - Perú

2022

Document Information

Analyzed document	BORRADOR TESIS - llacsa (07-10-2022).docx (D146736768)
Submitted	10/18/2022 12:49:00 AM
Submitted by	Carlos Gomez Bravo
Submitter email	cagomez@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	cagomez.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Tesis completa 2018-02-05 Napoleon Vera.docx Document Tesis completa 2018-02-05 Napoleon Vera.docx (D47704586)		5
SA	Universidad Nacional Agraria La Molina / TESIS. Karina Aliaga Vilchez (Maestria).pdf Document TESIS. Karina Aliaga Vilchez (Maestria).pdf (D142245210) Submitted by: vhidalgo@lamolina.edu.pe Receiver: vhidalgo.unalm@analysis.arkund.com		5
SA	OK - DEGRADABILIDAD RUMINAL IN VITRO DE CLITORIA TERNATEA (Corregida).docx Document OK - DEGRADABILIDAD RUMINAL IN VITRO DE CLITORIA TERNATEA (Corregida).docx (D141038491)		1
SA	TESIS JOSE AGUIRRE APA.docx Document TESIS JOSE AGUIRRE APA.docx (D62788480)		1
SA	TESIS FANNY EDITA CASAS CASAS (ASESOR).pdf Document TESIS FANNY EDITA CASAS CASAS (ASESOR).pdf (D136091498)		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

Programa Doctoral en Ciencia Animal

“Utilización de paja proveniente de mutantes de cebada (*Hordeum vulgare*) en la alimentación de vacunos en la sierra del Perú”

Tesis para optar el Grado de:

Doctoris Philosophiae (Ph. D.)

JAVIER LLACSA MAMANI

Lima - Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

Programa Doctoral en Ciencia Animal

“Utilización de la paja proveniente del cultivo de mutantes de cebada (*Hordeum vulgare*) en la alimentación de bovinos en la sierra del Perú”

Tesis para optar el Grado de:

Doctoris Philosophiae (Ph. D.)

Presentada por:

JAVIER LLACSA MAMANI

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

Ph. D. Víctor Guevara Carrasco Ph. D. Carlos Gómez Bravo PRESIDENTE PATROCINADOR

Ph. D. Mariano Echevarría Rojas Ph. D. Javier Ñaupari Vásquez MIEMBRO MIEMBRO

Ph. D. Bernardo Roque Huanca MIEMBRO EXTERNO

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIA ANIMAL

**“UTILIZACIÓN DE PAJA PROVENIENTE DE MUTANTES
DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN LA ALIMENTACIÓN
DE VACUNOS EN LA SIERRA DE PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
*DOCTORIS PHILOSOPHIAE***

Presentada por:

JAVIER LLACSA MAMANI

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

Ph. D. ~~Víctor~~ Guevara Carrasco
PRESIDENTE

Ph. D. Carlos Gómez Bravo
ASESOR

Ph. D. Mariano Echevarría Rojas
MIEMBRO

Ph. D. Javier Ñaupari Vásquez
MIEMBRO

Ph. D. Bernardo Roque Huanca
MIEMBRO EXTERNO

DEDICATORIA

A dios, por darme la oportunidad de vivir y acompañarme en cada paso que doy, por darme fuerza para seguir adelante y no desistir en los problemas que se han presentado.

A mis padres Casimiro Llacsá (QEPD) y Fermina Mamani quienes a lo largo de mi vida velaron por mi bienestar, mi educación, siendo mi apoyo en todo momento y no haber dudado ni un solo momento de mi y de mis habilidades, gracias por todo, ahora soy lo que soy.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, la Escuela de Post Grado, la Facultad de Zootecnia, y Dpto. de Nutrición; agradecer por haberme acogido como alumno del Doctorado en Ciencia Animal.

A mis maestros del Doctorado: Dra. Maria Elena Villanueva, Ph.D. Carlos Gomez, Ph.D. Victor Guevara, Ph.D. Enrique Flores, Ph.D. Mariano Echevarria, Ph.D. Gustavo Gutierrez, Ph.D. Javier Ñaupari, Ph.D. Lucrecia Aguirre, Mg. Sc. Victor Hidalgo; gracias por sus sabias enseñanzas.

Mi especial agradecimiento al señor Ph.D. Carlos Gomez Bravo, por sus consejos, y patrocinio de la tesis, y su amistad; y a los miembros del Comité Consejero Ph.D. Victor Guevara, Ph.D. Mariano Echevarria, Ph.D. Javier Ñaupari; gracias por su sabia orientación.

Al Ing. Jorge Gamarra Bojórquez por su asesoramiento, enseñanza, experiencia brindada; y mi gratitud al Ing. Mario Viera y al Sr. Víctor Madueño por la amistad y apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de campo y la realización de la tesis.

Al proyecto entre la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y el Proyecto PNIA: Mejoramiento de forrajes para el desarrollo de ganadería vacuna en sistema de pequeños productores de sierra central.

Al Instituto Regional de Desarrollo de Sierra (IRD-Sierra), de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el Valle de “El Mantaro”, Servicio Regional de Investigación y desarrollo Agroalimentario (SERIDA - España), y al Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.

A los productores de las comunidades de Chalhuan y Sallahuachac, del distrito de Sincos, Jauja - Junín, quienes me brindaron tiempo en sus hogares y las facilidades de recojo de información necesaria para el estudio en campo.

A los compañeros de estudio del Doctorado en especial a Marcos Calderón, Gonzalo Gonzales, Manuel More, Javier Orellana, Janet Oquendo, Sergio Vargas, por compartir su amistad y compañerismo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. CEBADA EN LA ZONA ALTO ANDINA.....	3
2.2. RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PAJA DE CEBADA... 5	
2.3. USO DE LA PAJA DE CEBADA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO 10	
2.3.1. Consumo y digestión de la paja de cebada en los rumiantes.....	10
2.3.2. Estrategias de uso de paja de cebada en ganadería.....	14
2.4. RECURSOS ALIMENTARIOS PARA LA GANADERÍA EN EL VALLE DEL MANTARO	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PAJA DE GENOTIPOS DE CEBADA	23
3.1.1. Evaluación del rendimiento y calidad de la paja de 25 genotipos de cebada 23	
a. Ámbito experimental	23
b. Material Genético	23
c. Características y análisis de suelo.....	24
d. Características del campo experimental.....	24
e. Conducción del experimento	25
f. Evaluación de caracteres agronómicos	25
g. Evaluación del rendimiento, composición química y digestibilidad de la paja....	26
h. Diseño experimental y análisis estadístico	27
3.1.2. Evaluación del rendimiento y calidad de la paja de dos genotipos mejorados de cebada doble propósito	28
a. Ámbito experimental	28
b. Material genético	28
c. Características y análisis de suelo.....	29
d. Características del campo experimental.....	29

e.	Conducción del experimento	29
f.	Evaluación del rendimiento, composición química y digestibilidad de la paja	29
g.	Diseño experimental y análisis estadístico	30
3.2.	EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA PAJA DE CEBADA EN VACAS AL PASTOREO	30
3.2.1.	Ambito experimental	30
3.2.2.	Animales	31
3.2.3.	Conducción del experimento	31
3.2.4.	Evaluación de la producción de la leche	32
3.2.5.	Análisis de la composición de la leche	33
3.2.6.	Diseño experimental y análisis estadístico	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1.	RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PAJA DE 25 GENOTIPOS DE CEBADA 34	
4.1.1.	Caracterización agronómica de 25 genotipos de cebada	34
4.1.2.	Rendimiento de grano y paja de cebada	35
4.1.3.	Relación entre rendimiento de grano y paja	38
4.1.4.	Composición química y digestibilidad de la paja de cebada.....	38
4.2.	RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PAJA DOS GENOTIPOS MEJORADOS DE CEBADA DOBLE PROPÓSITO.....	46
4.2.1.	Caracterización agronómica de dos genotipos de doble propósito.....	47
4.2.2.	Rendimiento de grano y paja de cebada	49
4.2.3.	Composición química y digestibilidad de la paja de cebada.....	50
4.3.	EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA PAJA DE CEBADA EN VACAS AL PASTOREO	53
4.3.1.	Consumo de la paja de cebada.....	53
4.3.2.	Producción de leche.....	53
4.3.3.	Composición química de la leche.....	55

V. CONCLUSIONES	57
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
VIII. ANEXOS	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de la paja de cebada y avena.	9
Tabla 2. Ácidos grasos volátiles (AGV) producidos por la digestión microbiana.	12
Tabla 3. Croquis de distribución al azar de genotipos en las parcelas.	24
Tabla 4. Composición química y valor nutricional de la paja de cebada.	32
Tabla 5. Esquema del Diseño Experimental.	33
Tabla 6. Caracterización agronómica de 25 genotipos de cebada.	34
Tabla 7. Rendimientos productivos de grano y paja de cebada de cada genotipo.	36
Tabla 8. Valor nutritivo de la paja de cebada de cada genotipo.	39
Tabla 9. Contenido y rendimiento por hectárea de energía neta de lactación de la paja de cebada de cada genotipo.	43
Tabla 10. Ranking de genotipos de cebada para doble propósito ordenados por promedio de mejor ubicación según característica evaluada.	45
Tabla 11. Características físico-químicas de suelos en las parcelas experimentales.	46
Tabla 12. Caracterización agronómica de genotipos de doble propósito y la variedad local para producción de grano y paja de cebada.	49
Tabla 13. Rendimiento productivo de los dos mejores genotipos de cebada de doble propósito y la variedad local.	50
Tabla 14. Composición química y digestibilidad in vitro de la paja de cebada de doble propósito y la variedad local.	51
Tabla 15. Contenido estimado de la energía neta, rendimiento por hectárea de energía neta de lactación y contenido de proteína de la paja de cebada de doble propósito y la variedad local.	52
Tabla 16. Efecto del consumo de paja de cebada y variedad local sobre la composición de la leche.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento de grano de cebada de cada genotipo (kg/ha).....	37
Figura 2. Rendimiento de paja de cebada de cada genotipo (kg/ha).	37
Figura 3. Proteína cruda de la paja de cebada de cada genotipo	40
Figura 4. Fibra neutra detergente de la paja de cebada de cada genotipo.	41
Figura 5. Digestibilidad in vitro de la materia orgánica de la paja de cebada de cada genotipo	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para la altura de planta (cm).	75
Anexo 2. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para numero de plantas emergidas.....	77
Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de hojas/tallo.	80
Anexo 4. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad espiga/m2.	82
Anexo 5. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de grano/espiga.	85
Anexo 6. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para peso mil granos.....	87
Anexo 7. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de espigado.	90
Anexo 8. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de maduración.	92
Anexo 9. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para altura de planta (cebada mejorada y variedad local).	95
Anexo 10. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para numero de plantas emergidas (cebada mejorada y variedad local).	96
Anexo 11. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de hojas/tallo (cebada mejorada y variedad local).....	97
Anexo 12. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad espiga/m2 (cebada mejorada y variedad local).....	99
Anexo 13. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de grano/espiga (cebada mejorada y variedad local).	100
Anexo 14. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para peso mil granos (cebada mejorada y variedad local).	101
Anexo 15. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de espigado (cebada mejorada y variedad local).....	102
Anexo 16. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de maduración (cebada mejorada y variedad local).....	104
Anexo 17. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para producción de leche.	105

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación del rendimiento productivo, valor nutritivo y utilización de la paja proveniente del cultivo de mutantes de cebada en la alimentación de vacunos en zonas alto andinas. La investigación se realizó en dos localidades de la sierra central (IRD-sierra UNA-La Molina y distrito de Sincos, Junín). Su ejecución se llevó a cabo en tres etapas experimentales; a) Se evaluó el rendimiento productivo (De grano y paja expresado en kg/ha respectivamente) y valor nutritivo de la paja (kg proteína/ha, digestibilidad in vitro de materia orgánica y fibra neutro detergente) en 25 genotipos de cebada. El genotipo que mostró el mayor rendimiento en grano fue la UNALM96M6h-617, seguido de UNALM96M6h-748, UNALM96M6h-729 y UNALM96M6h-326. Adicionalmente el genotipo con mejor calidad mostro la UNALM96M6h-615, seguido de UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-588. No existe relación entre el rendimiento de grano y la paja de cebada de las líneas mutantes. A partir de dichos resultados, se identificaron a los mejores mutantes: UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-326, en base al ranking de mayor número de caracteres deseables. b) Se evaluó el comportamiento agronomico y valor nutritivo de dos genotipos de cebada seleccionados de doble propósito (UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-326). Para este trabajó se realizo la siembra en parcelas demostrativas y contrastadas con la variedad local, donde se evaluo las características de rendimiento de biomasa y valor nutritivo. De acuerdo a los resultados de la composición química, el genotipo UNALM96M6h-326 tiene mayor proteína (5.38 por ciento), DIVMO (51.87 por ciento) y FDN (50.00 por ciento), valores que nos permite decir que la paja de cebada no es totalmente baja de calidad. c)Se evaluó el impacto de la suplementación de la paja de cebada sobre el rendimiento productivo de vacunos alimentados con pastos naturales. El ensayo con vacunos, alimentados con paja de cebada mejorada (UNALM96M6h-326) y vacunos alimentados con paja de la variedad local, al pastoreo en la época seca, tuvo una producción de 4.0 y 3.5 kg de leche/vaca/día ($p < 0.01$), respectivamente, existiendo una diferencia entre tratamientos. Se concluye que el genotipo UNALM96M6h-326 es un genotipo de doble propósito con superior alternativa productiva y su utilización de la paja de cebada tuvo un incremento de 0.5 Kg/día de leche en comparación a la paja de la variedad local.

Palabras claves: Vacunos, Genotipos, Cebada, Pastoreo, Alto andina.

SUMMARY

The objective of the present work was the evaluation of the productive performance, nutritional value and use of the straw from the cultivation of barley mutants in the feeding of cattle in high Andean areas. The research was carried out in two localities of the central highlands (IRD-Sierra UNA-La Molina and Sincos district, Junín). Its execution was carried out in three experimental stages; a) Productive yield (grain and straw expressed in kg/ha, respectively) and nutritional value of straw (kg protein/ha, in vitro digestibility of organic matter and neutral detergent fiber) were evaluated in 25 barley genotypes. The genotype that showed the highest grain yield was UNALM96M6h-617, followed by UNALM96M6h-748, UNALM96M6h-729 and UNALM96M6h-326. Additionally, the genotype with the best quality showed UNALM96M6h-615, followed by UNALM96M6h-617 and UNALM96M6h-588. There is no relationship between grain yield and barley straw of the mutant lines. From these results, the best mutants were identified: UNALM96M6h-617 and UNALM96M6h-326, based on the ranking of the highest number of desirable characters. b) The agronomic performance and nutritional value of two selected dual-purpose barley genotypes (UNALM96M6h-617 and UNALM96M6h-326) were evaluated. For this work, sowing was carried out in demonstrative plots and contrasted with the local variety, where the characteristics of biomass yield and nutritional value were evaluated. According to the results of the chemical composition, the UNALM96M6h-326 genotype has higher protein (5.38%), DIVMO (51.87%) and FDN (50.00%), values that allow us to say that the barley straw is not totally low in quality. c) The impact of barley straw supplementation on the productive performance of cattle fed with natural pastures was evaluated. The trial with cattle, fed with improved barley straw (UNALM96M6h-326) and cattle fed with straw of the local variety, grazing in the dry season, had a production of 4.0 and 3.5 kg of milk/cow/day ($p < 0.01$), respectively, with a difference between treatments. It is concluded that the UNALM96M6h-326 genotype is a dual-purpose genotype with a superior productive alternative and its use of barley straw had an increase of 0.5 Kg/day of milk compared to the straw of the local variety.

Keywords: Cattle, Genotypes, Barley, Grazing, High Andean.

I. INTRODUCCIÓN

La región andina tiene un gran potencial ganadero, donde el 73 por ciento de vacunos se encuentra en manos de productores y comunidades (CENAGRO 2012). El productor de la sierra cuenta con pocos cultivos y animales, requiriendo introducir genotipos tolerantes y resistentes a estrés del clima. En el Perú y el mundo, reportan sequías prolongadas, haciendo a la actividad agropecuaria difícil de sostener por el cambio climático del siglo XXI, provocada por emisiones de gas de efecto invernadero que provoca incremento en la temperatura en 0.65°C (Seo y Mendelson 2007), afectando al umbral térmico de las plantas. En efecto Camarena *et al.* (2015), buscan satisfacer las necesidades, con investigación agrícola y conservar los recursos naturales para evitar la degradación del medio ambiente. Donini y Sonino (1998) usaron la hibridación, recombinación y mutación como herramienta disponible para incrementar la diversidad genética vegetal que contribuye a la sostenibilidad.

La sierra se caracteriza por una estacionalidad marcada, como la época de lluvias con mayor producción de forrajes y la época seca con menor disponibilidad de pastos y forrajes con bajo valor nutritivo, afectando drásticamente la producción de leche. Las temperaturas bajas durante la época seca, afecta la función fisiológica, salud animal y la producción de carne y/o leche se ven afectados negativamente. El déficit hídrico afecta al desarrollo y crecimiento de muchos forrajes, que sufren cambios en su composición química, digestibilidad y el consumo voluntario se hace menor por la baja oferta forrajera durante la época seca. En ese sentido una nutrición inadecuada por la baja disponibilidad de pastos y forrajes, predispone a problemas de no cubrir los requerimientos nutricionales y escaso aporte energético para realizar funciones productivas, que experimentan un mayor gasto calórico. Entonces la nutrición es importante en el desempeño del ganado lechero, una dieta bien balanceada y manejo adecuado optimiza la producción de leche y la salud del hato.

Para superar problemas, existe escasez de cultivos mejorados con rendimientos productivos favorables y resistentes a sequías, que sustituya a los forrajes tradicionales, por alimentos de mejor valor proteico y proveer una nutrición adecuada. Con ese propósito se sugiere el uso de forrajes mejorados solos o asociados a los existentes, y conservar restos de cosecha en formas naturales o sometidas a tratamientos que mejora el valor nutritivo. Además, en los últimos años el rendimiento de los cereales a incrementado y existe mayor acumulación de residuos, causando problemas por su periodo largo de descomposición. La paja acumulada post cosecha es quemada, para eliminar y resolver dificultades en la preparación del suelo,

(Dhar *et al.* 2014). Además, es un alimento de baja calidad y poco digestible, con alto contenido de fibra lignificada y baja proteína, pero la adición en praderas es una alternativa a considerar en época seca. Por consiguiente, el rumiante tiene capacidad de digerir la fibra en el rumen, por su ecosistema microbiano que transforma a ácidos grasos volátiles, utilizados como fuente de energía (Catrileo 2015).

La ganadería debe reinventarse en función a la economía circular, donde la paja es alimento, cama y el ganado consumirá e ingresará al círculo virtuoso, produciendo abono natural para fertilizar cultivos. Además, los rumiantes cumplen un papel fundamental de cerrar el ciclo productivo, porque la agricultura y la ganadería enfrentan alimentar una creciente población y mayor presión de daños al medio ambiente. Muscio y Sisto (2020) destacan la economía circular ecológica, con reutilizar recursos naturales, creando menor daño posible al medio ambiente. El fin es optimizar el rendimiento de los recursos, por innovación, reparación, reutilización y reciclaje, dando valor a los residuos del sistema de producción (Salazar *et al.* 2018). La ganadería debe modernizarse y adaptarse a la bioeconomía circular más sostenible, utilizando residuos para resolver problemas alimenticios. Aunque suplementar un rumiante en época seca, es costoso que la propia pradera en sí, además, existen estudios de mejora en rendimiento de grano y paja de cebada, que no fueron evaluados en la alimentación animal.

En base a los antecedentes, el objetivo es evaluar la utilización de la paja proveniente de mutantes de cebada, en la alimentación de vacunos en la zona alto andina para lo cual se planteó los siguientes objetivos específicos: (a) Evaluar características agronómicas de 25 genotipos de cebada y determinar el valor nutricional de sus pajas, (b) Evaluar características agronómicas y el valor nutritivo de la paja de dos genotipos de cebada identificados de doble propósito en contraste con la variedad local. (c) Evaluar el impacto de la utilización de la paja en el rendimiento productivo de vacunos alimentados con pastos naturales.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CEBADA EN LA ZONA ALTO ANDINA

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es un cereal de alta rusticidad y tolerante a diferentes estreses abióticos y con un ciclo de desarrollo relativamente corto, una característica de la cebada que crece en condiciones ambientales inadecuados de otros cultivos, además de esta adaptación ecológica, tiene una amplia distribución en todas las regiones del mundo (Romero y Gómez 2004). También la cebada se encuentra distribuida en todas las áreas desde el polo norte hasta el polo sur, gracias a su resistencia de las condiciones climáticas diversas y adversas, su mayor distribución se debe principalmente al uso en la alimentación del hombre y los animales. La paja y el follaje también se utiliza como forraje para los animales y actualmente ocupa un lugar importante en la producción de bioetanol (Gómez 2001). La producción mundial de cebada que estaría representado el 8% de la producción mundial de cereales, en los últimos años 2018 y 2019 supero los 141 millones de toneladas. Actualmente, entre los productores más importantes del mercado se encuentran la unión europea, Rusia, Canadá, Australia, Francia, Alemania, Ucrania, Turquía y Kazajstán, entre otros. Sin embargo, la producción mundial es utilizada en la alimentación de los animales en solo las tres cuartas partes, el 20 por ciento es usado en las bebidas alcohólicas y 5 por ciento es utilizado en diferentes productos alimenticios (IBGSC *et al.* 2012).

En el Perú, la cebada es el cuarto cultivo de superficie mas importante, junto con el maíz, arroz y papa. Se cultiva principalmente en las montañas; en el 2017 se plantaron 145,000 hectareas, con un rendimiento de 1,1 t/ha y una producción de 227 mil t. Los principales departamentos productores en el 2017 fueron: La Libertad, Cuzco, Junín, Puno, Huancavelica, Ayacucho, Ancash y Junín. Entonces este cultivo presenta una importante estrategia en el desarrollo de la agricultura, en una rotación andina peruana tradicional, la siembra esta en el orden de papa, cebada, tarwi en tierras comunales definidas geográficamente y donde tiene periodos de descanso variables entre 3 a 7 años, (Tapia y Fries 2007). Por lo tanto, el MINAGRI (2014) señala al respecto de la demanda nacional de este alimento, es cubierto en el país con la producción nacional y aproximadamente 106´454,289 kilos son importados para la industria en la produccion de malta y cerveza.

El valle del Mantaro es uno de los valles interandinos mas importantes de la sierra central del Peru, además integrada por varias sub cuencas, abarcadas por distintas provincias, donde se siembra los cultivos de trigo, cebada y quinua, que son de gran importancia en la seguridad

alimentaria que cubre las necesidades alimenticias de las familias campesinas. Además, es fuente de ingresos al comercializar los cereales (como el trigo y la cebada) y granos andinos, (como la quinua, cañihua y kiwicha) que son gran importancia económica, social y cultural; durante el 2010 se cosecho 351,130 hectáreas, alcanzando 483,400 toneladas de producción y generando más de 17 millones de soles en jornales (MINAGRI 2011). El rendimiento promedio nacional se ha incrementado en 75 por ciento, de 8416.21 Kg/Ha a 13589.93 Kg/Ha en este período (FAO 2013). Las importaciones de cebada en su mayoría, en el Perú, son destinadas a la industria cervecera y en los últimos años tuvo un crecimiento, donde las compañías cerveceras prefieren la cebada importada, que la producida en el país, en vista que no alcanza los estándares mínimos de calidad para la elaboración de cerveza (INIA 2013). La producción de cebada, ha estado duplicándose en los últimos 20 años; de 68816 t en el año 1992 a casi 215 000 t en el año 2019, debido al incremento de 82 por ciento de áreas cosechadas (81766 Ha en 1992 y 158 205 Ha en el año 2019) (MINAGRI 2020). La producción nacional no se emplea en el negocio de la malta porque carece de la calidad necesaria, por lo que la cerveza debe ser importada. Para la temporada 2017-2018, las principales zonas productoras de cebada son Puno (24,8 hectáreas sembradas), Cuzco (13,4 hectáreas) y Junín (9,8 hectáreas) (SIEA-MINAGRI 2017).

En la actualidad existe una demanda creciente que alimentar a una población mundial, se requiere áreas dedicadas a agricultura y ganadería, según proyecciones al 2050, se necesitara áreas de cultivos mas sostenibles, que aprovechen los recursos naturales para la alimentación humana y animal (Collantes y Gomez 2022). Sin embargo el valle de Mantaro en los últimos años presenta una influencia adversa de los cambios ambientales, que promueve el distanciamiento de lluvias y presencia frecuente de estiajes, alterando la época de siembra propicia (Llacsá *et al.* 2020). Afectando fechas propicias de siembra, realizadas en los meses de octubre, noviembre y diciembre, la variación de cada año hace que se siga sembrando con el riesgo de no coincidir con un clima adecuado para la madurez del cultivo. Factores que obligan a la búsqueda de variedades mejoradas con características deseables de rendimiento, precocidad, resistencia a enfermedades. Por lo tanto, la cebada de doble proposito es un cereal con capacidad de adaptación y buen rendimiento (1,1 t/ha en promedio), que se cultiva en la sierra, que se encuentra en la cordillera de los Andes (Quispe 2007; MINAG 2011; Llacsá *et al.* 2020).

2.2.RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUIMICA DE LA PAJA DE CEBADA

El rendimiento es el objetivo principal, que determina la siembra o no, de un genotipo dada por los programas de selección y el “gran integrador” en la genética y medio ambiente (Mohammadi *et al.* 2012). Durante el proceso de aumento y progreso de los cultivos existen conjuntos de factores genéticos que condicionan en forma directa o indirecta a un adecuado rendimiento. Entre los principales determinantes que tienen efecto sobre el potencial productivo son la adaptación al medio del cultivo (Slafer 2003). Las características genéticas y el manejo agronómico son variables controlables, pero ciertas propiedades del suelo y la lluvia son factores incontrolables, que son determinantes para la obtención de buenos rendimientos y buena calidad de grano para malta (Gómez y Fernandez 2009).

Los componentes de rendimiento de los cultivos expresan su potencial genético entorno a la producción, la mejora de cultivos perfecciona el rendimiento genético y la rentabilidad económica dependerá de la constitución del potencial genético del cultivo. Los rendimientos reales, obtenidos a la cosecha están vinculados a las condiciones estándar de producción, lo que resulta además de la interacción de los siguientes factores; como el rendimiento genético potencial, el medio ambiente, las practicas agricolas y plagas. El rendimiento de grano se ha descrito como el rendimiento de un paralelepípedo, en el que, el número de espigas por unidad de area, el número de granos por espiga y peso de los granos, forman las aristas. Un aumento en uno de los tres componentes determinará, uno de los rendimientos, siempre que no haya disminución en los otros dos (Ataei 2006).

Aunque existe un efecto de compensador mutuo de estos componentes, la limitación de uno de ellos puede generar reducciones considerables en los resultados finales. La interacción genotipo-ambiente determinará cuál de los componentes será el principal productor en rendimiento (Gonzales 2001). Okuyama *et al.* (2005), descubrieron que, en trigo, el diámetro del tallo, la longitud de la espiga y la altura de planta, eran las características más asociadas con el mayor rendimiento de grano. Alrededor del 72 por ciento de la variación del rendimiento de los granos está asociado al número de espigas fértiles, número de granos por espiga y el peso del grano. De manera similar, estos componentes tienen una asociación positiva y significativamente alta con el rendimiento de cebada (Ataei 2006).

Cuando se estudian rasgos de la productividad en cereales, se intenta la selección indirecta a través de componentes de rendimiento. Este es el primer componente que se determina en el ciclo de vida del cultivo. El número de espigas por planta es el componente más

importante para determinar el rendimiento final del trigo (McMaster *et al.* 1994; Blanco *et al.* 2001). El rendimiento final está determinado por el producto, y los elementos son: el primero es el elemento del grano que produce el número de macollos, que conduce a un aumento en la fotosíntesis o área foliar. El segundo elemento es el número de granos por espiga; este elemento del rendimiento de grano en cebada identifica la etapa de desarrollo y el estado reproductivo y dependerá de la cantidad de flores que se polinizan y la cantidad de flores que se llenan y se convierten en granos (Ataei 2006).

Según Castañeda-Saucedo *et al.* (2009), el número de espigas por metro cuadrado es el componente que mayor contribución tiene en el rendimiento en cereales de grano pequeño. En la determinación de esta característica las condiciones ambientales también tienen una influencia importante, así como la fecha, densidad de siembra y dosis de fertilizante nitrogenado. Por otro lado, el número de espigas por metro cuadrado es el elemento de rendimiento que más varía en el tiempo entre genotipos. Por esta razón, para algunos autores, los granos por espiga y espigas por planta tienen un efecto significativo sobre el rendimiento que el peso del grano, para otros, el efecto de peso del grano sobre el es insignificante o inconsistente (Sinebo 2002).

La disponibilidad de carbohidratos en esta fase de establecimiento y formación del grano es el principal determinante del número de granos. La madurez y la muerte de la flor se producen una semana después de la antesis, seguida de la fecundación del óvulo formado o de la semilla. El número de granos se determina durante esta etapa del ciclo vital de la planta. En consecuencia, el periodo importante para determinar el número de granos gira en torno a las tres semanas que preceden a la antesis y, en menor medida, a la semana siguiente. El aumento del rendimiento se atribuye a la mayor cantidad de granos, que está relacionada con el ritmo de crecimiento del cultivo, a la transferencia de asimilados a la espiga durante este periodo y al aporte de asimilados creado por la fotosíntesis, que es para evitar el aborto (Bindraban *et al.* 1998).

La cantidad de granos por espiga depende del número de espiguillas y flores, este es uno de los factores limitantes del rendimiento máximo de granos durante el desarrollo pre-antesis de espigas y la fecundación de las flores en antesis. La cantidad de granos por espiga se establece antes del inicio del llenado de granos (McMaster *et al.* 1994; Blanco *et al.* 2001). La relación rendimiento-número de granos depende de las condiciones de crecimiento del cultivo y de las características del genotipo utilizado como han comprobado (Cooper *et al.*

1994). El resultado de la absorción total del grano en antesis y la translocación de asimilados a la espiga antes de la antesis, indica la existencia de un momento crucial en torno a la antesis (los 30 días anteriores a la misma) en el que la mayor parte de la materia seca está contenida en la espiga. En este punto, el impacto de los factores ambientales sobre esta característica crucial es fundamental.

Dado que la movilización de los productos de depósito del tallo y otros tejidos de la planta se produce como criterio de selección, la utilidad de los componentes del rendimiento del grano es adecuadamente estable, pero puede verse restringida por los compensadores causados por el clima, la tasa de siembra y el tratamiento de los fertilizantes, entre otras cosas (Mitchell *et al.* 1996; Sheehy *et al.* 2001). La selección para el tamaño de la semilla suele provocar reacciones negativas en otros componentes del rendimiento, mientras que la selección para un elevado número de granos por espiga podría disminuir el rendimiento. Todo ello se explica por el efecto de los distintos entornos sobre el genotipo en lo que respecta a estos componentes, así como por su distinta sensibilidad a la selección como resultado de su desarrollo secuencial a lo largo del tiempo a costa de recursos finitos. En conclusión, se descubrió que existe una relación negativa entre los componentes del rendimiento, por lo que no se puede seleccionar favorablemente para todos ellos al mismo tiempo. El método más realista parece ser el de mejorar uno de estos componentes mientras se mantienen constantes los otros, mejorando el que tiene éxito en un genotipo específico. Además, hay que tener en cuenta que también para lograr rendimientos únicos muy altos es estabilizarse en lo máximo, para una variedad, en los ambientes variables. Sin embargo, cuando el cultivo crece en ambientes de alta temperatura, el peso de mil granos es menor porque el peso de granos individuales disminuye Hossain *et al.* (2012), esto indica que las bajas temperaturas durante esta etapa reducen el peso del grano, afectando la maduración del grano.

El llenado del grano tiene lugar entre los 10 días siguientes a la antesis y la madurez del cultivo. Así, durante la etapa de desarrollo del grano, el peso unitario del mismo viene determinado por los asimilados procedentes de la fotosíntesis post-antesis y la removilización de lo almacenado durante el periodo vegetativo. La proporción de absorción de cada una de estas fuentes alternativas está determinada por el genotipo y las circunstancias ambientales de crecimiento del cultivo. En circunstancias climáticas no limitantes, la fotosíntesis post-análisis representa entre el 90 y el 95 por ciento de la absorción del grano. Sin embargo, bajo condiciones de sequía, en la pre-antesis se asimila significativamente y

importante para el rendimiento del grano. En cebada observamos que este aporte fue de 44 por ciento cuando el año fue muy seco (Austin *et al.* 1980). Se descubrió una relación favorable entre la producción de grano de cebada y sus numerosos componentes: número de espigas por planta, número de granos por espiga y peso del grano. Sin embargo, las variables genéticas y ambientales pueden ser responsables del buen rendimiento de una variedad. Esto significa que los factores de rendimiento deben evaluarse en el contexto en el que se realiza la selección (Bouzerzour y Dekhili 1995).

El rendimiento de grano de cebada y paja se puede obtener evaluando del índice de cosecha, que es la división del peso del grano por el total de la parte aérea (paja más grano). El índice de cosecha es la fracción de la cosecha que es económicamente más valiosa en granos (Gonzalez 2001). Los rendimientos de grano y paja están asociados entre sí, donde el rendimiento de grano requiere una mayor translocación de carbohidratos de los tallos y hojas, a los granos para la maduración (Flores y Malpartida 1987). Por lo tanto, García del Moral *et al.* (2003); indican que el rendimiento de grano es mayor y cuando se desarrollan a temperaturas frescas, por esta razón, la siembra se realiza en periodos no recomendados o tardíos, los periodos de siembra tienden disminuir (Aslani y Mehrvar 2012). También, Mendoza *et al.* (2011) mencionan que la fecha de siembra, afecta en gran medida el rendimiento principalmente por efecto de la variación de temperaturas.

Así mismo, se obtiene mayores rendimientos de grano, cuando la siembra en fechas indicadas de la zona y que a finales de invierno cuando el grano se encuentra en la etapa reproductiva y las altas temperatura facilitaran el llenado y consecuentemente el rendimiento del grano (Suaste-Franco *et al.* 2013). La diferencia se debe que el peso del grano está determinado por la duración de la etapa de llenado (García del Moral *et al.* 2003), los granos son mayores cuando el cultivo se desarrolla en ambientes con temperaturas frescas, esta permite la acumulación de materia seca es mayor y la humedad en el suelo puede ser mayor, porque la evapotranspiración se reduce (Copeland y McDonald 1995). Al respecto del rendimiento de grano reportado por Romero y Gomez (1996) mencionan que, en las condiciones de sierra, logra tener un rendimiento promedio de 2200kg/ha. A su vez también obtiene resultados para la variedad UNALM 96, siembra que se realizó en campos comerciales reporta pesos de 4700kg/ha. Mientras que Evers y Kent (1994), menciona que la cebada esta compuesta de carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales y vitaminas, su composición varía según las condiciones de crecimiento del grano.

Tabla 1. Composición química de la paja de cebada y avena

Composición química (%)	Paja de cebada			Paja de avena	
	A	B	C	D	E
MS	91.21	84.5	88.4	93	95.4
MO	85.76	93.97	?	?	89.4
Cenizas	14.24	6.03	?	?	10.6
PT	3.9	3.8	5.5	7	3.05
EE	?	?	3.2	2.4	?
FC	?	?	38.2	28.4	?
EB (Kcal/g)	4.19	?	?	?	?
EN _L (MJ/kg)	?	?	3.69	4.52	?
FDN	72.38	77.4	80.1	72.3	65.9
FDA	50.76	49.03	?	?	49
Celulosa	34.71	38.7	?	?	44.6
Hemicelulosa	21.62	28.37	?	?	16.9
Lignina Permanganato	10.52	9.63	?	?	6.5
Sílice	5.2	?	?	?	1.13
Calcio	?	?	0.06	0.18	?
Fósforo	?	?	0.07	0.01	?

MS= materia seca; MO= materia orgánica; PT= proteína; EE= extracto etéreo; FC= fibra cruda; EB= energía bruta; EN_L= energía neta de lactación; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácida

Fuente: (A) Chávez (1981) (B) Kalinowski (1974) (C) y (D) Tingshuang *et al.* (2002) (E) Kafilzadeh *et al.* (2012).

Por su parte Altamirano *et al.* (2016), en un estudio realizado en las comunidades de la sierra central sobre el tratamiento de paja de cebada para su conservación, obtienen resultado de 5 por ciento de proteína cruda y 59 por ciento para la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), para la cebada local en comunidades alto andinas de la sierra central. Sin embargo, Wanapat *et al.* (1996), indican que el forraje fibroso de baja calidad en proteína y en digestibilidad no es aprovechado adecuadamente en la alimentación del vacuno durante la época de estiaje, ya que en países en desarrollo con climas templados constituye sin duda la dieta de los rumiantes.

2.3.USO DE LA PAJA DE CEBADA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO

2.3.1. Consumo y digestión de la paja de cebada en los rumiantes

El consumo de alimento en los animales al pastoreo se conecta directamente con la alimentación como un aspecto importante, dentro de los costos de producción en la crianza de ganado, por lo que afecta a la calidad y cantidad de la producción. Una buena alimentación con dietas suficientes evitara problemas de salud y estrés, aunque, el consumo de alimento se da, por el tamaño del bocado, tiempo de pastoreo y velocidad de pastoreo (Baumont et al. 2000). La producción de rumiantes es regulada por el factor de la cantidad de materia seca consumida. Waghorn y Clark (2001) señalan al valor de un forraje consumida depende más por su composición química que por la cantidad de alimento consumido.

El consumo voluntario de alimentos se define como la cantidad de materia seca consumida cada día, cuando los animales consumen sin restricciones (Tahir 2008). La conducta de consumo se puede ver afectada por el clima, condición de los dientes, la competencia y la calidad de los alimentos. Palhano *et al.* (2007) indican que el consumo de alimento tiene una relación inversa, entre la temperatura que provoca un menor consumo de alimento. El comportamiento del ganado en condiciones intensivas y al pastoreo son similares debido a que existe una competencia entre individuos por levantar el alimento, descansando mas y que necesita menor tiempo para encontrar la comida (Weston 2002).

Algunos factores que afectan en el consumo voluntario como el tamaño corporal en vista que el tracto digestivo no es un factor limitante para el consumo de alimento, donde la demanda de energía es determinada por el peso metabólico expresado por el peso vivo elevado a 0.75 (NRC 1987); así podemos determinar que los animales de talla grande tienen bajas necesidades de energía (Miller-Cushon *et al.* 2014). Así mismo, el estado fisiológico es uno de los factores que afecta al consumo de alimento, donde las vacas preñadas o seca consumen menos que las vacas lactantes, así mismo las vacas jóvenes son más selectivas que las vacas adultas prefiriendo forrajes con altos niveles de proteína. Otros factores como el crecimiento y ciclos reproductivos, etapas de preñez y lactancia representan demandas de energía, afectando al consumo de forraje (Allen 2000).

La preferencia del animal por una planta, esta dada por un conjunto de características que estimula el consumo del alimento que se denomina palatabilidad, que no es mas que la preferencia apetitosa por la planta (López 1984). Los animales en el pastoreo tienen

preferencia a los forrajes fibrosos por la adaptación a los pastos de la pradera, sin embargo existe una limitación en el consumo de forrajes altos en fibra y bajos en proteína (Distel *et al.* 1993). También existe preferencias del animal por alimentos que contengan mayor cantidad hojas que los tallos, la diferencia se debe al menor contenido de fibra en las hojas que los tallos y por lo tanto la resistencia es menor al corte y masticación, y finalmente el consumo se deprime cuando el alimento es contaminado con heces, tierra o material muerto.

El rumen es una cámara de fermentación anaeróbica donde la población microbiana, que puede ser de bacterias, protozoos u hongos, se mantiene gracias a la ingesta constante de alimentos y a la masticación. La naturaleza y la estructura del alimento determinarán el número relativo de especies (Orskov 1992). El sistema de cultivo microbiano que contiene bacterias en concentraciones 10^{10} y 10^{11} bacterias/g y el número de protozoarios en concentraciones 10^5 a 10^6 células/ml de contenido ruminal respectivamente (Yokohama y Johnson 1988). La acción bacteriana en este compartimiento permite la digestión de la celulosa, que sirve como fuente de energía para el animal, así como la fermentación de los piensos y concentrados. El metabolismo microbiano produce principalmente ácidos grasos, aunque también se crea dióxido de carbono y metano, que se eliminan a través de los eructos. Las bacterias que entran en el tracto digestivo son digeridas y utilizadas como fuentes de proteínas y vitaminas (Ávila y Gutiérrez 2010).

Las bacterias ruminales obtienen su energía principalmente de los carbohidratos. Los carbohidratos de los piensos se clasifican en dos tipos: carbohidratos no estructurales (azúcar y almidón) y carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina). Los hidratos de carbono representan por término medio entre el 70 por ciento y el 80 por ciento de la materia seca. Los microorganismos ruminales digieren (convierten las estructuras complejas en azúcares simples) y fermentan los carbohidratos estructurales y no estructurales para generar ácidos grasos volátiles. Estos AGV se absorben del rumen a la circulación y se envían al hígado, a la glándula mamaria, al almacenamiento de tejido graso (adiposo) y a otros tejidos, proporcionando entre el 60 y el 80 por ciento de la energía necesaria para la vaca. La producción de leche y los componentes de la leche fluctúan cuando se varía la producción de AGV y las proporciones individuales de AGV (Rotger 2005).

Tabla 2. Ácidos grasos volátiles (AGV) producidos por la digestión microbiana

Categoría de carbohidrato	Tipo	Composición	Paso Ruminal	AGV
No fibrosos	Azúcares	Mono y di-sacaridos	Muy Rápido	Propionato
	Almidones	Polimero de glucosa unidas por enlaces α 1-4, α 1-6	Rápido	
	Fructosanos	Polimeros de fructosa	Rapido	
	Pectinas	Acido galacturónico, arabinosa, galactosa	Muy lento	
Fibrosos	Celulosa	Polimeros de Glucosa unidas por enlaces β 1-4	Lento	Acetato Butirato Metano
	Hemicelulosa	Xilanos, glucosa, arabinosa, manosa, galactosa, ácido galacturónico	Moderado	
	Lignina	Polimeros fenólicos unidos por enlaces cruzados muy complejos	Lento	

Fuente: Rotger (2005) adaptado de Van Soest (1982)

Para la ingesta de aminoácidos, el animal rumiante depende de la proteína microbiana generada en el rumen y de la proteína alimentaria que no se digiere en el rumen. La proteína microbiana es de excelente calidad, compitiendo con la proteína animal y superando a muchas proteínas vegetales en términos de aminoácidos críticos necesarios para el desarrollo del animal y los buenos niveles de producción de leche. Un componente significativo de la síntesis de proteína microbiana es que las bacterias pueden utilizar tanto los aminoácidos esenciales como los no esenciales, lo que garantiza que el animal huésped tenga un suministro de los primeros independientemente de su contenido alimentario (Van Soest 1966). Los microorganismos descomponen entre el 60 por ciento y el 70 por ciento de las proteínas alimentarias en péptidos, aminoácidos o amoníaco, que los microbios utilizan como fuente de nitrógeno. El amoníaco es incorporado a la proteína microbiana por los microorganismos ruminales. El amoníaco no incorporado entra en el torrente sanguíneo a través de la pared del rumen y se convierte en urea en el hígado antes de ser reciclado en la saliva o expulsado en la orina y la leche (Rotger 2005).

El rumen es un compartimiento altamente especializado del tracto digestivo (estomago) que facilita el almacenamiento y procesamiento microbiano de una gran cantidad de material

vegetal (Hungate 1988). La degradación y utilización del material vegetal ingerido por los rumiantes son regulados por factores inherentes a las plantas, los animales y la población microbiana ruminal (Forsberg *et al.* 2000). El entorno del rumen es una ecología muy compleja en la que las paredes celulares de las plantas proporcionan energía a las bacterias que simbolizan y prosperan en circunstancias anaeróbicas, altas tasas de dilución, altas densidades celulares y depredación de protozoos. Los animales alimentados con un alto contenido de forraje han adquirido la capacidad de utilizar eficazmente sus nutrientes. A pesar de su complejidad, su limitada porosidad y su variada capacidad de cristalización, los componentes vegetales fibrosos son digeridos por la acción simultánea de toda la gama de enzimas microbianas del rumen (Chesson y Forsberg 1997).

La fermentación de los hidratos de carbono es la principal fuente de energía para los microbios, lo que da lugar a la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), hidrógeno, dióxido de carbono, agua y gas metano, entre otros. El ácido acético, el propiónico y el butírico son los AGV más importantes. El animal obtiene su energía de los AGV, que absorbe a través de la pared del rumen como parte de la actividad energética de los microbios (Kreikemeier *et al.* 1990; Kruger 1968). Los rumiantes tienen la facultad de sintetizar proteínas, vitaminas del complejo B y vitamina K en el ecosistema ruminal, utilizando dietas altamente fibrosas (forraje) y pobre en calidad proteica; también cumple funciones de desintoxicar cuando hay la presencia de fitotoxinas y micotoxinas (Preston y Leng 1987).

Los rumiantes se caracterizan por la degradación de los carbohidratos del forraje, como celulosa, hemicelulosa y pectina, que son muy poco digeribles para especies de estómago simple o no rumiantes. La degradación de los alimentos se lleva a cabo por digestión y fermentación microbiana, no por acción de las enzimas digestivas del animal; dicho proceso fermentación es llevado a cabo por diferentes tipos de microorganismos que alberga el animal en el retículo y rumen, dónde debe existir un medio adecuado para el desarrollo de la flora ruminal, los cuales realizan una simbiosis con el animal (Relling y Mattioli 2003). El estómago de los animales rumiantes está compuesto por cuatro cavidades: retículo (red o redecilla), rumen (panza), omaso (librillo) y abomaso (cuajar) o estómago verdadero. El estómago ocupa hasta el 75 por ciento de cavidad abdominal y junto con su contenido representa aproximadamente el 30 por ciento del peso vivo animal (Wattiaux y Terry 2015).

Los principales microorganismos presentes en el rumen son; bacterias, protozoarios, hongos y levaduras, ubicados en tres lugares diferentes del rumen: 1) pegados a la pared, hidrolizan

la urea y aprovechan el poco oxígeno que llega del alimento, 2) adheridos a partículas alimenticias, y 3) están libres y flotando en el licor ruminal (Van Lier y Regueiro 2008). El suministro del heno picado en cubos mejora su ingestión respecto al heno de paca, también favorece a la flora microbiana a colonizarse, por lo tanto, facilita la salida física del rumen. Entonces la ingestión de forrajes en rumiantes es controlada principalmente por la velocidad de pasaje (Church y Pond 2007). En el compartimiento del rumen, el animal crea y mantiene las condiciones para el desarrollo de la flora ruminal, para la anaerobiosis, suministrando nutrientes, pH de 5.5 a 6.9, y una presión osmótica, una temperatura de entre 38 y 42° C. Si los microorganismos no mantienen este pH favorece el desarrollo de otros microorganismos que pueden provocar la alteración del metabolismo del rumen y promover un desequilibrio en el sistema del animal (Relling y Mattioli 2003). Cruz y Sánchez (2000) mencionan que alimentos fibrosos de tamaño largos, incrementa la masticación y por lo tanto incrementa la secreción de la sustancia tampón en la saliva, lo que permite que el pH ruminal incremente, entonces el pH del rumen no debería de caer por debajo 6.0 a 6.2, para favorecer la degradación de la fibra por los microorganismos y estas también incrementarían en la síntesis de la grasa láctea.

Sin embargo, Reis y Combs (2000); Wales *et al.* (2001), suplementaron con mayor a 8 kg DM/día y menores a 8 kg DM/día, respectivamente, estudio realizado en vacas lecheras de alta producción. Así mismos también experimentos conducidos con vacas que recibieron heno como único suplemento, también indica que el heno puede ser suplementado en diferentes formas incluyendo en su forma de heno largo, heno picado agregado al concentrado o pellets o cubos de heno, donde la cantidad a suplementar puede variar desde 0.9 a 3.9 Kg/día (Stockdale 1999).

2.3.2. Estrategias de uso de paja de cebada en ganadería

Al respecto de la alimentación de los animales alto andinos en su mayoría son al pastoreo y en forma extensiva, tal como lo realiza el productor campesino y ocasionalmente complementa la alimentación con el uso de rastrojos de maíz y otros residuos. También la ganadería bovina altoandina sostiene problemas en la producción y han evidenciado serias limitaciones en cubrir sus requerimientos nutricionales para la sobrevivencia y expresión de sus potencialidades productivas, debido a factores como la nutrición, siendo fundamental en la producción pecuaria alto andina (Lachmann y Araujo 2007). Sin embargo, Flores (2001) señala que la mayoría de las vacas están sub alimentadas, lo que provoca una baja producción

de leche diaria, pero si mejoramos la alimentación con una ración balanceada y rica en energía la producción de leche incrementaría en estas zonas. La variabilidad y disminución de la producción, generalmente está relacionada con la baja cantidad y la pobre calidad del forraje disponible, también afecta factores como el manejo y el potencial genético de los animales (Holmann 2002).

Entonces la distribución de los alimentos y el comedero deben de adaptarse a las necesidades de la explotación, con acceso cómodo y fácil a la ración, para conseguir la máxima ingestión. En la actualidad, los sistemas proporcionan a la vaca mayor tiempo de ofrecimiento de alimento en el comedero, para poder aprovisionarse de acuerdo a su necesidad de alimento. El sistema más empleado son las raciones semicompletas, caracterizado por el suministro de la mezcla de forrajes y subproductos por separado y luego se suministra el alimento no forrajero, las cuales se distribuye en comederos. El sistema de raciones completas o integrales es cuando suministramos una mezcla de todos los componentes de la ración, con la finalidad de reducir la capacidad de selección del animal. Este picado disminuye la calidad de la fibra, la salivación y la rumia, situación que se puede ver agravada cuando los subproductos presentan bajos porcentajes de fibra, o el procesado que han recibido disminuye el tamaño de las partículas. Nocek y Tamminga (1991) observaron que el tamaño de partícula influye en el proceso de digestión y en la producción. A modo de aclaración, aportan la idea de que inicialmente, las partículas del alimento son menos densas que el agua. La hidratación de estas partículas, que se ve favorecida por la masticación, salivación y digestión, aumenta su densidad, va al fondo del rumen desde donde pasan al intestino con mayor facilidad. Estudios realizados por Reis y Combs (2000); Wales *et al.* (2001), reportan que la suplementación con heno en vacas lecheras en lactancia temprana no tuvo efecto de la suplementación sobre la producción de leche. Sin embargo, Rearte *et al.* (1986) encuentra incremento en la producción de leche con suplemento de heno largo, pero cuando el heno era picado o agregado al concentrado encuentra similar producción de leche.

La ración de un animal puede dividirse en forrajes y alimentos no forrajeros, en estudios realizados por Armentano y Pereira (1997) y Mertens (1997), afirman que la fibra neutro detergente (FDN) proporciona una descripción útil de los forrajes y de otros alimentos, pero, como única medida de la fibra, presenta problemas en raciones con forrajes picados y subproductos con alto contenido en fibra. Grant (1997) apunta a la necesidad de unir al análisis químico de FDN la capacidad de estimular la actividad masticatoria, capacidad que

Balch (1971) ya recomendaba utilizar como un índice de valoración de los forrajes y de otros alimentos fibrosos.

La utilización de la paja de los cereales como alimento, incrementa la disponibilidad de recursos alimenticios en la época de estiaje, existiendo una falta de forrajes (Egaña y Wernli 1982), pero su baja digestibilidad, bajo contenido de energía y de proteína y su alto contenido de fibra determinan baja calidad del forraje. Como consecuencia de la composición química y física de este subproducto, la cantidad de nutrientes aportados sería insuficiente para promover una fermentación ruminal efectiva cuando se aporta paja, actuando como factor limitante para alcanzar un alto nivel de producción (Caas 1998). Según rskov (1990), la paja picada tratada con soluciones alcalinas de hidróxido de sodio (NaOH) es un procedimiento rápido que proporciona un aumento casi instantáneo de la digestibilidad en comparación con otros tratamientos.

Estudio realizado por Haddad *et al.* (1998) demostraron la efectividad de la paja de trigo tratada con 3 por ciento p/p de NaOH y 3 por ciento p/p de hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en su composición química y la respuesta productiva de vacas en lactancia. Existen múltiples investigaciones en el tratamiento químico de la paja sobre su composición nutricional (Canale *et al.* 1990), digestibilidad (Canale *et al.* 1990; Haddad *et al.* 1995), respuesta productiva (Cameron *et al.* 1990) y sobre el funcionamiento del rumen (Haddad *et al.* 1998).

2.4.RECURSOS ALIMENTARIOS PARA LA GANADERÍA EN EL VALLE DEL MANTARO

En el Perú una de las regiones consideradas con más vulnerabilidad a los factores de cambio climático es el Valle del Mantaro por la ubicación geográfica y por la importancia de esta región que abastece alimentos a Lima (IGP 2012). Actualmente el río del Mantaro y las partes altas de la cuenca, presenta heladas, sequías, huaycos y sedimentación de ríos, en las zonas de Jauja, Concepción, Huancayo y Chupaca el principal problema es la helada que afecta a los cultivos y con la ausencia de lluvias, así mismo también la excesiva parcelación de terrenos para el uso agrícola (CNMNUCC 2010). Por tanto, el cambio climático ocasiona pérdidas de 25 por ciento del valor del flujo de ingresos en la actividad productiva, que afecta la economía familiar rural, para el 2060 (Seo y Mendelsohn 2008). La disminución de las precipitaciones conlleva aun deshielo de las cordilleras, afectando a una disminución de la cantidad de agua para el crecimiento y abastecimiento de pastos naturales en las áreas de pastoreo, que podría ocasionar la disminución de los animales domésticos por la baja

disponibilidad pastos palatables que son parte de la alimentación animal en la zona andina Castro (2010).

En la sierra central de Peru, las áreas dedicadas al pastoreo de ganado esta conformada por áreas de tierras utiizadas para culttivo, ademas existen diferentes sistemas alimentición donde se combina la agricultura con el pastoreo de animales, con el fin aprovechar los residuos de cosecha o subproductos agrícolas que son recursos alimenticios excedentes de la agricultura. En la zona existen excedentes estacionales de subproductos agrícolas que son utilizados en las épocas de escasez, insumos propios de la zona, que aun no se conoce la calidad nutritiva de los alimentos, que es utilizado por la gran proporción de los ganaderos como alternativa a los rastrojos de la cosecha en la escaces de forrajes. Donde los animales alimentados en la época de lluvia obtienen pasturas con buena calidad de nutrientes y con respuesta animal satisfactoria en la producción. En cambio, en la época seca existe una escasez de pastos con producciones de leche muy baja, contituyendo una preocupacion para los productores que buscan alternativas de alimentación durante el periodo de déficit, utilizando ensilajes, henos y rastrojos (Lafore 1999).

Fernandez-Baca y Bojorquez (1994) realizaron una encuesta en el Valle del Mantaro, a 219 fundos utilizan forraje verde en la alimentación de vacunos mediante el pastoreo directo, corte y acarreo o en diferentes combinaciones. Donde el 70.3 por ciento de los fundos utilizan un sistema de alimentación mixta de pastoreo y corte. También el 84.5 por ciento de fundos utilizan suplemento en la alimentación, empleandose la sal mineral (73.2 por ciento) y la mayoría de los encuestados (81.7 por ceinto) preparan su propio concentrado a base de afrechillo de trigo. Además, los subproductos utilizados como los rastrojos de paja, ensilado, chala y los excedentes de la cosecha que se incluían en la alimentación del ganado.

Los recursos alimentarios mas usados en el valle del Mantaro como subproductos forrajeros de cultivo son el maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*), haba (*Vicia faba*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), siendo los cultivos altoandinos con uso forrajero y preveen grandes volúmenes de residuos agrícolas para la alimentación animal (Ruiz y Tapia 1983). Estos residuos agrícolas son altamente fibrosos que son clasificados en residuos de cosecha, agroindustria, malezas o vegetación natural que se dearrolla en los campos de cultivo además que son recursos de muy variado valor nutricional y varia su disponibilidad en la distribución estacional. Las plantas antes mencionadas pueden ser utilizados en forma entera (tallos, hojas y frutos), así mismo

también se aprovecha en forma de residuos como las hojas y tallos. Además, que el valor alimenticio de los residuos agrícolas es bajo debido a que son alimentos de alto contenido de fibra y lignina con deficiente cantidad de nitrógeno, minerales y vitaminas. Se debe tomar en cuenta en la planta que la reducción del contenido de proteína es debida a la madurez de la planta y el incremento de la pared celular.

Los residuos agrícolas más usados en la alimentación animal son la paja de cebada, alimento muy duro porque su cosecha se realiza cuando el grano está completamente maduro a pesar de este proceso de maduración la paja no es una limitante para consumo animal. La producción de paja de cebada se estima a un volumen de 4 TM/Ha, paja que es utilizada mayormente en la alimentación en la época seca (Florez y Bryant 1990). Así mismo la paja de trigo es uno de los tallos más macizos, que posteriormente se vuelve hueco, que también tiene un periodo de maduración que corresponde a la fase del periodo vegetativo, donde se da la acumulación de almidón en el grano (Gerrero 1992). También los rastrojos de habas son plantas anuales con características de tallos cuadrados con alares cada ángulo sin pelos y que alcanzan un tamaño de 1.20 cm de altura. Además, que la paja tiene un alto contenido de proteína (22 – 25 por ciento) y posee materias nitrogenadas que son fijadas por el suelo es un cultivo que mejora el suelo. De la misma forma también los rastrojos de arvejas que son aceptadas en la alimentación del ganado, en principal paja de arveja es consumida por los ovinos (Guerrero 1992). Sin embargo, Lafore (1999) menciona los rastrojos más utilizados son las pajas (cebada, 22 por ciento; trigo, 28 por ciento y avena, 37 por ciento), pero debido a su bajo valor nutritivo los ganaderos lo usan mezclado con alfalfa para aumentar su palatabilidad y valor nutritivo.

Otros recursos alimentarios usados en la alimentación animal en el Valle del Mantaro, constituyen los residuos de la agroindustria que son subproductos de trigo y cebada que vienen a ser productos de la molienda del trigo para producir la harina de consumo humano. Los productos disponibles son el afrecho, afrechillo, moyuelo y harinilla (Florez y Briant 1990). Por otro lado, la cebada que se utiliza en la fabricación de cerveza, que también produce subproductos de cerveceria como el polvillo de malta y el orujo de cerveceria, presentando una disponibilidad de valor proteico de 26 por ciento.

En todo alimento o forraje es necesario conocer sus valores nutricionales así como la digestibilidad, para determinar la proporción de alimento que fue asimilado por el animal. Entonces la digestibilidad es un parámetro importante en la evaluación del valor nutritivo de

los forrajes debido a que mide el grado de utilización digestiva de un alimento, que representa la fracción de sustancias digestivas que no son excretadas en las heces. Sin embargo, Aron (1989) indica que la digestibilidad que se calcula mediante el uso de animales, no expresa la digestibilidad real del alimento si no la aparente, esta se debe a los restos celulares provenientes de la erosión del tubo digestivo, residuos de secreciones glandulares y de bacterias encontradas en la fracción del alimento ingerido. Por lo que el valor nutritivo de los forrajes se determina en función a su composición química, digestibilidad aparente de la materia seca y la naturaleza de los productos.

McDonald (1986), define que la digestibilidad de un alimento está íntimamente ligado a su composición química. La fracción de fibra bruta de un alimento influye negativamente sobre su digestibilidad. La digestibilidad aparente de la proteína bruta depende mucho de la proporción de la proteína en el alimento. Así mismo la digestibilidad de un alimento se define con más exactitud como la proporción del alimento que no es excretado con las heces y que se supone que ha sido absorbido. Enonces, el estado vegetativo de los pastos naturales y cultivados, es uno de los factores más importantes que incide alteraciones en la composición química y la digestibilidad de los forrajes (Cordova 1993). Shimada (1983), afirma que la digestibilidad varía de acuerdo a los factores propios del alimento, o por efecto de consumo de los animales. En general la digestibilidad de los granos de cereales fuente de azúcares y almidones es elevada en todas las especies, pero la digestibilidad es baja en la cebada y avena por su fracción fibrosa que poseen ambos alimentos. Los forrajes pueden variar su digestibilidad de acuerdo al estado de madurez de la planta que son la principal causa de variación.

El desarrollo de la ganadería en la sierra de nuestro país es un recurso de explotación extensiva, actividad que urge mejorar con fines de enfrentar a los factores medio ambientales que afectan negativamente a la ganadería y agricultura, así también al manejo de los recursos naturales, por la disminución de la disponibilidad y la calidad de los forrajes, en vista que la ganadería es sensible a los efectos de incremento de temperatura y la presencia de escasez de precipitaciones ocasionando sequías y falta de agua para consumo animal (Gómez y Fernández 2009). Así mismo también colabora en la sostenibilidad de la seguridad alimentaria del país, y generando ingresos económicos en la ganadería campesina, con conocimientos ancestrales sobre los sistemas de producción y desarrolla prácticas de crianza en distintos medios naturales, por lo que es importante mejorar esta actividad en las poblaciones rurales (Torres 2008). Frente a esta situación la crianza de vacunos representa

un tercio del total de las actividades pecuarias, la población de vacunos en los últimos años tuvo un incremento de 32 por ciento, detectándose el estancamiento producido en 1990, debido a la falta de promoción de los productos y abandono de esta actividad ganadera, generándose la migración masiva del poblador andino a las ciudades costeras (Vivanco 2007), sin embargo, desde el 2008 se observa un crecimiento ascendente (INIA 2013).

Las razas predominantes en el valle del Mantaro, se puede observar que Gave (2010) caracterizó la actividad lechera en organizaciones de los productores lecheros de la provincia de Jauja, en los meses de julio y agosto, presenta la distribución de ganado según razas: ganado mejorado 27.8 por ciento, criollo 28.5 por ciento, Brown Swiss 24 por ciento y Holstein 19.6 por ciento. Según, Gamboa (2012), encuentra razas predominantes en pequeñas explotaciones ganaderas de: 37 por ciento razas criolla, 36 por ciento Holstein y 27 por ciento Brown Swiss, para medianas explotaciones, la raza predominante es: 43 por ciento Holstein, 31 por ciento Brown Swiss y 26 por ciento razas criolla y para grandes explotaciones el 59 por ciento razas Holstein, 36 por ciento Brown Swiss y 5 por ciento Criollo. Por otro lado, Viera (2013) caracterizó los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción, dichos distritos presentan razas predominantes de 64 por ciento Holstein, 18 por ciento de Brown Swiss y 18 por ciento de cruces entre ambos.

Respecto a la producción de leche en el Valle del Mantaro, según Cortijo *et al.* (2010), proviene de productores grandes con explotaciones especializadas o de pequeños productores con diferente grado de especialización en el manejo de hatos lecheros que la mayoría funcionan en base a modelos intensivos, con pocos animales y sin mayor especialización. Según estadísticas del sector agrario, el año 2013 la región producía 126,600 litros diarios con 30,600 vacas en ordeño, de este porcentaje el 73 por ciento, proviene del Valle del Mantaro. En el período 2014, la región generó 132,500 litros diarios de leche con 32,500 vacas en ordeño, habiéndose incrementado en 4 por ciento con relación al año 2013. Actualmente según el ranking productivo la provincia que lidera es Concepción con 36,600 litros diarios con 6,000 vacas en ordeño, seguido por la provincia de Junín con 21,000 litros diarios con 5,700 vacas en producción. En tercer lugar, está la provincia de Huancayo con 19,000 litros diarios con 5,400 vacas, mientras que la provincia de Jauja genera 15,800 litros diarios con 2,900 vacas en ordeño. Además, que la producción de leche es muy variable por vaca y por hato, variando entre 5 litros y 300 litros/día/hato.

La clasificación de la ganadería bovina lechera en el Valle del Mantaro, estudios realizados por diferentes autores demuestran la variabilidad de la producción de leche de acuerdo a la zona y escalas de producción; según Fernández - Baca y Bojórquez (1994), señalan en tamaño de menos de 5 vacas, tienen 1.4 vacas en ordeño y producen 6.5 litros, de 5 a 10 vacas tienen 2.4 vacas en ordeño y producen 7.1 litros y de 11 a 20 vacas tiene 4.9 vacas en producción y producen 9.4 litros de leche al día. Resultados similares encontrados por Huamanchaqui y Porras (2004), caracterizaron la producción y comercialización de la leche fresca en el Valle del Mantaro, en los meses de junio a diciembre, mediante un muestreo estratificado, clasificaron en pequeños, medianos y grandes productores, donde los pequeños productores representan el 50.4 por ciento, con dos vacas en ordeño y con rendimientos de 6.35 litros de leche por vaca/día. El 30.5 por ciento está conformado por medianos productores con 3 vacas en ordeño y con una producción de 7.04 litros de leche por vaca/día. El 19.14 por ciento son grandes productores con 7 vacas en ordeño y con una producción de 8.09 litros de leche por vaca/día.

Por otro lado, en la provincia de Concepción, Gamboa (2012), realiza una caracterización de la estructura productiva ganadera, en el mes de agosto, mediante el análisis cluster, obteniendo que el 58.9 por ciento son pequeños productores con 2 vacas en producción de un total de 6 animales y producen 8.61 litros de leche por vaca/día. El 30.82 por ciento conforma los medianos productores con 5 vacas en producción de un total de 11 animales y producen 10.73 litros de leche por vaca/día. El 10.27 por ciento son grandes productores con 9 vacas en producción de un total de 19 animales que producen 12.53 litros de leche por vaca/día. Valores semejantes obtiene Fuentes (2014), en pequeños productores que tienen entre 2 a 5 vacas y presentan una producción de 8.6 litros de leche por vaca/día, medianos productores tienen de 6 a 10 vacas con una producción de 10.7 litros de leche por vaca/día y los grandes productores presentan entre 11 a 19 vacas con una producción promedio de 12.5 litros de leche por vaca/día. Así mismo, Salazar (2012) realizó una caracterización en pequeños productores del distrito de Molinos, encuentra promedios del total de 7.9 animales con una producción promedio de 13.4 litros por vaca al día.

El destino de la leche producida en los distritos de Concepción, Matahuasi, Santa Rosa de Ocopa, Apata, San Lorenzo y El Mantaro, en su mayoría son destinados al autoconsumo, por su parte Fernández-Baca y Bojórquez (1994) realizaron diagnóstico en los distritos antes mencionados, donde el 94.9 por ciento de productores destinan la leche al autoconsumo. En relación al precio del litro de leche, fue de \$0.41 y \$0.44 por litro en época de lluvias y seca

respectivamente para acopiadores informales, y de \$0.37 y \$0.40 en época de lluvias y seca para acopiadores formales (Fuentes 2014). Mientras que Huamanchaqui y Porras (2004), mencionan que el precio por litro de leche es de 0.93; 0.86 y 0.84 soles/litro en promedio, en las fincas del pequeño, mediano y grande productor respectivamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PAJA DE GENOTIPOS DE CEBADA

3.1.1. Evaluación del rendimiento y calidad de la paja de 25 genotipos de cebada

a. Ámbito experimental

El experimento se realizó entre los meses de Diciembre del 2016 a Junio de 2017, en la campaña 2017, en el fundo San Juan de Yanamuco - Instituto Regional de Desarrollo de Sierra (IRD-Sierra), de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el Valle de “El Mantaro”, distrito San Lorenzo, provincia Jauja, departamento Junín a una altitud: 3,200 msnm; temperatura: 8.6 °C y precipitación anual: 130.6 mm/año. El análisis de valor nutricional fue realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (LENA).

b. Material Genético

Se utilizaron semillas botánicas de 25 líneas mutantes de cebada (generación M₈), desarrolladas a partir de la variedad comercial UNA La Molina 96, mediante irradiación gamma; con mutaciones morfológicas en la inflorescencia (Aldaba 2013).

Las características agronómicas cuantitativos, cualitativos y de calidad de la variedad UNA La Molina 96 consideradas en promedio son: se desarrolla a una altura de 3600 msnm, presenta buen potencial de rendimiento, hábito primaveral y es semiprecoz, altura de 10 cm, espiga a los 60 – 70 días, madura a los 110 – 130 días, es de 6 hileras, posee una espiga ligeramente inclinada con densidad intermedia. El grano se caracteriza por ser mediano y redondeado, con cascara medianamente gruesa y de color claro a amarillo depende de la condición climática. Es resistente a la Roya morena y amarilla, tolerante a manchas foliar (*Pyrenophora graminea* y *Cochliobolus sativus*) resistente y tolerante al acame o tumbado (AGROENFOQUE 1997).

c. Características y análisis de suelo

❖ Física

- Topográfica : Con pendiente casi a nivel alrededor del 2 por ciento, con ondulaciones suaves.
- Drenaje natural : Moderado a bueno.
- Profundidad efectiva : Moderadamente Profundo.
- Arena : 40 por ciento
- Limo : 34 por ciento
- Arcilla : 26 por ciento
- Clase textural : franco arenoso

❖ Químicas

- Materia orgánica : 1.62 por ciento
- P – disponible : 6.4 ppm.
- pH : 8
- CaCO₃ : 1.52 por ciento
- Capacidad de intercambio : 26 me/100g
- Cationes intercambiables (me/100g) : Ca: 26.2; Mg: 4.41; K: 0.45; Na: 0.21

d. Características del campo experimental

La instalación y manejo de los 25 genotipos de cebada, tuvo un área experimental de 793 m² de extensión total, en cuyo interior se ha instalado los 3 bloques con 25 parcelas tal como se muestra en la tabla 3. Las dimensiones y características fueron las siguientes:

Tabla 3. Croquis de distribución al azar de genotipos en las parcelas

BLOQUE I	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25
BLOQUE II	G1	G9	G16	G7	210	G19	G3	G11	G18	G22	G4	G12	G21	G24	G2	G14	G17	G5	G13	G20	G23	G6	G8	G15	G25
BLOQUE III	G16	G21	G19	G15	G17	G18	G9	G8	G12	G14	G11	G10	G13	G5	G7	G4	G3	G2	G1	G6	G25	G22	G23	G24	G20

Fuente: Elaboración propia

- N° de repeticiones (Bloques) : 3
- N° de entradas (por bloque) : 25
- Distancia entre bloques : 1.0 m
- N° de surcos (parcela) : 4
- Ancho de surco : 0.35 m

- Longitud de parcela : 3 m
- Ancho de parcela : 1.4 m
- Área total de la parcela : 4.2 m²

e. **Conducción del experimento**

(a) Antes de la rotura se realizó una limpieza del campo experimental, sacando los restos de la cosecha anterior. La aradura se hizo con tractor de arado de disco y luego la rastra para un mullido del terreno. (b) Fertilización: dosis recomendada, previo análisis de suelo, de 60-40-0 (N-P-K), 40 y 20 unidades de nitrógeno empleadas en la siembra y macollamiento respectivamente. (c) Siembra: Se marcó la línea base de los surcos. La parcela constó de cuatro surcos, con distancias entre ellos de 1 m y 3 m de largo por cada surco, en 4,2 m² de área neta por parcela. Se dividió los bloques y se trazó con yeso, la distancia entre surcos de 0,35 cm. La cantidad sembrada fue de 63 gr de cebada por parcela, se consideró la dosis de 150 kg/ha utilizado para siembra para producción de grano. La siembra fue a chorrillo, tapándose la semilla con zapapico de punta y pala ancha manualmente. (d) Control de vegetación espontánea con aplicación de herbicidas U-46 y 2,4-D a dosis de 0,5L/ha preparado para 100 litros de caldo. (e) Cosecha: se realizó de manera manual y mecanizada con grano en estado dentado implicando momento de la cosecha y la humedad de cosecha comercial varió entre 12 por ciento a 14 por ciento. Se procedió a cortar con la hoz al ras de suelo las plantas y luego trillar con una trilladora estacionaria. (f) Limpieza final: después de trillar, los granos no están completamente limpios, existiendo impurezas, para ello se empleó un ventilador estacionario con un tamiz fino para eliminar material ligero.

f. **Evaluación de caracteres agronómicos**

- **Cantidad de plantas emergidas:** Se contabilizó el número de plántulas emergidas en los dos surcos centrales. Con el fin de determinar la cantidad de el número total de plantas emergidas en cada tratamiento. Esta evaluación se llevó a cabo a los 20 días después de la siembra.

- **Altura de planta.** - Se midió la altura de 10 plantas al azar por tratamiento utilizando una regla de madera graduada en 2.0 m, la medida se tomó desde la superficie del suelo hasta el final del ápice de la espiga, independientemente de la longitud de las aristas.

- **Número de hojas.** - En esta variable se observó primero que todas las plantas estén en la madurez fisiológica y que completaron su desarrollo del espigado total, luego se contabilizo

la cantidad de hojas por tallo de cebada, esta evaluación se repitió en 10 plantas tomadas al azar dentro de la parcela por tratamiento.

- **Tiempo de maduración.** - Esta variable se contabilizó los días transcurridos desde el primer día de siembra, hasta el día que las parcelas presentes el 50 por ciento a más de las espigas estén maduros los granos fueron considerados maduros cuando alcanzaba una humedad de 14 por ciento.

- **Nº de espigas/m².**- Se contó en el momento de la madurez fisiológica del cultivo en los dos surcos centrales de cada parcela, midiéndose el área de los 2 surcos centrales se determinó el área de m².

- **Nº de granos/espiga.** - Se cortó 10 espigas en forma al azar de cada una de las parcelas experimentales en la etapa de madurez muy cercana a la cosecha, se realizó mediante la trilla manual y se contabilizó el número de granos en cada espiga.

- **Peso de mil granos.** - Se obtuvo mediante el contado de mil granos de cada parcela y pesándolo en una balanza digital en gramos (g).

- **Rendimiento de grano.** - Fueron recolectados en la cosecha de cada parcela, luego se hizo la limpieza del sobrante de paja que quedó de la cosecha. En una balanza eléctrica se obtuvo el peso de grano, correspondiente a una parcela y los resultados se expresaron en kg/ha.

g. Evaluación del rendimiento, composición química y digestibilidad de la paja

- Producción de grano seco y paja de cebada en kg/ha

Se cosechó en grano seco con mayor porcentaje de granos maduros para calcular el rendimiento de la biomasa (grano y paja) de cada unidad experimental, con el promedio se estimará la producción kg/ha. La evaluación del rendimiento agronómico se obtuvo midiendo el rendimiento de grano / hectárea (kg/ha), y de paja / hectárea (kg MS/ha).

- Composición y digestibilidad de la paja de cebada

La evaluación nutricional de la paja de cebada se realizó mediante determinación de la composición química, siguiendo las normas técnicas de la AOAC (2005). Se obtuvo materia seca, materia orgánica, ceniza, proteína cruda y fibra neutro detergente. Para las pruebas de digestibilidad in vitro se empleó la técnica de Tilley y Terry (1963), retocada por Van Soest *et al.* (1966) determinándose la digestibilidad in vitro de la materia seca, materia orgánica y fibra neutro detergente. Las muestras fueron incubadas con licor ruminal por 48 horas,

ocurriendo la fermentación del alimento, realizada por los microorganismos ruminales. Esto permitió obtener valores de digestibilidad verdadera mediante la determinación de los constituyentes no digeridos de las paredes celulares.

- **Determinación de la Energía Neta de lactación**

La energía neta de lactación ($EN_L = \text{Mcal/kg MS}$) de la paja de cebada se estimó a partir de los valores de proteína y fibra detergente neutra, mediante la ecuación de predicción de Robinson *et al.* (2004), bajo la siguiente formula:

$$EN_L (\text{Mcal/kg MS}) = (0.82 - (0.00661 * \% \text{ FDN}) + (0.00557 * \% \text{ PC})) * 2.2046$$

Dónde: EN_L =Energía Neta de lactación, FDN=Fibra Detergente Neutro; PC=Proteína Cruda.

- **Identificación de genotipos de doble propósito**

Para la identificación de 2 genotipos de doble proposito se realizó un ranking mediante la hoja Excel donde se asignó un número del 1 al 25 a cada uno de los genotipos de acuerdo a las 4 características evaluadas como rendimiento de paja (kg/ha), contenido de proteína cruda (por ciento), digestibilidad *in vitro* de la materia organica (por ciento) y la energía neta de lactación (Mcal/kg MS), y al rendimiento de grano (kg/ha). Donde 1 es el mejor genotipo y el 25 el peor genotipo en las características evaluadas. Luego se realizo el promedio simple del ranking de las características de paja y finalmente se hizo un segundo promedio simple del ranking de la paja y del grano (50:50), dándole misma importancia a las características evaluadas.

h. Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos se procesaron en Microsoft Excel 2013 y evaluados con el diseño de bloques completo al azar con 25 tratamientos (genotipos de cebada) y 3 repeticiones; utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 9.4) Los resultados se analizaron mediante el Análisis de varianza y la comparación de medias y se utilizará la prueba de significación de Tukey ($p < 0.05$).

El modelo aditivo lineal considerado es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta observada.

μ = Efecto común de las observaciones en general

$\alpha_i = 1, 2, \dots, 25$ efecto de los tratamientos

$\beta_j = 1, 2, 3$ efecto de los bloques

\sum_{ij} = Error del modelo experimental

3.1.2. Evaluación del rendimiento y calidad de la paja de dos genotipos mejorados de cebada doble propósito

a. Ámbito experimental

El experimento fue conducido desde diciembre del 2017 a agosto del 2018, en dos localidades colidantes que pertenecen a la sierra central peruana: Chahuas y Sallahuachac, en Jauja, Junin a 50 km de la capital del distrito, en las coordenadas 75° 32' 50" de longitud oeste, y 11° 57' 56" de latitud sur, a una altitud de 3308 y 3810 msnm, respectivamente, Holdridge (Holdridge 1967). El clima se caracteriza por una temperatura mínima y máxima de la zona en estudio varía de 0.7 a 19.5°C durante el año, con una precipitación mensual promedio de 72 mm a partir de octubre a marzo en la estación lluviosa pronunciada y de 22 mm de abril a septiembre en la estación seca de acuerdo al registro histórico de la Estación Meteorológica La Oroya, en los años 1969-2002 (Instituto Geofísico del Perú 2005).

b. Material genético

Se utilizó semillas botánicas de dos líneas mutantes de cebada en generación M₈, siendo los genotipos UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-326, que fueron identificados con mejores características para una cebada de doble propósito (grano y paja) de un estudio previo en parcelas demostrativas, y elegidas a partir del ranking de 25 genotipos de cebada de doble propósito (Llacsá *et al.* 2020). La semilla de cebada de la variedad local se usó como el grupo testigo. La variedad local Andina del centro es una semilla que crece desde el nivel del mar hasta los 3600 msnm, presenta bajo rendimiento (3.5 Ton/ha), es semiprecoz, posee una espiga ligeramente inclinada con densidad intermedia, se observó que la mayoría de los productores practican la agricultura de subsistencia, es la razón de la permanencia de la semilla propia de la zona.

c. Características y análisis de suelo

Se muestreó el suelo a 20 cm de profundidad en diferentes puntos de la superficie del campo experimental, obteniéndose una muestra compuesta representativa, la que se llevó para su análisis físico – químico al laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes del Departamento de Suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

d. Características del campo experimental

La instalación y manejo de los dos genotipos de cebada y la variedad local tuvieron un área experimental de 14 733 m² de superficie total. Las parcelas experimentales fueron dos bloques por comunidad, con un área superficial de 3 683 m², en cuyo interior se instaló tres parcelas de 1 228 m², para los dos genotipos y la variedad local como testigo.

e. Conducción del experimento

Las labores culturales consistieron en limpieza del campo experimental y rotura del suelo, con tractor de arado de disco y mullido con rastra agrícola. En diciembre, 2017, se sembró al boleó con densidad de siembra de 120 kg/ha para las tres variedades: dos mejoradas y la local, tapándose la semilla con picotas. Se identificaron y extrajeron manualmente la maleza de la parcela. Se cosechó en julio, 2018, con grano “frágil bajo el diente” (Madures fisiológica) y humedad de cosecha entre 12 por ciento a 14 por ciento. Cortándose con hoz al ras del suelo las plantas, pesándose el total de la biomasa, se trilló con el uso de caballos. Después de trillar, los granos aun con rastrojos fueron limpiados para proceder a su pesado y cálculo de producción de paja. Durante el desarrollo fenológico (estadio de plántula, floración y Madures fisiológica) se realizaron medidas de altura de planta, cantidad de granos/espiga y altura de la planta a la cosecha, en 10 plantas al azar en cinco puntos de evaluación por tratamiento, utilizándose regla de madera, cinta métrica y una balanza analítica.

f. Evaluación del rendimiento, composición química y digestibilidad de la paja

La evaluación nutricional de las pajas de cebada se realizó mediante la determinación de su composición química y digestibilidad *in vitro*. Las pruebas se desarrollaron en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. El análisis nutricional se realizó de acuerdo con las normas técnicas de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC 2005). Para determinar la materia orgánica, ceniza,

proteína cruda y la fibra detergente neutro, se evaluó mediante la metodología de ANKOM (200), (ANKOM 2005).

Se utilizó la técnica de Tilley y Terry (1963) modificada por Van Soest *et al.* (1966) para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, materia orgánica y fibra detergente neutro. Esto permitió obtener valores de digestibilidad verdadera mediante la determinación de los constituyentes no digeridos de las paredes celulares. Adicionalmente se estimó la energía neta de lactación (EN_L) expresado en Mcal/kg utilizando la ecuación de predicción de Robinson *et al.* (2004), donde: EN_L (Mcal/kg MS) = (0.82 - (0.00661* % FDN) + (0.00557*% PC))*2.2046.

g. Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos se procesaron en Excel (Microsoft, 2013) y fueron evaluados con el diseño de bloques completo al azar con 3 tratamientos (genotipos de cebada) y 4 repeticiones; con apoyo del programa estadístico Statistical Analysis System (SAS 9.4) para el análisis de varianza y la comparación de medias se realizó la prueba de significación de Tukey (p<0.05) (Calzada 1981). Bajo el modelo aditivo lineal de estabilidad siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \sum_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación cualesquiera del experimento.

μ = Media de la población

i = 1, 2,3 es el efecto del tratamiento

j = 1, 2, 3, 4 es el efecto de bloques

α_i = Efecto aleatorio del i-esimo tratamiento.

β_j= Efecto aleatorio del j-esimo bloque.

∑_{ij} = Error experimental

3.2.EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA PAJA DE CEBADA EN VACAS AL PASTOREO

3.2.1. Ambito experimental

La investigación tuvo una duración de un mes y se realizó en el mes de agosto (época seca), en la sierra central de Perú, en las comunidades alto andinas de Challhuas y Sallahuachac ubicada en las coordenadas 11°57'57"S, 75°33'00"O y 11° 56' 12.5"S, 75° 31' 58.4"O; de latitud sur y de longitud oeste, respectivamente; ubicadas a 3600 y 4000 msnm, al oeste del

distrito de Sincos, provincia de Jauja - Junín, a 50 km de la capital del distrito, en las coordenadas 75° 32' 50" de longitud oeste, y 11° 57' 56" de latitud sur, Holdridge (Holdridge 1967). En la época seca la temperatura mínima y máxima del aire oscila entre -0.3 °C y 16.9 °C, en esta región (Instituto Geofísico del Perú, 2005), y una precipitación pluvial promedio de 72 y 22 mm. en la época de lluvias (octubre a marzo) y época seca (abril a setiembre), respectivamente.

3.2.2. Animales

Se utilizaron 16 vacas criollas, con una homogeneidad en producción láctea (3 - 4 litros diarios), de similar edad (3-4 años), multíparas (2^{do} parto), mismo número de lactaciones (2^{da}) y peso vivo de 385 ± 17.12 kg, las cuales fueron distribuidas en dos grupos (n=8). Antes del inicio del experimento fueron desparasitados con triclabendazol más febendazole en una dosis de 10ml/100kg PV.

3.2.3. Conducción del experimento

El trabajo de campo fue realizado durante la época seca, en los meses de agosto y setiembre acompañando a las actividades diarias habituales del pequeño productor tales como el ordeño y la suplementación. Para la evaluación del efecto de la utilización de la paja de cebada en la producción de leche, se utilizó como suplemento la paja entera de cebada del genotipo UNALM96M6h-326 y la variedad local, pajas que fueron elegidas de un estudio previo de selección de la cebada de doble propósito Llacsá *et al.* (2020). En la tabla 1 se muestra el valor nutricional de la paja en contenido de proteína (PC), digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO), fibra neutro detergente (DIVFND) y energía neta de lactación (EN_L, Mcal/kgMS), para pajas del genotipo UNALM96M6h-326 y la cebada variedad local, respectivamente. La energía neta de lactación (EN_L) expresado en Mcal/kg, fue estimada utilizando la ecuación de predicción de Robinson *et al.*, (2004), donde: EN_L (Mcal/kg MS) = (0.82 – (0.00661 * % FDN) + (0.00557 * % PC)) * 2.2046.

Tabla 4. Composición química y valor nutricional de la paja de cebada

VARIABLES	PAJA DE GENOTIPOS	
	UNALM 96 M6h-326	Variedad local
PC (%)	5.4	4.8
DIVMO (%)	51.9	55.5
FDN (%)	50.0	46.8
CZ (%)	6.5	6
EN Lactación (Mcal/kgMS)	1.15	1.06
EN Lactación (Mcal/ha)	8455	7272
Proteína de Paja (kg/ha)	299	249

Fuente: Elaboración propia

Los animales seleccionados se alimentaron con paja entera del genotipo UNALM96M6h-326 y la variedad local, ambos tratamientos (paja), comparándose en dos grupos de vacas en producción (n=8), que tuvieron las mismas condiciones de manejo, el consumo de materia seca es de 2.5 – 3 por ciento de acuerdo a su peso vivo del animal, se dio 4 kgMS de paja tal como ofrecido por vaca/día, sin ningún otro ingrediente, en comederos individuales (a las 08:00 am por 15 minutos) después del ordeño, antes del pastoreo. La suplementación con paja de cebada duró 26 días, dividido en dos periodos de tiempos diferentes (13 días), cada periodo constó de 8 días de adaptación y 5 días de evaluación de producción de leche. Todas las vacas fueron mantenidas sobre las mismas praderas naturales formando dos hatos; no se afectó ni modificó el manejo del productor respecto al pastoreo que tuvo de 6.73 UA/ha de carga animal. La disponibilidad forrajera aproximada de 310.65 kg MS/ha. y la composición de la pradera usada para el pastoreo fueron áreas de pastos naturales asociadas como (*Festuca dolichophylla* – *Muhlenbergia fastigiata*); (*Festuca dolichophylla* – *Alchemilla pinnata*) y (*Festuca dolichophylla* - *Calamagrostis vicunarum*).

3.2.4. Evaluación de la producción de la leche

La producción de leche se determinó luego del ordeño manual en cada una de las vacas, una sola vez al día antes del pastoreo y con el ternero al pie. Dado el manejo de los productores, solo se cuantificó producción de 3 cuartos, dado que un cuarto era destinado al ternero. Se pesó la leche en un balde, con una balanza de tipo reloj, luego se homogenizó y se tomó una muestra de 30 ml/vaca, con 3 gotas de formol, para el envío al laboratorio.

3.2.5. Análisis de la composición de la leche

El análisis de la composición de la leche se realizó con el equipo MILKOSCAN, FT1, para determinar porcentaje de grasa, sólido no graso, proteína, lactosa, sólidos totales, densidad (g/cm^3) y urea (mg/dL). El servicio de evaluación fue realizado en el Laboratorio de Leche y Carne de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.2.6. Diseño experimental y análisis estadístico

La distribución del diseño fue dividir los animales en dos grupos ($n=8$) siendo alimentadas con ambos tratamientos y evaluados en dos periodos de tiempo. Los datos recogidos fueron procesados en hoja de cálculo Excel resultados que fueron evaluados a través de la tendencia central y dispersión, mediante el análisis de varianza bajo el diseño de cambio simple, considerando el efecto de la media general, del periodo del experimento, del animal y del tratamiento utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS 9.4). Los resultados se analizaron con estadística descriptiva consistente en promedios, desviación estándar, varianza mínima y máxima y coeficiente de variación de las variables en estudio y comparación de medias con la prueba de Tukey a una probabilidad de ($p < 0.05$).

Tabla 5. Esquema del Diseño Experimental

Tratamientos	Periodo I				Periodo II			
Cebada (paja mejorada)	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈
Cebada (paja local)	V ₅	V ₆	V ₇	V ₈	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄

Fuente: Elaboración Propia

El Modelo aditivo lineal considera:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + E_{ijkl}$$

Donde:

μ = efecto de la media general

α_i = efecto de la i -ésima periodo del experimento

β_j = efecto del j -ésimo animal

γ_k = efecto del k -ésimo tratamiento

E_{ijkl} = efecto del error experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PAJA DE 25 GENOTIPOS DE CEBADA

4.1.1. Caracterización agronómica de 25 genotipos de cebada

Los resultados se presentan en las Tablas 6 y 7 en el siguiente orden: caracterización agronómica y rendimiento productivo de la biomasa de la paja de 25 genotipos de cebada; reportándose del mayor a menor valor obtenido. La mayor cantidad de plantas emergidas la presentó la UNALM96M6h-329 y la menor la UNALM96M6h-617 con 305 y 182 plántulas respectivamente, no existe diferencias significativas, con un coeficiente de variabilidad (CV) de 26,5 por ciento. La altura de la planta para UNALM96M6h-615 y UNA 80 LINEA-525 fue la mayor de 99,2 cm y la menor de 81,4 cm, respectivamente, donde el CV fue de 6,9 por ciento. El número de hojas por tallo para UNALM96M6h-295 y CENTENARIO fue de 5,87 el mayor y 5,17 el menor, respectivamente, existiendo diferencias significativas, con CV de 3,7 por ciento. El número de espigas/m² para la UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-609 fue de 214 y 95 espigas/m² respectivamente, donde el CV fue de 5,5 por ciento. El número de granos por espiga para UNALM96M6h-728 y UNALM96M6h-333 fue de 72,6 y 52,20 granos/espiga respectivamente, presentando diferencias significativas, con CV de 9,2 por ciento. El peso de mil granos para UNALM 96 y UNALM96M6h-326 fue de 53,8 g y 40,8 g, se observó diferencias significativas, siendo su CV de 1,1 por ciento. En el momento de la cosecha se observa los valores de producción máxima y mínima, donde el rendimiento de grano para UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-588, fueron de 4884 kg/ha y 3204 kg/ha, respectivamente, manifestando diferencias significativas y su CV de 12,6 por ciento. El rendimiento de paja para UNALM96M6h-615 y UNALM96M6h-329, fue de 12719 kg/ha y 5896 kg/ha, respectivamente, observándose diferencias significativas, con CV de 19,8 por ciento.

Tabla 6. Caracterización agronómica de 25 genotipos de cebada

N°	GENOTIPO	Altura (60 d) (cm)	Número Plántulas	Cantidad Hoja/Tallo	Cantidad Espiga/m ²	Cantidad Grano/Espiga	Peso Mil Granos (g)	Días Espiga	Días Maduración	Altura Cosecha (cm)
1	UNALM 96 M6h-617	86,0	182	5,37 ab	214 a	70,3 Ab	49,1 b	72	147	104
2	UNALM 96 M6h-748	90,0	203	5,60 ab	131 jkl	68,0 Ab	46,9 cd	73	142	113
3	UNALM 96 M6h-615	99,0	264	5,60 ab	140 hijk	54,5 Ab	45,9 de	69	137	110
4	UNALM 96 M6h-333	98,0	213	5,50 ab	119 klm	52,2 B	42,7 hi	72	138	113
5	UNALM 96 M6h-307	92,0	267	5,53 ab	168 defg	63,4 Ab	45,7 def	73	138	113
6	UNALM 96 M6h-301	93,0	199	5,63 ab	137 ijk	60,8 Ab	47,0 cd	71	138	104
7	UNALM 96 M6h-571	94,0	218	5,37 ab	142 ghijk	60,3 Ab	44,0 gh	73	138	113
8	UNALM 96 M6h-728	93,0	232	5,23 ab	118 klm	72,6 A	42,2 ij	70	142	105
9	UNALM 96 M6h-306	89,0	272	5,50 ab	155 fghij	65,7 Ab	44,2 fgh	73	138	113
10	UNALM 96 M6h-567	93,0	190	5,43 ab	107 lm	67,8 Ab	47,8 bc	73	142	118
11	UNALM 96 M6h-326	95,0	232	5,43 ab	168 defg	59,8 Ab	40,8 j	69	138	109
12	UNALM 96 M6h-609	88,0	260	5,50 ab	95 m	61,4 Ab	45,3 efg	71	135	114
13	UNALM 96 M6h-604	99,0	213	5,50 ab	211 ab	64,8 Ab	47,8 bc	66	140	116
14	UNALM 96 M6h-335	95,0	207	5,47 ab	141 ghijk	67,4 Ab	41,1 j	73	140	119
15	UNALM 96 M6h-305	94,0	225	5,33 ab	196 abc	59,5 Ab	41,0 j	71	140	114
16	UNALM 96 M6h-595	94,0	191	5,40 ab	133 jkl	62,2 Ab	42,0 ij	69	137	110
17	UNALM 96 M6h-329	92,0	305	5,47 ab	185 bcde	57,5 Ab	43,0 hi	73	135	113
18	UNALM 96 M6h-603	93,0	185	5,43 ab	171 cdef	68,2 Ab	43,9 gh	73	138	110
19	UNALM 96 M6h-729	91,0	201	5,47 ab	194 abcd	65,2 Ab	44,8 efg	69	142	111
20	UNALM 96 M6h-347	90,0	234	5,30 ab	188 abcde	64,2 Ab	45,7 def	70	140	103
21	UNALM 96 M6h-588	92,0	223	5,53 ab	164 efghi	61,9 Ab	45,7 def	70	142	116
22	UNALM 96 M6h-295	92,0	202	5,87 a	149 fghij	55,7 Ab	42,7 hi	71	140	118
23	UNALM 96	95,0	261	5,63 ab	201 ab	61,9 Ab	53,8 a	69	143	110
24	CENTENARIO	92,0	245	5,17 b	167 defgh	57,3 Ab	48,9 b	71	137	114
25	UNA 80 LINEA 525	81,0	250	5,37 ab	137 ijk	61,2 Ab	53,0 a	76	148	122

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey (p<0,05)

4.1.2. Rendimiento de grano y paja de cebada

En la Tabla 7 muestra los rendimientos de grano y paja de cebada en el momento de la cosecha, mostrando variabilidad; los rendimientos de grano variaron de 3204 kg/ha a 4884 kg/ha entre genotipos como la UNALM96M6h-588 y UNALM96M6h-617 respectivamente mostrando diferencias significativas con un CV de 12.6 por ciento. Con respecto al rendimiento de paja, de igual manera, estos variaron de 5896 kg/ha a 12719 kg/ha entre los genotipos UNALM96M6h-329 y UNALM96M6h-615, respectivamente. Estos rendimientos en granos como en el caso de la variedad UNA 80 línea 525 se muestra superior (4798 kg/ha) se muestra superior a lo reportado por Romero y Gómez (1996) que, en condiciones de sierra, para la misma variedad, logró un rendimiento promedio de 2200 kg/ha. En cambio, en relación a la variedad UNALM 96, en campos comerciales en sierra, los mismos autores reportan un rendimiento promedio de 4700 kg/ha, superior al hallado en este estudio de 4330 kg MS/ha; sin embargo, muchos genotipos mutantes de la variedad UNALM 96 lograron superar este rendimiento de grano superiores.

Tabla 7. Rendimientos productivos de grano y paja de cebada de cada genotipo

N°	GENOTIPOS	Rendimiento de grano (kg/ha)	Rendimiento de paja (kg/ha)
1	UNALM 96 M6h-617	4884	10354
2	UNALM 96 M6h-748	4573	8840
3	UNALM 96 M6h-615	3868	12719
4	UNALM 96 M6h-333	4194	10092
5	UNALM 96 M6h-307	3972	9837
6	UNALM 96 M6h-301	4260	8756
7	UNALM 96 M6h-571	3926	8772
8	UNALM 96 M6h-728	4452	8643
9	UNALM 96 M6h-306	3915	9021
10	UNALM 96 M6h-567	3503	10545
11	UNALM 96 M6h-326	4534	9990
12	UNALM 96 M6h-609	3727	9051
13	UNALM 96 M6h-604	3889	11190
14	UNALM 96 M6h-335	3452	8374
15	UNALM 96 M6h-305	4211	7932
16	UNALM 96 M6h-595	4341	7564
17	UNALM 96 M6h-329	4342	5896
18	UNALM 96 M6h-603	4250	7496
19	UNALM 96 M6h-729	4552	7115
20	UNALM 96 M6h-347	3791	8352
21	UNALM 96 M6h-588	3204	10844
22	UNALM 96 M6h-295	4366	8571
23	UNALM 96	4333	8206
24	CENTENARIO	4660	8436
25	UNA 80 LINEA 525	4798	9170

En las Figuras 1 y 2 se grafican los rendimientos de grano y paja expresados en kg/ha ordenados en forma ascendente, donde, comparativamente, uno puede observar que los genotipos que logran mejores rendimientos de grano, no siempre tienen los mayores rendimientos de paja, este comportamiento estaría relacionado al hecho que un mayor rendimiento de grano demanda mayor traslocación de carbohidratos de tallos y hojas a los

granos para maduración (Flores y Malpartida 1987). El mutante UNALM96M6h-617 alcanzó el más alto rendimiento para grano. Como se aprecia en la figura 1. El mutante UNALM96M6h-617 no solo logró superar a la variedad UNALM 96, sino también, a las variedades Centenario y UNA80 Línea 525.

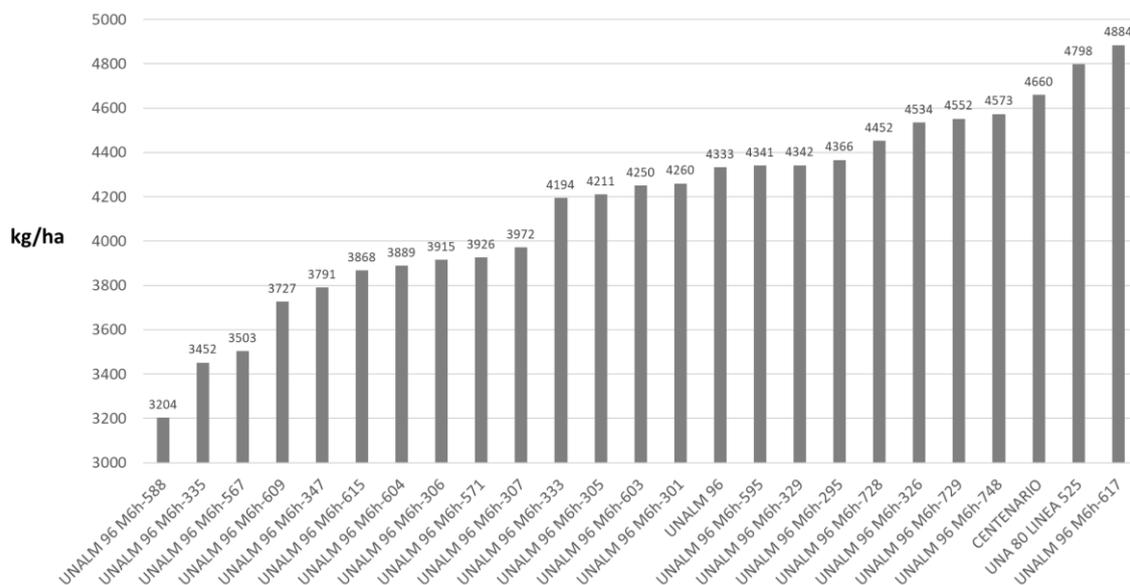


Figura 1. Rendimiento de grano de cebada de cada genotipo (kg/ha)

Con respecto a los rendimientos de paja, en la Figura 2 resalta el mutante UNALM96M6h-615 superando significativamente a las variedades UNALM 96, Centenario y UNA 80 Línea 525.

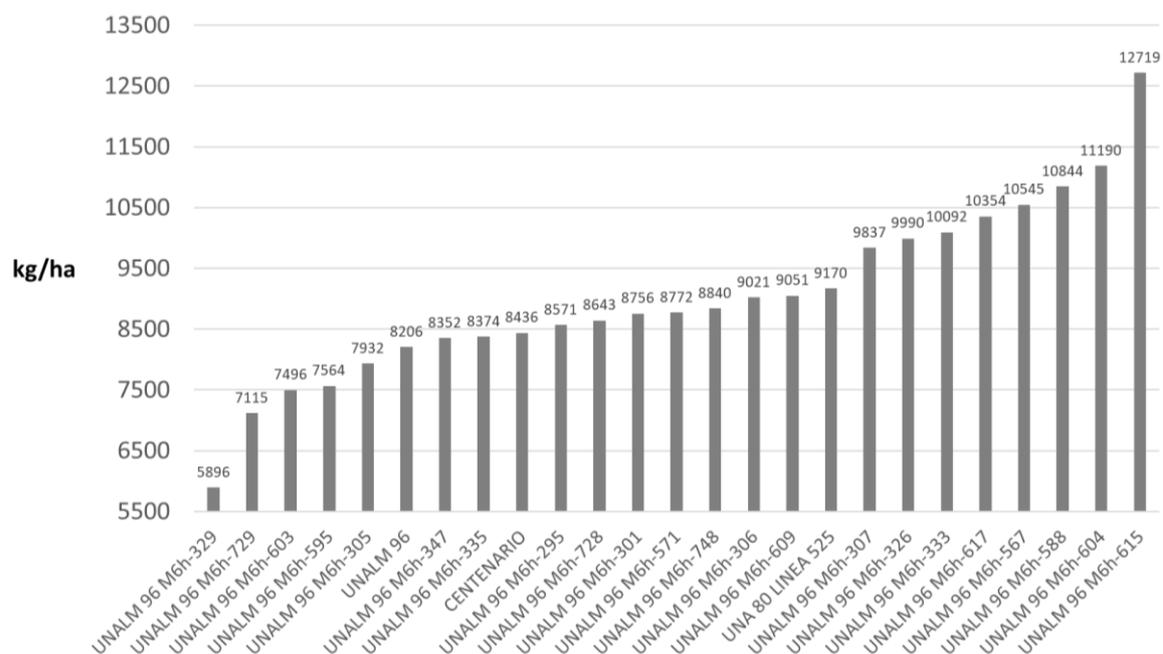


Figura 2. Rendimiento de paja de cebada de cada genotipo (kg/ha)

4.1.3. Relación entre rendimiento de grano y paja

Se observa en la Figura 3, que no hay relación entre rendimiento de grano y rendimiento de paja, este comportamiento estuvo determinado por las condiciones ambientales favorables como la humedad del suelo durante la etapa de floración y la madurez fisiológica. Durante el llenado de los granos, la fotosíntesis juega un papel importante en la tasa de crecimiento y la acumulación de la materia seca en el cultivo (Lopez – Castañeda 2011). También se observó que los genotipos que presentaron menor rendimiento de grano y mayor rendimiento de paja, demoraron el proceso de llenado de grano, por ello, en las sequías, las reservas acumuladas se encuentran disponibles en el tallo antes de la floración, las cuales constituyen la principal fuente fotosintética para el llenado del grano (Villegas *et al.* 2001).

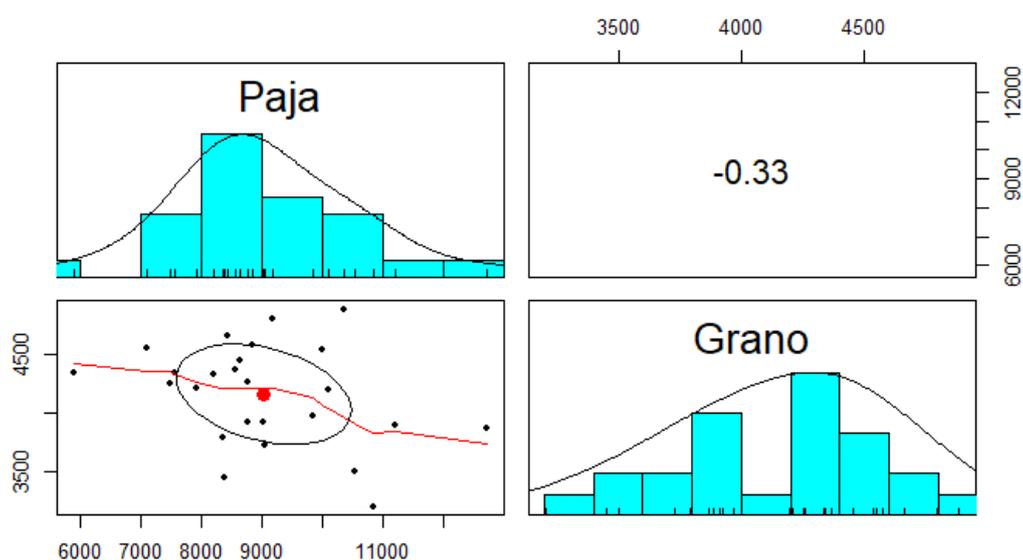


Figura 3. Relación entre rendimiento de grano y paja de cebada de cada genotipo

4.1.4. Composición química y digestibilidad de la paja de cebada

En la Tabla 8 se aprecia el valor nutritivo de la paja de cebada de los 25 genotipos. Con respecto al contenido de proteína cruda, estos valores se encuentran variando entre un mínimo de 2.2 por ciento de PC hasta un máximo de 3.0 por ciento de PC, presentándose diferencias significativas entre algunos genotipos, es de resaltar que, aproximadamente el 50 por ciento de los 22 mutantes muestran valores de proteína cruda superiores a los alcanzados por las variedades UNALM 96 (2.5 por ciento PC), Centenario (2.4 por ciento PC) y UNA 80 LINEA 525 (2.4 por ciento PC).

Tabla 8. Valor nutritivo de la paja de cebada de cada genotipo

N°	GENOTIPOS	PC (%)	DIVFND (%)	DIVMO (%)
1	UNALM 96 M6h-617	2.6 bcde	76.4 abcd	32.2 ab
2	UNALM 96 M6h-748	2.2 f	76.3 abcd	29.7 ab
3	UNALM 96 M6h-615	2.5 cdef	77.4 abc	30.6 ab
4	UNALM 96 M6h-333	2.5 cdef	75.9 abcd	31.1 ab
5	UNALM 96 M6h-307	2.4 ef	78.2 ab	28.7 ab
6	UNALM 96 M6h-301	2.4 def	77.2 abcd	29.2 ab
7	UNALM 96 M6h-571	2.5 def	77.4 abc	27.7 b
8	UNALM 96 M6h-728	2.8 abcd	73.1 d	30.1 ab
9	UNALM 96 M6h-306	2.6 bcde	75 bcd	27.5 b
10	UNALM 96 M6h-567	2.8 abc	73.9 cd	28.6 ab
11	UNALM 96 M6h-326	2.6 bcde	76.9 abcd	30.4 ab
12	UNALM 96 M6h-609	2.9 ab	76.2 abcd	27.8 ab
13	UNALM 96 M6h-604	2.4 def	77.7 abc	28.3 ab
14	UNALM 96 M6h-335	2.7 abcde	76.4 abcd	31.2 ab
15	UNALM 96 M6h-305	2.6 bcde	75 bcd	34.2 a
16	UNALM 96 M6h-595	2.5 def	79.2 a	30.2 ab
17	UNALM 96 M6h-329	2.6 bcde	75.8 abcd	28.6 ab
18	UNALM 96 M6h-603	2.4 def	77.3 abc	31.6 ab
19	UNALM 96 M6h-729	2.8 abcd	78.2 ab	29.3 ab
20	UNALM 96 M6h-347	3 a	74.9 bcd	31.8 ab
21	UNALM 96 M6h-588	2.4 def	75.7 abcd	30.2 ab
22	UNALM 96 M6h-295	2.4 ef	77.3 abc	31.4 ab
23	UNALM 96	2.5 def	78.2 ab	33.4 ab
24	CENTENARIO	2.4 ef	77.3 abc	32 ab
25	UNA 80 LINEA 525	2.4 def	75.8 abcd	30.6 ab

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey ($p < 0,05$)

Al respecto, en la Figura 4 se observan estos valores ordenados en forma ascendente, resaltando los mejores genotipos con 3 por ciento PC, la UNALM96M6h-347, seguido de UNALM96M6h-609 con 2.9 por ciento PC, UNALM96M6h-729, UNALM96M6h-567 y UNALM96M6h-728 con 2.8 por ciento de PC respectivamente, estos resultados son bajos a

los reportados por Altamirano *et al.* (2016) en un estudio sobre tratamientos de paja en comunidades de la Sierra Central, con 5 por ciento PC para paja de cebada local.

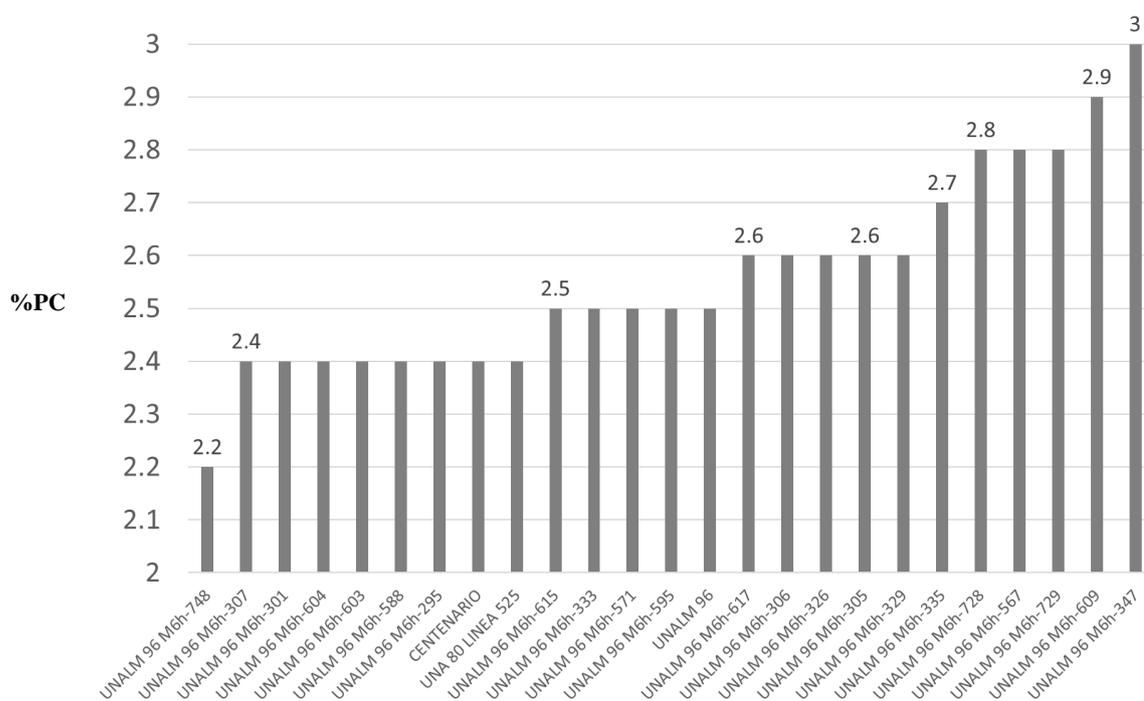


Figura 3. Proteína cruda de la paja de cebada de cada genotipo

Con respecto al contenido de fibra neutro detergente de la paja de cebada, en la Tabla 10 se muestra una variabilidad de los resultados en un rango de 73.1 por ciento a 79.2 por ciento de DIVFND correspondientes a los genotipos mutantes UNALM96M6h-728 y UNALM96M6h-595 respectivamente mostrando diferencias significativas entre algunos genotipos; también en este caso, cabe señalar que la mayoría de los 22 mutantes, excepto de UNALM96M6h-595, UNALM96M6h-307 y UNALM96M6h-729 alcanzaron niveles mas bajos de DIVFND en comparación con su antecesora, la variedad UNALM 96 (78.2 por ciento DIVFND) aunque estas diferencias no fueron significativas.

Seguidamente, en la Figura 5 se muestran estos valores ordenados en forma ascendentes, observándose los más bajos valores de DIVFND para los genotipos mutantes UNALM 96 M6h-728 mencionados anteriormente, seguido de la UNALM 96 M6h-567 con 73.9 por ciento de DIVFND y UNALM 96 M6h-347 con 74.9 por ciento de DIVFND.

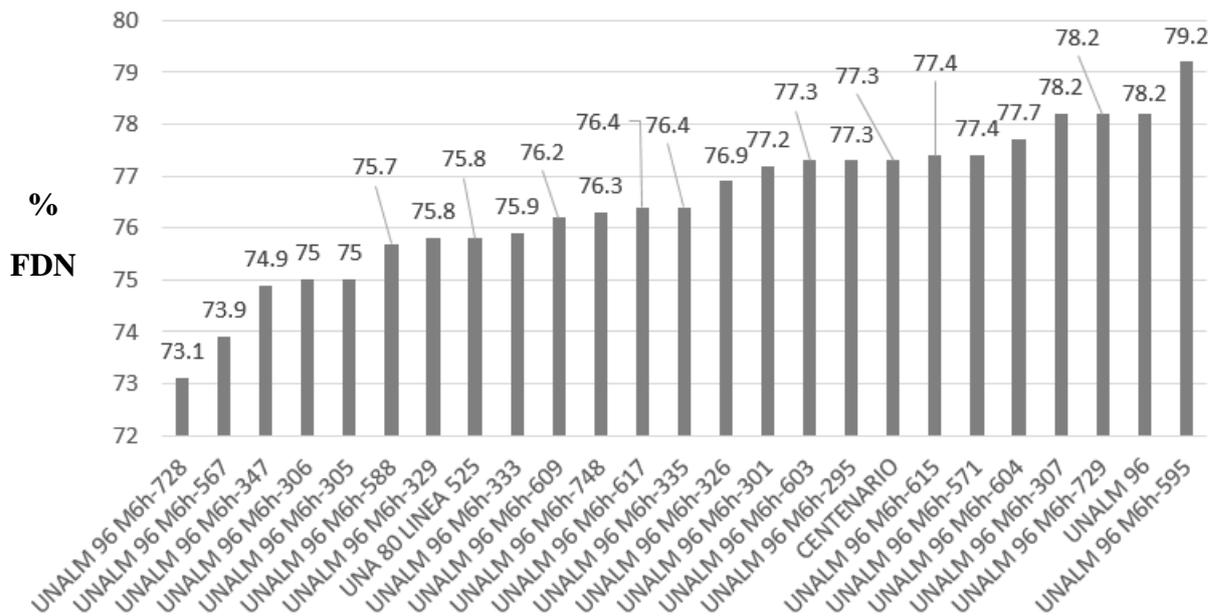


Figura 4. Fibra neutra detergente de la paja de cebada de cada genotipo

Finalmente, con respecto a la digestibilidad in vitro de la materia orgánica de la paja de cebada, en el Tabla 9 los resultados para los 25 genotipos, muestran una variabilidad entre el nivel más bajo con 27.5 por ciento DIVMO, al más alto, con 34.2 por ciento DIVMO, correspondientes a los genotipos mutantes UNALM96M6h-306 y UNALM96M6h-305 respectivamente, mostrándose diferencias significativas entre ambos, mientras que, entre el resto de genotipos, las diferencias entre los resultados para DIVMO, no muestran diferencias significativas. Al respecto, en la figura 6 se observa los resultados en forma ascendente, y nos permite identificar los genotipos que alcanzarán los más altos niveles de DIVMO como la UNALM96M6h-305 (34.2 por ciento DIVMO) en el primer lugar, seguido de UNALM 96 (33.4 por ciento DIVMO) y UNALM96M6h-617 (32.2 por ciento DIVMO) en el segundo y tercer lugar del ranking respectivamente, aunque, como indicamos anteriormente estas diferencias no son significativas. Estos resultados están por debajo de lo reportado por Altamirano *et al.* (2016) de 59 por ciento para la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de la paja de cebada local en comunidades alto andinas de la sierra central, aunque esta superioridad podría deberse en parte a que se trata de una digestibilidad de la materia seca y no de la materia orgánica.

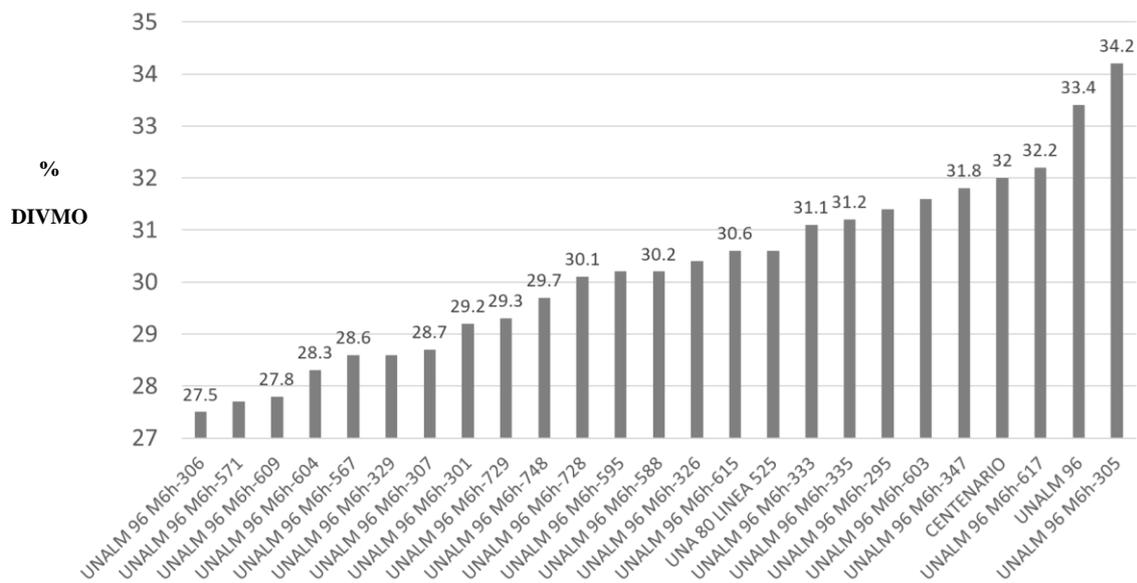


Figura 5. Digestibilidad in vitro de la materia orgánica de la paja de cebada de cada genotipo

En la Tabla 9 se muestran los contenidos y rendimientos por hectárea de energía neta de lactación de las pajas de los 25 genotipos de cebada, ordenadas de mayor a menor con respecto al rendimiento de energía por hectárea.

Tabla 9. Contenido y rendimiento por hectárea de energía neta de lactación de la paja de cebada de cada genotipo

N°	GENOTIPOS	EN _L (Mcal/kg MS)	EN _L (Mcal/ha)
1	UNALM 96 M6h-615	0.71	9038
2	UNALM 96 M6h-567	0.77	8070
3	UNALM 96 M6h-588	0.73	7961
4	UNALM 96 M6h-604	0.70	7889
5	UNALM 96 M6h-617	0.73	7521
6	UNALM 96 M6h-333	0.73	7392
7	UNALM 96 M6h-326	0.72	7184
8	UNALM 96 M6h-307	0.70	6863
9	UNALM 96 M6h-306	0.75	6737
10	UNA 80 LINEA 525	0.73	6718
11	UNALM 96 M6h-728	0.78	6715
12	UNALM 96 M6h-609	0.73	6634
13	UNALM 96 M6h-748	0.72	6391
14	UNALM 96 M6h-347	0.75	6290
15	UNALM 96 M6h-301	0.71	6236
16	UNALM 96 M6h-571	0.71	6233
17	UNALM 96 M6h-335	0.73	6093
18	UNALM 96 M6h-295	0.71	6092
19	CENTENARIO	0.71	5996
20	UNALM 96 M6h-305	0.75	5923
21	UNALM 96	0.70	5735
22	UNALM 96 M6h-603	0.71	5328
23	UNALM 96 M6h-595	0.68	5176
24	UNALM 96 M6h-729	0.70	4999
25	UNALM 96 M6h-329	0.74	4334

Los contenidos de EN_L por kg MS, muestran una variabilidad entre el más bajo valor con 0.68 Mcal/kg MS al superior con 0.78 Mcal/kg MS, correspondientes a los genotipos mutantes UNALM96M6h-595 y UNALM96M6h-728 respectivamente, mientras que el

genotipo UNALM 96 mostró un contenido 0.70 Mcal/kg MS cercano al nivel más bajo, lo que resulta, que la mayoría de los genotipos mutantes de la variedad UNALM 96 mostraron valores superiores de energía.

Tan importante como el contenido de energía por kilogramo de paja seco, lo es también, su rendimiento por hectárea; estos valores, en la Tabla 10 reflejan una mayor variabilidad entre los genotipos, se observa un rendimiento máximo de 9037 Mcal EN_L/ha, para el genotipo mutante UNALM96M6h-615, seguido del UNALM96M6h-567 con 8070 Mcal EN_L/ha; mientras que el genotipo mutante UNALM96M6h-329 logró el más bajo resultado con 4334 Mcal EN_L/ha. En general los genotipos que lograrán los más altos rendimientos de paja por hectárea, son los que obtendrán más altos rendimientos de energía.

En la Tabla 10 se muestra el ranking de los 25 genotipos ordenados por promedio de mejor ubicación según las características evaluadas y poder identificar los mejores genotipos de cebada doble propósito. Para el componente paja se muestra la ubicación según ranking de 4 características: rendimiento por hectárea de paja, proteína cruda, energía neta de lactación y porcentaje de digestibilidad in vitro de la materia orgánica, el promedio más bajo 3.3 nos muestra el genotipo con mejor calidad de paja, al UNALM96M6h-615, seguido del UNALM96M6h-617 con 4.

Para el componente grano, el ranking para la característica rendimiento por hectárea muestra al mejor genotipo UNALM96M6h-617 (1) seguido de la variedad UNA 80 Línea 525 (2) ya mencionados anteriormente (Tabla 10). Finalmente, en esta tabla también se identificó a los 2 mejores genotipos de doble propósito con los más bajos promedios de ubicación para calidad de grano y paja, siendo el genotipo mutante UNALM96M6h-617 (2.5) seguido de la variedad UNA 80 Línea 525 (6.5). Considerando que esta última variedad de cebada es considerada como de contraste, por lo tanto, los 2 mejores genotipos mutantes de doble propósito serían el genotipo mutante UNALM96M6h-617 (2.5) y la UNALM96M6h-326 (7.1), en promedios de ubicación global (paja y grano).

Tabla 10. Ranking de genotipos de cebada para doble propósito ordenados por promedio de mejor ubicación según característica evaluada

N°	GENOTIPOS	PAJA								Promedio de ubicación de la paja	GRANO		Ponderación ubicación global (paja y grano)
		Rendimiento de paja		Contenido Proteína Cruda		D I V M O		Energía Neta de Lactacion			Rendimiento de grano		
		(kg MS/ha)	N° asignado	(%)	N° asignado	(%)	N° asignado	(Mcal/ha)	N° asignado		(kg/ha)	N° asignado	
1	UNALM 96 M6h-617	10354	5	2.6	3	32.2	3	7521	5	4.0	4884	1	2.5
2	UNA 80 LINEA 525	9170	9	2.4	14	30.6	11	6718	10	11.0	4798	2	6.5
3	UNALM 96 M6h-326	9990	7	2.6	7	30.4	12	7184	7	8.3	4534	6	7.1
4	CENTENARIO	8436	17	2.4	20	32	4	5996	19	15.0	4660	3	9.0
5	UNALM 96 M6h-748	8840	12	2.2	22	29.7	16	6391	13	15.8	4573	4	9.9
6	UNALM 96 M6h-728	8643	15	2.8	10	30.1	15	6715	11	12.8	4452	7	9.9
7	UNALM 96 M6h-333	10092	6	2.5	8	31.1	9	7392	6	7.3	4194	15	11.1
8	UNALM 96 M6h-295	8571	16	2.4	18	31.4	7	6092	18	14.8	4366	8	11.4
9	UNALM 96 M6h-615	12719	1	2.5	1	30.6	10	9038	1	3.3	3868	20	11.6
10	UNALM 96	8206	20	2.5	19	33.4	2	5735	21	15.5	4333	11	13.3
11	UNALM 96 M6h-729	7115	24	2.8	21	29.3	17	4999	24	21.5	4552	5	13.3
12	UNALM 96 M6h-604	11190	2	2.4	4	28.3	22	7889	4	8.0	3889	19	13.5
13	UNALM 96 M6h-307	9837	8	2.4	11	28.7	19	6863	8	11.5	3972	16	13.8
14	UNALM 96 M6h-301	8756	14	2.4	16	29.2	18	6236	15	15.8	4260	12	13.9
15	UNALM 96 M6h-305	7932	21	2.6	17	34.2	1	5923	20	14.8	4211	14	14.4
16	UNALM 96 M6h-567	10545	4	2.8	2	28.6	20	8070	2	7.0	3503	23	15.0
17	UNALM 96 M6h-595	7564	22	2.5	23	30.2	14	5176	23	20.5	4341	10	15.3
18	UNALM 96 M6h-588	10844	3	2.4	6	30.2	13	7961	3	6.3	3204	25	15.6
19	UNALM 96 M6h-603	7496	23	2.4	24	31.6	6	5328	22	18.8	4250	13	15.9
20	UNALM 96 M6h-306	9021	11	2.6	12	27.5	25	6737	9	14.3	3915	18	16.1
21	UNALM 96 M6h-347	8352	19	3	9	31.8	5	6290	14	11.8	3791	21	16.4
22	UNALM 96 M6h-329	5896	25	2.6	25	28.6	21	4334	25	24.0	4342	9	16.5
23	UNALM 96 M6h-571	8772	13	2.5	15	27.7	24	6233	16	17.0	3926	17	17.0
24	UNALM 96 M6h-609	9051	10	2.9	5	27.8	23	6634	12	12.5	3727	22	17.3
25	UNALM 96 M6h-335	8374	18	2.7	13	31.2	8	6093	17	14.0	3452	24	19.0

4.2. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PAJA DOS GENOTIPOS MEJORADOS DE CEBADA DOBLE PROPÓSITO

En la Tabla 11 se describe el análisis de suelo de las dos comunidades de Sincos a nivel físico y químico.

Tabla 11. Características físico-químicas de suelos en las parcelas experimentales

Características	Comunidad de Challhuas		Comunidad de Sallahuachac	
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4
a. Física				
Topográfica	Con pendiente y ondulaciones muy espaciadas	Con pendiente y micro quebrada	Con pendiente y ondulaciones suaves	Con pendiente y ondulaciones espaciadas
Drenaje natural	Imperfecto a pobre	Moderado a bueno	Algo excesivo a bueno	Moderado a bueno
Profundidad efectiva	Muy superficial	Moderadamente Profundo	Profundo	Moderadamente Profundo
Arena (%)	40	42	46	36
Limo (%)	28	38	30	22
Arcilla (%)	32	20	24	42
Clase textural	Franco arcilloso	Franco	Franco	Arcilloso
b. Químicas				
Materia orgánica (%)	1.59	9.98	5.52	5.32
P – disponible (%)	2.6	6.5	1.7	15.3
pH	7.46	4.12	4.03	6.57
CaCO ₃ (%)	31.5	0	0	0.8
Capacidad de intercambio (me/100g)	24.48	28.16	20.16	30.4
Cationes intercambiables (me/100g)	Ca: 22.37 Mg: 1.10 K: 0.89 Na: 0.11	Ca: 4.04 Mg: 0.65 K: 0.52 Na: 0.08	Ca: 4.25 Mg: 0.27 K: 0.46 Na: 0.08	Ca: 25.00 Mg: 1.98 K: 1.94 Na: 0.12

Fuente: Elaboración propia

Topográficamente en la Tabla 11, se puede mencionar que se trata de parcelas bastante similares, el drenaje difiere de pobre a bueno por las mismas ondulaciones que presenta el terreno. El análisis de suelos en su mayoría con texturas franco a diferencia de la parcela 4 que es arcilloso y sin problemas de compactación, indicándonos que son suelos que tienen alta capacidad para retener agua y nutrientes, pero durante el ciclo de cultivo las altas precipitaciones pueden ocasionar pérdidas de nutrientes por lixiviación. Schjonning *et al.* (1994), señala que los suelos con textura franco arenosa por su naturaleza retienen poca humedad, afectando a la fertilidad del suelo, además presentan una lixiviación con alta

porosidad y percolación considerable. El pH fue ácido (parcelas 2 y 3) y ligeramente ácido (parcelas 1 y 4), sin embargo, Garófalo *et al.* (2010) consideran rangos óptimos de 5.8 a 6.5 de pH, para el crecimiento y desarrollo de la cebada. La materia orgánica que se muestra en niveles altos (> 5 por ciento), y un menor nivel en la parcela 1, considerándose una liberación de N lento, debido al clima frío que presenta la zona, respecto al contenido de elementos minerales como Ca, Mg, K y Na, nutrientes que no fueron considerados en la investigación, debido a que no se utilizó fertilizaciones correctivas al suelo.

4.2.1. Caracterización agronómica de dos genotipos de doble propósito

En la Tabla 12 se presenta la caracterización agronómica de dos genotipos de cebada de doble propósito; que no se hallaron diferencias estadísticas significativas, con un CV de 6,95 por ciento; característica que tuvo efectos ambientales de la zona. Si embargo, Aldaba (2013), realiza siembras en los campos de la Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima, encontrando valores similares en 133 líneas mutantes de cebada evaluadas altura de planta, días de espigado y peso de mil granos. Mientras que Alam *et al.* (2007) en la universidad de Rajshahi, Bangladesh, obtuvo respuestas menores en las características de altura de planta, número de plántulas y espiga, para otras variedades de cebada; pero Guerrero (1999) menciona que se debe prestar atención a esta característica a la hora de seleccionar una variedad de cebada en vista que al encamado es más sensible que el trigo. Sin embargo, Pilataxi (2013) manifiesta que la altura de la planta es una variable muy importante porque tiene correlación directa con el porcentaje de acame del tallo y raíz, en zonas con alta incidencia y frecuencia de vientos, recomienda uso de las variedades de altura intermedia, menor a 100 cm y de ciclo precoz. Además, Llacsá *et al.* (2020) mencionan que existe una mayor translocación de nutrientes en los tallos y hojas.

Respecto a la mayor cantidad de plantas emergidas presentó la UNALM96M6h-617 frente a la UNALM96M6h-326 y la variedad local, estadísticamente estas fueron diferentes, el primer tratamiento frente a las 2 últimas mencionadas con un coeficiente de variabilidad (CV) de 26,48 por ciento; diferencias que podrían deberse a las condiciones edáficas distintas, así como las formas diferentes de preparación y tipo de suelo y humedad al momento de la siembra. Miralles *et al.* (2012) afirma que la emergencia se debe al porcentaje de las semillas sembradas, la cual obedece al poder germinativo de las mismas, profundidad de siembra y disponibilidad de humedad en el suelo. El mayor desarrollo se debe a las temperaturas frescas que favorecen el macollamiento, también está en función al uso

eficiente del agua, disponibilidad de nutrientes y radiación solar (Hussain *et al.* 2013). Sin embargo, para García y García (1995), los factores que influyen en el número de macollos por planta son la fecha de siembra y la aptitud genética de cada genotipo. La variable número de espigas/m² para los 2 genotipos mutantes y la variedad local no tuvo diferencias significativas, con CV de 5,55 por ciento; sin embargo, Carrillo y Minga (2020), reportan valores inferiores en número de espigas/m², en el momento de la floración y maduración, realizada en la estación experimental Tunsshi, Chimborazo. Castañeda – Saucedo *et al.* (2009) mencionan que esta característica tiene mayor aporte en el rendimiento de cereales de grano pequeño. El número de granos por espiga en los dos genotipos mutantes y la variedad local, no demostraron diferencias estadísticas, así mismo no se observa diferencias numéricas entre tratamientos. Sin embargo presenta un CV de 9,17 por ciento; esta característica depende de la producción de espiguillas y flores, siendo uno de los factores más limitantes en el rendimiento máximo de los granos durante la preantesis de la espiga y fertilización de flores en anthesis, así también lo definen McMaster *et al.* (1994) y Blanco *et al.* (2001), pero Cooper *et al.* (1994) han comprobado que la relación rendimiento y número de granos depende de las condiciones de desarrollo del grano y de características del genotipo usado. El peso de mil granos para la UNALM96M6h-617, UNALM96M6h-326 y la variedad local, presentó diferencias estadísticas significativas entre la cebada de la variedad local frente a los dos genotipos de cebadas mejoradas, con CV de 1,08 por ciento. La selección por este componente puede ser un tanto limitado por los efectos de compensación que causa la influencia del climá, manejo de semilla, aplicación de abonos y entre otros factores. Entonces la diferencia se debe al peso del grano, que está determinado por la duración de la etapa de llenado García del Moral *et al.* (2003). Los granos son mayores cuando el cultivo se desarrolla en ambientes con temperaturas frescas, que permitan la mayor acumulación de materia seca y la mayor humedad en el suelo, porque la evapotranspiración reduce su tamaño (Copeland y McDonald 1995). Así mismo, según Hossain *et al.* (2012) indican el peso de mil granos suele ser menor debido a que las temperaturas altas disminuyen el peso individual del grano y las temperaturas bajas afecta el proceso de maduración del grano y reduce el peso del grano individual del cultivo.

Tabla 12. Caracterización agronómica de genotipos de doble propósito y la variedad local para producción de grano y paja de cebada

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	GENOTIPOS			
	UNALM96M6h-617	UNALM96M6h-326	Variedad local	Desviación estándar
Altura de planta (60 d) (cm)	110	102	101	4.9
Plantas Emergidas (m ²)	35 a	30 b	29 b	3.2
Cantidad Hoja/Tallo	5.3 b	5.9 a	5.9 ab	0.4
Cantidad Espigas/m ²	251	252	252	0.6
Cantidad Grano/Espiga.	63	63	64	0.6
Peso Mil Granos (gr)	43 b	43 b	47 a	2.3
Días Espigado	83	84	73	6.1
Días Maduración	177	170	160	8.5
Altura Cosecha (cm)	123	119.5	120.1	1.9

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey (p<0,05)

4.2.2. Rendimiento de grano y paja de cebada

Al momento de la cosecha en la Tabla 13 se observa que existen diferencias estadísticas significativas para rendimiento de paja, sin embargo, para el rendimiento de grano no se encontró ninguna diferencia entre los dos mejores genotipos y la cebada de la variedad local, donde el CV de 86,70 por ciento; el rendimiento de grano de la variedad local fue mayor numéricamente a los dos genotipos, debido a que la semilla está adaptada a la zona. Por otra parte, Llacsá *et al.* (2020) en una evaluación de 25 genotipos no encontraron relación entre el rendimiento grano y paja de cebada en líneas mutantes. Mientras Flores y Malpartida (1987) indican que el mayor rendimiento está relacionado al grano y paja de la cebada, así mismo Llacsá *et al.* (2020) indican que los rendimientos no siempre deben ser iguales en rendimiento de paja y grano debido a la mayor translocación de nutrientes en los tallos y hojas con respecto al grano en el momento de la maduración. Sin embargo, para el componente de rendimiento de paja y biomasa, tuvo mejor rendimiento la UNALM96M6h-326 frente al genotipo UNALM96M6h-617 y la cebada de variedad local, con CV de 59,78

por ciento. Sin embargo, se observó que los rendimientos de grano son bajos, debido a que la campaña 2017 - 2018 presentó bajas temperaturas y sumado con el retraso en la fecha de siembra no permitió una adecuada maduración fisiológica y acumulación de reservas del grano. García del Moral *et al.* (2003) y Aslani y Mehrvar (2012) indican que el rendimiento de grano es mayor cuando estas se desarrollan a temperaturas frescas, por tal motivo, cuando las siembras se realizan en periodos no recomendados o retraso los periodos de siembra suele disminuir. También, Mendoza *et al.* (2011) mencionan que la fecha de siembra afecta en gran medida el rendimiento por efecto de la variación de temperaturas. Asimismo, se obtiene mayores rendimientos de grano, cuando la siembra es realizada en fechas indicadas para la zona y que a finales de invierno, cuando el grano se encuentra en la etapa reproductiva y a altas temperaturas, facilitan el llenado y consecuentemente el rendimiento del grano (Suaste-Franco *et al.* 2013).

Tabla 13. Rendimiento productivo de los dos mejores genotipos de cebada de doble propósito y la variedad local

CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	GENOTIPOS			
	UNALM96M6h-617	UNALM96M6h-326	Variedad local	Desviación estándar
Rendimiento Paja (kg MS/ha)	5985 b	7383 a	6878 ab	707.9
Rendimiento Grano (kg/ha)	341	261	590	171.6

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey ($p < 0,05$)

4.2.3. Composición química y digestibilidad de la paja de cebada

El porcentaje de proteína mostrado en la Tabla 14, para el genotipo UNALM96M6h-617, UNALM96M6h-326 y la cebada de la variedad local, no demostraron tener diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, Llacsá *et al.* (2020), encontraron resultados menores de proteína de pajas (2.6 por ciento), sembrada en parcelas demostrativas, siendo la paja de los mismo genotipos seleccionados y evaluados en otras condiciones ambientales diferentes. De la misma forma Altamirano *et al.* (2016), evalúan la paja de comuneros de la sierra central y reporta valores muy similares de proteína de paja (5 por ciento) de la variedad local. Así mismo, existe una variación para los autores como Chávez (1981) y Kalinowski (1974) quienes encontraron porcentajes menores de proteína al nuestro de 3.9 por ciento y 3.8 por ciento respectivamente.

Pero Tingshuang *et al.* (2002) encontraron valores similares de 5.5 por ciento de proteína en la paja de cebada, en vista que la composición puede variar de acuerdo a la variedad y a las condiciones donde se desarrolle el cultivo según Evers y Kent (1994). La digestibilidad *in vitro* de materia orgánica (DIVMO) y la digestibilidad de fibra detergente neutro (DIVFND) para la UNALM 96 M6h-617, UNALM96M6h-326 y la cebada de variedad local, presentando diferencias estadísticas significativas entre sí. Sin embargo, la mejor digestibilidad presentó el genotipo UNALM96M6h-326, además en el trabajo de investigación de Llacsá *et al.* (2020) se encontraron a estos genotipos como de regular digestibilidad *in vitro*, en comparación a los encontrados por Chávez (1981); Kalinowski (1974) y Tingshuang *et al.* (2002), de 72.38, 77.4 y 80.1, respectivamente. De acuerdo a los resultados de la composición química de la paja de cebada se puede establecer que es un forraje de aceptable calidad nutritiva para las condiciones donde fue desarrollado el estudio.

Tabla 14. Composición química y digestibilidad *in vitro* de la paja de cebada de doble propósito y la variedad local

COMPOSICIÓN QUÍMICA	GENOTIPOS			
	UNALM96M6h-617	UNALM96M6h-326	Variedad local	Desviación estándar
PC (%)	5.1	5.4	4.8	0.30
DIVMO (%)	50.7 b	51.9 ab	55.5 a	2.50
DIVFDN (%)	51.3 a	50.0 a	46.8 b	2.32
CZ (%)	6.4	6.5	6	0.26

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey ($p < 0,05$)

En la Tabla 15 se muestran los contenidos y rendimientos por hectárea de ENL, así mismo el rendimiento de proteína por hectárea, en las pajas de dos genotipos y la variedad local, producidas bajo las mismas condiciones ambientales de las comunidades del distrito de Sincos. Valores de la ENL contenidas en la paja de cebada, fueron muy similares para los genotipos UNALM 96 M6h-617, UNALM 96 M6h-326 y cebada de variedad local, resultados que confirman la buena calidad de la paja de los tres tratamientos, en vista que la composición química de un alimento es proporcional a la ENL que será utilizada por el animal en la producción de leche.

Tabla 15. Contenido estimado de la energía neta, rendimiento por hectárea de energía neta de lactación y contenido de proteína de la paja de cebada de doble propósito y la variedad local

CARACTERÍSTICAS	GENOTIPOS			
	UNALM96M6h-617	UNALM96M6h-326	Variedad Local	Desviación estándar
EN _L (Mcal/kgMS)	1.12	1.15	1.06	0.05
EN _L (Mcal/ha)	6722	8455	7272	885.56
Proteína de Paja (kg/ha)	231 b	299 a	249 ab	35.23

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey (p<0,05)

EN_L=Energía Neta de Lactación

El genotipo UNALM 96 M6h-326 tiene mayor contenido de proteína por hectárea en la paja que el genotipo UNALM 96 M6h-617 y la cebada de variedad local es similar a los genotipos de doble propósito, existiendo diferencias estadísticas significativas entre genotipos, ello depende del rendimiento de grano y contenido de proteína de la paja de cebada. Nuestros resultados muestran la importancia del contenido de energía por kilogramo de materia seca y la proteína por kilogramo, además de su rendimiento por hectárea; valores demostrados en la Tabla 15, que reflejan una mayor variabilidad entre los genotipos. Se observa también un rendimiento máximo de 8455 Mcal EN_L/ha y 299 kg/ha de proteína, para el genotipo mutante UNALM96M6h-326, seguido de la variedad local con 7272 Mcal EN_L/ha y 249 kg/ha de proteína; mientras que el genotipo mutante UNALM96M6h-617 logró el resultado más bajo con 6722 Mcal EN_L/ha y 231Kg/ha de proteína. En vista que el valor nutricional de la paja de cebada está determinado por la EN_L utilizada por el animal para la producción de leche (Salmerón *et al.* 2003), se puede indicar que estas variaciones encontradas en el presente estudio obedecen principalmente a la cantidad de grano que tenía la paja de cebada en el momento de cosecha.

4.3.EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE LA PAJA DE CEBADA EN VACAS AL PASTOREO

4.3.1. Consumo de la paja de cebada

Se ofrecieron 4 kg de paja de cebada tal como ofrecido por animal en el comedero y fue consumido en su totalidad lo cual demuestra el éxito de la suplementación sobre todo cuando el forraje ofertado por la pradera es muy pobre y escaso. Asimismo, esta práctica, muy poco usada por el productor, fue de utilidad, para demostrar que la paja de cebada es aceptada por el ganado pese a que en un inicio este mencionaba que sus animales no iban a comer por estar acostumbrados al pastoreo.

4.3.2. Producción de leche

El efecto de la suplementación de paja de cebada sobre la producción de leche se muestra en la Tabla 16. La respuesta esperada a la suplementación alimenticia tiene una diferencia de 0,53 kg/día de leche en vacas suplementadas con la paja del genotipo UNALM 96 M6h-326, respecto al consumo de paja local. Entonces la diferencia estadística observada se debe a la composición química de las pajas ofrecidas donde el contenido de proteína bruta (5.4 por ciento) del genotipo UNALM 96 M6h-326 es mayor, en comparación a la paja de la variedad local, que tiene un menor contenido de proteína bruta (4.8 por ciento), por lo tanto la paja del genotipo mejorado induce mayor producción de leche, evaluación realizada en las mismas condiciones ambientales de las comunidades del distrito de Sincos, mostrándose que las pasturas consumidas en la época seca presentan pastos muy pobres en el aporte de nutrientes. Es así que la crianza y la alimentación se basa exclusivamente en pastos y arbustos nativos y la calidad nutritiva de un forraje depende en función a su especie, época y nutriente de los suelos, tal como Yaranga (2018) caracteriza desde el punto de vista práctico, la calidad nutritiva de un forraje dependerá del porcentaje de proteína. Del mismo modo Canchila *et al.* (2009), consideran a las especies vegetales forrajeras en grupos de alta y baja calidad, determinándose la diferencia por el contenido de proteína en el tejido comestible. Entonces el proceso fisiológico de ingestión, procesamiento, asimilación, transformación, síntesis de tejido y excreción del ganado, estarán relacionados directamente al aporte de nutrientes de los forrajes (Condori 2014). Por lo tanto, Gallego *et al.* (2017) recomiendan que el suministro de los suplementos deben realizarse en dos raciones por día, con la finalidad de controlar su ofrecimiento a los animales, el exceso puede llegar a generar otras dificultades como un descenso del pH ruminal, pudiendo afectar a la actividad

microbiana, en especial a las bacterias proteolíticas y celulolíticas, afectando también a la actividad enzimática y conllevando a un menor crecimiento microbiano y menor producción de ácidos grasos volátiles.

El resultado esperado de la suplementación alimenticia es el incremento en la producción de leche, sin embargo, Bargo *et al.* (2003) indican que este resultado puede ser limitado en cuanto a la composición de la leche, como el contenido de proteína y grasa como consecuencias de una alta suplementación con alimentos ricos en almidones. Así mismo, Arroyave y Gallego (2008) mencionan también que la falta de sincronía entre carbohidratos y nitrógeno que ingresan al rumen conlleva a problemas en la producción de leche. Muller *et al.* (2003) y Delaby *et al.* (2003), sugieren que la incorporación de 1,4 a 2,3 ó 2,0 a 3,0 kg de heno respectivamente, podrían adherir fibra efectiva a la ración y permitir una tasa de pasaje de los alimentos más lenta por el sistema gastrointestinal, además ayudaría a mantener el consumo de alimentos y el porcentaje de grasa láctea en la leche. Estudios realizados por Reis y Combs 2000 y Wales *et al.* 2001, reportan que la suplementación con heno en vacas lecheras en lactancia temprana no tuvo efecto de la suplementación sobre la producción de leche. Sin embargo, Rearte *et al.* (1986) encuentran incremento en la producción de leche con suplemento de heno largo, pero cuando el heno era picado o agregado no hubo efecto en la producción de leche.

Tabla 16. Efecto del consumo de paja de cebada y variedad local sobre la composición de la leche

CONTENIDO	PAJA DE CEBADA	
	UNALM96M6h-326	Variedad Local
Prod. Leche (kg)	4.04 a	3.53 b
Grasa (%)	4.18 b	4.48 a
Sólidos No Graso (%)	9.26	9.31
Sólidos Totales (%)	13.44	13.8
Proteína (%)	3.8	3.84
Densidad (g/cm³)	1.05	1.03
Lactosa (%)	5.11	5.13
Urea (mg/dl)	21.09 a	15.13 b

Letras iguales en la columna no presentan diferencias significativas según el test Tukey (p<0,05)

4.3.3. Composición química de la leche

En la Tabla 16 se observa que el porcentaje de grasa en la leche, tuvo diferencias estadísticas significativas, existiendo una disminución de 0.4 por ciento de grasa en la leche del grupo de vacas suplementadas con la paja del genotipo UNALM96M6h-326 en comparación con paja local, en vista que existe una relación inversamente proporcional a la producción y contenido de la grasa en leche. La composición de la leche depende de diversos factores como la especie, raza, alimentación, periodo post parto y el momento del ordeño (Díaz 2012). La respuesta esperada a la suplementación de la paja obtuvo valores dentro de los parámetros para lechería. Cruz y Sánchez (2000) mencionan que alimentos fibrosos de tamaño largos, incrementa la masticación y por lo tanto aumenta la secreción de la sustancia tampón en la saliva, lo que permite que el pH ruminal incremente, entonces el pH del rumen no debería de caer por debajo 6.0 a 6.2, para favorecer la degradación de la fibra por los microorganismos y estas también incrementaría en la síntesis de la grasa láctea.

El efecto de la suplementación respecto a la proteína láctea también se mantiene dentro de los parámetros de calidad de leche para pajas del genotipo UNALM96M6h-326 y la variedad local, no presentando diferencias estadísticas significativa. Asimismo, también los valores de sólidos no grasos, sólidos totales y la lactosa presentaron valores similares y aceptables no habiendo diferencias estadísticas significativas. No encontrándose mayor información respecto a trabajos realizados con paja de cebada, los autores como Rearte *et al.* (1986) experimento con heno entero y picado; Stockdale (1999) evaluó con heno de cebada y trigo entero, y Wales *et al.* (2001) realizaron con heno de pastos, dichos autores reportan que el porcentaje de proteína en la leche no se afecta con la suplementación de heno de cebada, trigo y pastos cultivados.

En relación al contenido de urea en leche, fue mayor en la paja UNALM96M6h-326 en 6.0 mg/dl respecto a la variedad local, presentando una diferencia estadística significativa. Se atribuye a que no existió equilibrio entre proteína y energía en la dieta total (pastoreo + suplementación) debido a una deficiencia de carbohidratos solubles, donde las bacterias a nivel de rumen no podrían convertir en amoníaco la proteína microbiana por lo tanto estas estarían pasando a la sangre e incrementado sus niveles (Lazzarini *et al.* 2009). Por lo tanto, es importante el balance y sincronización entre energía y proteína que ingresan al rumen (Arroyave y Gallego 2008). El nivel de urea en la leche, es producto del metabolismo de las proteínas que el animal utiliza para su mantenimiento y producción, además es una herramienta de diagnóstico de la alimentación e incrementar la eficiencia del uso de este

elemento por el animal, evitando contaminaciones (Vázquez y González 2011). Khon *et al.* (2005) encontraron correlaciones altas entre el contenido de nitrógeno en sangre y la excreción de nitrógeno en orina y heces, entonces la urea de la leche puede ser utilizado como un parámetro de diagnóstico que mide la eficacia de utilización del nitrógeno y así controlar los efectos medioambientales por el uso de nitrógeno en las explotaciones.

V. CONCLUSIONES

1. El genotipo obtenido por mutación que mostró el mejor rendimiento en grano fue la UNALM96M6h-617, seguido de UNALM96M6h-748, UNALM96M6h-729 y UNALM96M6h-326. Además, el genotipo con mayor calidad de paja fue UNALM96M6h-615, seguido de la UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-588. Los genotipos en promedio presentaron mejores características en una cebada de doble propósito fueron UNALM96M6h-617 y UNALM96M6h-326.
2. El genotipo UNALM96M6h-326 tuvo mejor rendimiento en paja y la variedad local fue mejor en rendimiento de grano de cebada. Además el genotipo UNALM96M6h-326 fue superior en la proteína de la paja frente al genotipo UNALM96M6h-617 y la variedad local. Así mismo el genotipo UNALM96M6h-326 tuvo mayor aporte de energía neta de lactación ($EN_L = \text{Mcal/kg}$) que la variedad local y el genotipo UNALM96M6h-617.
3. La suplementación con paja del genotipo UNALM96M6h-326 tuvo un incremento de leche (kg/día) en comparación con la paja de la variedad local, consumiendo la cantidad de 4 kg/vaca/día de paja de cebada y por otro lado la paja de cebada de la variedad local tuvo un efecto positivo sobre el contenido de grasa en relación a la paja del genotipo UNALM96M6h-326.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar similares experimentos en otras zonas ganaderas de la zona andina con la finalidad de evaluar el comportamiento productivo y valor nutritivo de los genotipos estudiados bajo diferentes condiciones ecológicas.
2. Se recomienda realizar estudios de caracterización de factores culturales, socioeconómicos y ambientales que influyen en la toma de decisiones del uso y manejo de la paja de cebada en función del uso como insumo en la alimentación de ganado y la producción de los campesinos.
3. Es conveniente promover el uso de genotipos mejorados de cebada en las entidades del estado es decir en gobiernos locales (municipalidades) y en empresas comunales con la finalidad de promover la ganadería sostenible.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[AOAC] Association of Official Agricultural Chemists. 2005. Official Methods of Analysis. Dumas method (990.03). 15th edition. Washington D.C., USA.

AGROENFOQUE. Marzo, 1997. N° 84. Pág. 37 – 38.

Alam, M. Z., S. A. Haider, and N. K. Paul. 2007. Yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to sowing times winter and spring barley. *Field Crops Res. J. Biol. Sci.* 15: 139-145. 44: 85-93.

Aldaba, G. 2013. Identificación de líneas mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con valor agronómico y calidad en una población M8 de la variedad UNA-La Molina 96 desarrollada con irradiación gamma. Tesis para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima, Perú. 154 p.

Allen, M.S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83:1598-1624.

Altamirano W, Gómez C, Gamarra J, Vargas, J y Salazar, I. 2016. Manual “Implementación de la tecnología de amonificación de residuos agrícolas en comunidades altoandinas del Perú” CONCYTEC-UNALM, Lima, Perú. 24 p.

ANKOM. 2005. Acid Detergent Fiber in Feeds Filter Bag Technique (ANKOM200). Text, ANKOM Technology, in vitro true digestibility using the DAISYII incubator. Analytical Procedures. Fairport, NY Available: <http://www.ankom.com/00_products/product_a200.shtml>, [Consulted: January 30, 2020].

Armentano L., Pereira M. 1997. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. *J. Dairy Sci.* 80, 1416-1425.

Aron A. 1989. Nutrición animal. 1ra edición. Editorial acribia. Zaragoza – España.

Arroyave, E., Y L. Gallego. 2008. Análisis de la sincronía entre energía y proteína en vacas lactantes y su relación con la eficiencia en la síntesis de proteína microbial. Tesis Esp., Universidad de Antioquia, Medellín, COL.

Aslani, F., and M. R. Mehrvar. 2012. Responses of wheat genotypes as affected by different sowing dates. *Asian J. Agric. Sci.* 4: 72-74.

- Ataei, M. 2006. Path analysis of barley (*Hordeum vulgare* L.) yield. *Tarim Bilimleri Dergisi*. Ankara Universitesi Ziraat Fakultesi (Irán). 12(3):227-232.
- Austin, R; Morgan, C; Ford, M. y Blackwell, R. 1980. Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf phenotypes in two contrasting seasons. *Annals of Botany*, 45: 309-319.
- Ávila, S., Gutiérrez, A. 2010. Producción de leche con Ganado bovino. Segunda Edición. Editorial El Manual Moderno, México.
- Balch C.C. 1971. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. *Brit. J. Nutr.* 26, 383-392.
- Bargo, F., L.D. Muller, E.S. Kolver, and J.E. Delahoy. 2003. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* 86:1-42.
- Baumont, R., Cohen-Salmon, D., Prache, S., Sauvant, D. 2004. A mechanistic model of intake and grazing behavior in sheep integrating sward architecture and animal decisions. *Animal Feed Science and Technology*. 112: 5-28.
- Bindraban, P; Sayre, K. y Solis-Moya, E. 1998. Identifying factors that determine kernel number in wheat. *Field Crops Research*, 58: 223-234.
- Blanco, I; Rajaram, S. y Kronstad, W. 2001. Agronomic potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Sci.*, 41: 670-676.
- Bouzerzour, H. y Dekhili, M. 1995. Heritabilities, gains from selection and genetic correlations for grain yield of barley grown in two contrasting environments. *Field Crops Research*, 41: 173-178.
- Calzada, J. 1981. *Métodos Estadísticos para la Investigación*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Cuarta Edición. Lima.
- Camarena, M. F. 2015. *La hora de las leguminosas para la alimentación y la exportación*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Agronoticias, 418.
- Cameron, M. G., G. Fahey, J. Clark, N. Merchen, L. Berger. 1990. Effects of feeding alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets on intake, digestion, ruminal

fermentation, and production responses by midlactation dairy cows. *J. Animal Sci.* 69: 1775-1787.

Canale, C. J., S. Abrams, G. Varga, L. Muller. 1990. Alkali-treated orchardgrass and alfalfa: composition and in-situ digestion of dry matter and cell wall components. *J. Dairy Sci.* 73: 2404-2412.

Cañas, R. 1998. Alimentación y nutrición animal. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile. 551 p.

Canchila, E.R, Soca, Mildrey, Ojeda, F, y Machado, R. 2009. Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Pastos y Forrajes*, 32(4),1.

Carrillo R.F. y Minga E.F. 2020. Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental Tunshi. *Pol. Con.* (Edición núm. 54) Vol. 6, No 1, Enero 2021, pp. 637-655, ISSN: 2550 - 682X. DOI: 10.23857/pc.v6i1.2169

Castañeda-Saucedo, MC; Lopez-Castañeda, C; Colinas-De-Leon MT; Molina, J. y Hernandez A. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia.* 34(4):286-292.

Castro, J. 2010. El cambio climático y sus efectos en la región central. *Cambio Climático en la Cuenca del Río Mantaro.* Instituto Geofísico del Perú.

Catrileo S. A. 2015. Alimentación de vacunos con pajas de cereales [en línea]. Temuco: Informativo INIA Carillanca. no. 82. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/4583> (Consultado: 18 marzo 2022).

CENAGRO, 2012. Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario (IV CENAGRO). Ministerio de Agricultura.

Chávez, JD. 1981. Efecto del tratamiento de la paja de cebada con NaOH sobre su valor nutritivo y utilización con suplemento de nitrógeno no proteico en el engorde de ovinos. Tesis. Mag. Sc. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Chesson, A. y Forsberg, C.W. 1997. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: Hobson, P. and Stewart, C. (eds) *The Rumen Microbial Ecosystem*, 2nd edn. Chapman & Hall Ltd, Andover, UK~ pp. 329-381.

Church, D. C. y W. G. Pond. 2007. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, Ed. Limusa Willey, 2da Edición, México.

CNMNUCC, 2012. El Perú y el Cambio Climático: Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Fondo Editorial del MINAM.

Collantes G., R. y Gómez-Pando, L. 2022. Influencia de heladas en el rendimiento y calidad de cebada en la sierra de Perú, *Tecnociencia*, 24(1), pp. 100-110. Disponible en: <https://revistas.up.ac.pa/index.php/tecnociencia/article/view/2575> (Accedido: 1 abril 2022).

Condori, G. 2014. Caracterización bromatológica de especies forrajeras nativas (pastos y arbustos) de la ecorregión del altiplano, esenciales en la alimentación de camélidos. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, vol. 1, n. 4, pp 68-80.

Cooper, M; Byth, DE. y Woodruff, DR. 1994. An investigation of the grain yield adaptation of advanced CIMMYT wheat lines to water stress environments in Queensland. I. Crop physiological analysis. *Aust. J. Agric. Res.*, 45: 965-984.

Copeland, L. O., and M. B. McDonald. 1995. Principles of seed science and technology. 3rd ed. Chapman and Hall. New York. United States. 393 p.

Cordova A., P. 1993. Alimentación animal. Ed. Editec. CONCYTEC.

Cortijo, E.; Faure, F.; LE Gal, P. 2010. Insertion de petites exploitations familiales dans la chaîne d'approvisionnement laitière de la Vallée du Mantaro (Perou): Vers une démarche d'appui prenant en compte la diversité des acteurs. CIRAD, Montpellier-France. 96p.

Cruz, M y J. Sanchez, 2000. La fibra en la alimentación de ganado lechero. *Nutrición Animal Tropical*. 6(1):39-74.

DelabY L.; Peyraud J.L. and Delagarde R. 2003. Faut-il compléter les vaches laitières au pâturage? *INRA. Prod. Anim.*, 16(3): 183-195.

Dhar, D.; Datta, A.; Basak, N.; Paul, N.; Badole, S.; Thomas, T. 2014. Residual effect of crop residues on growth, yield attributes and soil properties of wheat under rice-wheat cropping system. *Indian J. Agric. Res.* 48 (5) 373-378.

Díaz R. C. 2012. Grupo de alimentos: alimentos de origen animal. Fundamentos de nutrición. 1ª ed. Tenerife: Servicio de Publicaciones Universidad de La Laguna. p. 430-434.

Distel, R.A., Villalba, J.J., and Laborde, H.E. 1993. Effects of early experience on voluntary intake of low-quality roughage by sheep. *J. Anim. Sci.* 72(5):1191-1195.

<https://doi.org/10.2527/1994.7251191x>

Donini P. y A Sonnino. 1998. Induced mutation in plant breeding: current status and future outlook. In *Somaclonal Variation and induce Mutation in Crop Improvement*. S. Mohan Jain, D. S Brar and B. S. ahloowalia Editors. Kluwer Academic Publishers. Pp255 – 291.

Egaña, J., C. Wernli. 1982. Utilización de desechos agrícolas y subproductos agroindustriales nacionales en la alimentación de rumiantes. En: Wernli, C. (editor). *Utilización de subproductos en la alimentación del ganado*. Sociedad Chilena de Producción Animal, Santiago, Chile. Pp. 11-35.

Evers, A. y Kent, N. 1994. *Kent's Technology of Cereals: An introduction for Students of Food Science and Agriculture*. Elsevier. 4TH Edition. Great Britain. Pp. 93.

Fernández-Baca E, Bojorquez C. 1994. Diagnóstico de la producción lechera en el Valle del Mantaro. 1. Recursos disponibles para la producción. *Rev. Inv. Pec IVITA (Perú)* 1994; 7(1):45-43.

Flores A Y Malpartida, E. 1987. Manejo de praderas nativas y pasturas en la región altoandina del Perú. Tomo II, Editorial Abril S.A. Lima, Perú.

Flores, A. 2001. Producción lechera en la irrigación de Majes-Arequipa. Un sistema de alimentación para vacas lecheras en áreas de irrigación. *Rev. Inv. Vet. Perú* 2001; 12(2): 14-20.

Florez M., A.; Bryant F. 1990. *Manual de pastos y forrajes*. Dirección General de investigación Pecuaria. Programa de investigación Pastos y Forrajes. Lima – Perú.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2013. [internet] [Actualizado 2013; citado el 10 Dic 2019] URL disponible en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home/S>

Forsberg, C. W., Forano, E., and Chesson, A. 2000. Microbial adherence to the plant cell wall and enzymatic hydrolysis. *Ruminant Physiology Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK, 79-98.

Fuentes, E. 2014. Exploring alternatives for milk quality improvement and more efficient dairy production in a smallholder farming context – Case study: Mantaro Valley (Peru).

Thesis to obtain the Joint International Doctoral Degree from Montpellier Supagro (France) and University College Cork (Ireland). Montpellier Francia.

Gallego, L. A.; Mahecha, L. y Angulo, J. 2017. Producción, calidad de leche y beneficio: costo de suplementar vacas holstein con *Tithonia diversifolia*. *Agron. Mesoam.* 28(2):357-370. ISSN 2215-3608, doi:10.15517/ma. v28i2.25945.

Gamboa, C. 2012. Cadena productiva y sistemas de comercialización de la leche en el Valle del Mantaro, provincia de Concepción – Junín. Tesis para optar el título de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.

García Del Moral, L. F., Y. Rharrabti, D. Villegas, and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in Durum wheat under Mediterranean conditions: An ontogenic approach. *Agron. J.* 95: 266-274.

García, M. B., and L. F. García. 1995. Tiller production and survival in relation to grain yield in winter and spring barley. *Field Crops Research.* 44: 85-93.

Garófalo, J., E. Falconí, P. Llangari, y M. Espinoza. 2010. El cultivo de cebada: guía para la producción artesanal de semilla de calidad. Boletín N° 390. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quito, ECU.

Gave, A. 2010. Caracterización de la actividad lechera en las asociaciones de productores ganaderas de la provincia de Jauja, Región Junín. Tesis para optar el título de ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.

Gómez, C y Fernandez, M. 2009. Análisis comparativo de las emisiones de metano y efecto del cambio climático sobre la ganadería en el Perú. SEPIA XVIII. Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cuzo.

Gomez, Z. 2001. Niveles de abonamiento y densidad de siembra en el rendimiento de cebada (*Hordeum vulgare*), Variedad UNA – 80 y relación porcentual con parcelas demostrativas”, en Canaán Ayacucho-Perú.

Gonzalez, A. 2001. Estudio de caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos en relación con la tolerancia al estrés hídrico en cebada. Tesis Doctoral. Facultad de CC. Biológicas. Universidad Complutense de Madrid.

Grant R.J. 1997. Interactions among forages and nonforages fiber sources. *J. Dairy Sci.* 80, 1438-1446.

- Guerrero G., A. 1992. Cultivo de herbáceos extensivos. Ediciones mundi-Prensa. Madrid España. Pag.21-23, 26- 28, 32.
- Guerrero, A. 1999. Cultivos herbáceos extensivos. Madrid: Mundi Prensa.
- Haddad, S., R. Grant, S. Kachman. 1998. Effect of wheat straw treated with alkali on ruminal function and lactational performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 81: 1956-1965.
- Haddad, S., R. Grant, T. Klopfenstein. 1995. Digestibility of alkali-treated wheat straw measured in vitro or in vivo using Holstein heifers. *J. Animal Sci.* 73: 3258-3265.
- Holdridge, L. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José de Costa Rica. Citado por Comunidad Andina. (2009). Ecosistemas de los Andes del norte y centro. Lima - Perú: Secretaría General de la Comunidad Andina.
- Holmann, F. 2002. El uso de modelos de simulación como herramientas para la toma de decisiones en la promoción de nuevas alternativas forrajeras: el caso de Costa Rica y Perú. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e Instituto Internacional de Investigación en Ganadería (ILRI). *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 2002. 10(1): 35-45 p.
- Hossain, A., J. A. Teixeira Da Silva, M.V. Lozovskaya, V. P. Zvolinsky, and V. I. Mukhortov. 2012. High temperature combined with drought affect rainfed spring wheat and barley in south-eastern Russia: Yield, relative performance and heat susceptibility index. *Journal of Plant Breed. Crop Sci.* 4: 184-196.
- Huamanchaqui, J. y Porras L. 2004. Caracterización de la producción y comercialización de la leche fresca en el Valle del Mantaro. Tesis para optar el título de Ingeniero. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú.
- Hungate, R.E. 1988. Introduction: the ruminant and the rumen. En: Hobson P.N. (ed) *The Rumen Microbial Ecosystem*, pp 1-19. Elsevier Applied Science, New York.
- Hussain, M., M. B. Khan, Z. Mehmood, A. B. Zia, K. Jabran, and M. Farooq. 2013. Optimizing row spacing in wheat cultivars differing in tillering and stature for higher productivity. *Arch. Agron. Soil Sci.* 59: 1457-1470.
- IGP (Instituto Geofísico del Perú). 2012. Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el Valle del Mantaro. Resultados del proyecto “Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias

intensas) como medida de adaptación ante el cambio climático en el valle del Mantaro-MAREMEX”.

IGP, 2005. Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro.

Instituto Nacional De Innovación Agraria (INIA) 2013. [Internet]. Perú: Ministerio de Agricultura y Riego; [citado: 10 Dic 2019]. URL disponible en: <http://www.digesa.sld.pe/compial/compial.asp>

International Barley Genome Sequencing Consortium (IBGSC) 2012. Mayer KF, Waugh R, Brown JW, Schulman A, Langridge P, et al. A physical, genetic and functional sequence assembly of the barley genome. *Nature*. Nov 29; 491(7426): 711-6.

Kafilzadeh, F; Heidary, N and Bahraminejad, S. 2012. Variety effect on composition, kinetics of fermentation and in vitro digestibility of oat (*Avena sativa* L.) straw and its neutral detergent fiber. *S Afr J Anim Sci*. 42(4):406-415.

Kalinowsky, JF. 1974. Effect of sodium hidroxide treatment and nitrogen supplementation of barley Straw upon intake, digestibility and live weight change in growing lambs. Thesis Mag. Sc. University of Reading.

Khon, R.A.; Dinneen, M.M.; Russek-Cohen, E., 2005. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs and rats. *J. Anim. Sci.*, 83, 879-888.

Kreikemeier, K. K., harmon, D. L., Peters, J. P., Gross, K. L., Armendariz, C. K. and Krehbiel, C. R. 1990. Influence of dietary forage and feed intake on carbohydrase activities and small intestinal morphology. *J. Anim. Sci*. 68:2916.

Kruger, J. L. 1968. Estudio de la composición química del esparrago durante un ciclo de crecimiento y efecto del momento de chapodo bajo 2 condiciones de riego sobre su rendimiento. Tesis UNALM. Lima-Perú.

Lachmann, M. y Araujo, FO. 2007: La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes, Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Lafore, M. 1999. Diagnostico alimenticio y composición químico nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro. Tesis para optar por el título de

Medico Veterinario. Univerisad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Lima, Peru. 84 p.

Lazzarini, I., E. Detmann, C. Batista, M. Fonseca, S. De Campos, M. Augusto, and F. Albani. 2009. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Rev. Bras. Zootec.* 38:2021-2030.

Llacsá, J., Gamarra, J.A., Gómez, C.A., Martínez, A., Gómez, L.R., y Viera, M.A. 2020. Evaluación de genotipos promisorios de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en los Andes centrales de Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(2), e17856. <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17856>

López, R. 1984. Dieta del Ganado en Agostadero. Folleto de Divulgación. Vol. 1. No. 4. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.

López-Castañeda, C. 2011. Variation in grain yield, biomass and kernel number of barley under three soil moisture conditions. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 907-918.

McDonald P. 1986. Nutrición animal. 3ra edición. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

McMaster, G; Wilhelm, W. and Bartling, P. 1994. Irrigation and culm contribution to yield and yield components of winter wheat. *Agron. J.*, 86: 1123-1127.

Mendoza M., Cortez E., Rivera J. G., Rangel J. A., Andrio E., y F. Cervantes. 2011. Época y densidad de siembra en la producción y calidad de semilla de triticale (*X Triticum secale* Wittmack). *Agron. Mesoamericana* 22: 309-316.

Mertens D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463-1481.

Miller-Cushon, E.K., Bergeron, R., Leslie, K.E., Mason, G.J., and Devries, T.J. 2014. Competition during the milk-feeding stage influences the development of feeding behavior of pair-housed dairy calves. *Dairy Sci.* 97 :6450–6462.

Miralles, D. J., Gonzalez, F. G., Abeleo, L. G., Serrago, R. A., Alzueta, I., Y Gacia, G. A. 2012. Manual de trigo y cebada para el cono sur procesos fisiológicos y bases de manejo. Buenos Aires – Argentina. Pag. 36.

MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2017. Manejo y Fertilidad de Suelos: Cereales y Granos Nativos. Manual Técnico. 47 p. <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/MIDAGRI/395/1/Cereales%20y%20granos%20Minagri.pdf>. Consulta: 17 –noviembre –2021.

MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2020. El agro en cifras. Boletín estadístico mensual: Mes de agosto 2020. https://siea.midagri.gob.pe/portal/phocadownload/datos_y_estadisticas/boletines/2020/agro_en_cifras/Agro_en_cifras_08_2020.pdf

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2011. Cereales y Granos Andinos – Manual Técnico. [en línea] 2011 [consultado en Nov 2015] URL disponible en: <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/cereales-granos-andinos/manuallabranza.pdf>

Mitchell, J; Fukai, S. and Cooper, M. 1996. Influence of phenology on grain yield variation among barley cultivars grown under terminal drought. *Aust. J. Agric. Res.*, 47: 757-774.

Mohammadi, M; Sharifi, P; Karimizadeh, R. and Shefazadeh, M. 2012. Relationships between Grain Yield and Yield Components in Bread Wheat under Different Water Availability (Dryland and Supplemental Irrigation Conditions). *Iran. Not Bot Horti Agrobo*, 40(1):195-200.

Muller L.; Delahoy J. and Bargo F. 2003. Supplementation of lactating cows on pasture. Penn State University 5 p.

Muscio, A., and Sisto, R. 2020. Are Agri-Food Systems Really Switching to a Circular Economy Model? Implications for European Research and Innovation Policy. *Sustainability*, 1-15.

Nocek J.E., Tamminga S. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74, 3598-3629.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). 1987. Predicting Feed Intake of Food Producing Animals. National Academy Press. Washington, DC.

Okuyama, L; Federizzi, L. and Barbosa Neto, J. 2005. Plant traits to complement selection based on yield components in wheat. *Ciencia rural, Santa Maria. (Brazil)*.35(5):1010-1018

Ørskov, E. R. 1990. Alimentación de los rumiantes. Editorial ACRIBIA S.A., Zaragoza.

- Ørskov, E. R. 1992. Protein nutrition in ruminants. Academic Press Limited. 24-28. Oval Road, London NW1 7DX, UK.
- Palhano, A.L., Carvalho, P.C.F., Dittrich, J.R. 2007. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.1014-1021, 2007.
- Preston, T. R. and Leng, R. A. 1987. Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-Tropics. Penambul Books, Armidale, Australia.
- Pilataxi, S. A. 2013. Evaluación de siete variedades de trigo (*Triticum aestivum* L.) con tres tipos de manejo nutricional a 3220 m.s.n.m. Olmedo – Cayambe. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Quito. Quito – Ecuador.
- Quispe, G. (2007). Evaluación del Sistema del Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Comunidad Campesina de Aramachay (Sincos, Jauja, Junín). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. 97 p.
- Rearte, D. H., E. M. Kesler, and G. L. Hargrove. 1986. Forage growth and performance of grazing dairy cows supplemented with concentrate and chopped or long hay. *J. Dairy Sci.* 69:1048-1054.
- Reis, R. B., and D. K. Combs. 2000. Effects of corn processing and supplemental hay on rumen environment and lactation performance of dairy cows grazing grass-legume pasture. *J. Dairy Sci.* 83:2529-2538.
- Relling, AE., Mattioli, GA. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, Argentina. 5-15.
- Robinson, P.H., Collar, C., Nader, G., Putnam, D. 2004. The UC Davis Recommended Forage Energy Prediction Equations. Cooperative Extension. University of California, Davis.
- Romero L. y Gómez P. 2004. Programa de desarrollo del cultivo de la cebada en el Perú. Concurso creatividad empresarial 2004. Categoría: Alimentación. UNALM - BACKUS. Pág. 07.
- Romero M y Gómez, L. 1996. Cultivo de la cebada en el Perú. Programa de cereales – UNALM. Lima, Perú. 46 p

- Rotger C., A. 2005. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona (UAB). Departament de Ciència Animal i dels Aliments. España. 25-39p.
- Ruiz C.; Tapia N. 1983. Producción y manejo de forrajes en ellos andes del Perú. Proyecto de investigación de los sistemas agropecuarios Andinos. PISA (INIPA – CIID – ACIDI). Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho. Pag.128 – 131.
- Salazar, I. 2012. Modelo Douhard para la gestión de sistemas de producción lechera en pequeños productores del Valle del Mantaro. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Producción Animal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú.
- Salazar, M. Á., Ovalle, M., y González, J. 2018. La economía circular como respuesta alternativa a los desafíos de alimentación: análisis de caso para la situación de Chile. Revista Chilena de Relaciones Internacionales, 94-104.
- Salmerón, Z.J.J., Meda, F.J., Bárcena, J.R. 2003. Variedades de avena y calidad nutricional del forraje. Folleto Técnico N° 17. CESICH- CIRNOC-INIFAP-SAGARPA. Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México. 43 p.
- SAS® Software for Higher Education, Adult Learners Now Available". www.businesswire.com. Revisado: 18/09/2018
- Schjonning, P., B. Christensen, and B. Carstensen. 1994. Physical and chemical properties of a sandy loam receiving animal manure, mineral fertilizer or no fertilizer for 90 years. *Eur. J. Soil Sci.* 45:257-268.
- Seo, Niggol; Mendelsohn, Robert. 2007. A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on Latin American Farms. Policy Research Working Paper; No. 4163. World Bank, Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/7193> License: CC BY 3.0 IGO.
- Seo, Niggol; Mendelsohn, Robert. 2008. A Ricardian Analysis of the Impact of Climate Change on South American Farms. *Chilean journal of agricultural research*, 68(1), 69-79. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392008000100007>
- Sheehy, J; Dionora, M. and Mitchell, P. 2001. Spikelet numbers, sink size and potential yield in rice. *Field Crops Research*, 71: 77-85.

- Shimada A. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1ra Edición. COPI-GRAF S.A. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sinebo, W. 2002. Crop ecology, production & Management. Yield relationships of barley grown in a tropical highland. *Crop Sci.*42:428-437
- Slafer, G. 2003. Genetic basis of yield as viewed from a crop physiologist's perspective. *Annals of Applied Biology*, 142: 117–128. doi: 10.1111/j.17447348. 2003.tb00237.x
- Stockdale, C. R. 1999. Effects of cereal grain, lupins-cereal grain or hay supplements on the intake and performance of grazing dairy cows. *Aust. J. Exp. Agric.* 39:811-817.
- Suaste-Franco, M. P., E. Solís-Moya, L. Ledesma-Ramírez, M. L. De La Cruz-Gonzalez, O. A. Grageda-Cabrera, and A. Báezpérez. 2013. Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en El Bajío, México. *Agrociencia* 47: 159-170.
- Tahir, M.Z.I. 2008. Studies on partial replacement of fish meal with oil seed meals in the diet of major carps in semi-intensive culture system. Ph. D. Thesis. Deptt. Zool. Univ. Agri. Faisalabad, Pakistan, 174-178.
- Tapia, M. y Fries, A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima-Perú.
- Tilley J M and Terry R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18: 104-111.
- Tingshuang, G; Sánchez, M; Peiyu, G; Jianxin, L; Qingxiang, M; Cungen, Z; Zhenhai, Y; Zhishan, Z; Lujia, H; Jun, G y Qiaojuan, Y. 2002. Animal Production Based on Crop Residues – Chinese Experiences. Animal Production and Health Paper. FAO. Roma
- Torres, J. 2008. Adaptación al Cambio Climático: de los fríos y calores de los Andes. Experiencias de adaptación Tecnológica en siete zonal rurales del Perú.
- Van Lier, Regueiro, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant animal. Cornell University Press, Ithaca, New York.

- Van Soest, P.J., Wine, R.H., Moore la. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by in vitro digestión of cell walls. *Int.Grassl. Congr.10^a*, Helsinki. P.438-441.
- Vázquez Yáñez, O., y González Rodríguez, A. 2011. La alimentación y la composición de la leche en explotaciones Gallegas. *Pastos*, 36(2), 217-240. Recuperado de <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/1508/1506>.
- Viera, M. 2013. Parámetros de calidad de leche de vacuno en los distritos de Apata, Matahuasi y Concepción en el valle del Mantaro. Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Lima-Perú.
- Villegas, D., Aparicio, N., Blanco, R., C. Royo. 2001. Biomass accumulation and main stem elongation of durum wheat grown under Mediterranean conditions. *Annals of Botany*. 88:617-627.
- Vivanco H. 2007. Situación y proyección de la Ganadería Peruana, Mejoramiento Genético y Reproducción animal. Peru. 3 -10p.
- Waghorn, G.C., Clark, D.A. 2001. Feeding value of pastures for ruminants. *N. Z. Vet. J.* 2004; 52:320–331.
- Wales, W. J., Y. J. Williams, and P. T. Doyle. 2001. Effect of grain supplementation and the provision of chemical or physical fibre on marginal milk production responses of cows grazing perennial ryegrass pastures. *Aust. J. Exp. Agric.* 41:465-471.
- Wanapat, M; Chenost, M; Munoz, F; and Kayouli, C. 1996. Methods for improving the nutritive value of fibrous feed: treatment and supplementation. *Ann Zootech.* 45:89-103.
- Wattiaux, MA., Terry, HW. 2015. Digestión en la vaca lechera. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Universidad de Wisconsin-Madison vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/babkoc/01_s.pdf.
- Weston, R.H. 2002. Constraints on feed intake by sheep. In: *Sheep Nutrition* (Ed. M. Freer and H. Dove). CABI Publishing. pp. 27-46.
- Yaranga, Raúl, Custodio, María, Chanamé, Fernán, y Pantoja, Rafael. 2018. Diversidad florística de pastizales según formación vegetal en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 511-517.

Yokohama, M. T., y K. A. Johnson. 1988. Microbiología del rumen e intestino. Pág. 137-158 en: El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church, Ed. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para la altura de planta (cm).

Variable dependiente: **ALURA DE PLANTA**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	2278.186667	87.622564	1.39	0.1574
Error	48	3017.760000	62.870000		
Total, correcto	74	5295.946667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ALTPLANTA Media
0.430176	7.060187	7.929060	112.3067

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	1651.280000	68.803333	1.09	0.3844
BLOQUE	2	626.906667	313.453333	4.99	0.0108

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALTURA DE PLANTA

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	62.87
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461
Diferencia significativa mínima	25.108

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	121.667	3	UNA 80 LINEA 525
A	119.000	3	UNALM 96 M6h-335
A	118.333	3	UNALM 96 M6h-295
A	118.000	3	UNALM 96 M6h-567
A	116.333	3	UNALM 96 M6h-604
A	116.333	3	UNALM 96 M6h-588
A	114.333	3	CENTENARIO
A	114.333	3	UNALM 96 M6h-609
A	114.000	3	UNALM 96 M6h-305
A	113.333	3	UNALM 96 M6h-306
A	113.000	3	UNALM 96 M6h-333
A	113.000	3	UNALM 96 M6h-571
A	113.000	3	UNALM 96 M6h-307
A	112.667	3	UNALM 96 M6h-748
A	112.667	3	UNALM 96 M6h-329
A	111.333	3	UNALM 96 M6h-729
A	110.333	3	UNALM 96 M6h-615
A	110.333	3	UNALM 96 M6h-595
A	110.333	3	UNALM 96
A	110.000	3	UNALM 96 M6h-603
A	109.000	3	UNALM 96 M6h-326
A	105.333	3	UNALM 96 M6h-728
A	104.333	3	UNALM 96 M6h-617

A	104.000	3	UNALM 96 M6h-301
A	102.667	3	UNALM 96 M6h-347

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ALTPLANTA

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	62.87
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	5.4239

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	115.800	25	1
B A	112.400	25	2
B	108.720	25	3

Anexo 2. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para numero de plantas emergidas.

Variable dependiente: **PLANTULAS EMERGIDAS**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	82966.6400	3191.0246	0.88	0.6256
Error	48	173349.1467	3611.4406		
Total, correcto	74	256315.7867			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PLANTULAS Media
0.323689	26.47991	60.09526	226.9467

Cuadrado de

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	72792.45333	3033.01889	0.84	0.6721
BLOQUE	2	10174.18667	5087.09333	1.41	0.2544

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para PLANTULA

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	3611.441
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461
Diferencia significativa mínima	190.29

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	305.33	3	UNALM 96 M6h-329
A	271.67	3	UNALM 96 M6h-306
A	267.00	3	UNALM 96 M6h-307
A	264.00	3	UNALM 96 M6h-615
A	261.00	3	UNALM 96
A	260.00	3	UNALM 96 M6h-609
A	249.67	3	UNA 80 LINEA 525
A	245.00	3	CENTENARIO
A	234.00	3	UNALM 96 M6h-347
A	232.33	3	UNALM 96 M6h-728
A	231.67	3	UNALM 96 M6h-326

A	225.00	3	UNALM 96 M6h-305
A	223.00	3	UNALM 96 M6h-588
A	218.00	3	UNALM 96 M6h-571
A	213.00	3	UNALM 96 M6h-333
A	213.00	3	UNALM 96 M6h-604
A	206.67	3	UNALM 96 M6h-335
A	202.67	3	UNALM 96 M6h-748
A	202.33	3	UNALM 96 M6h-295
A	201.00	3	UNALM 96 M6h-729
A	198.67	3	UNALM 96 M6h-301
A	191.00	3	UNALM 96 M6h-595
A	190.00	3	UNALM 96 M6h-567
A	185.33	3	UNALM 96 M6h-603
A	182.33	3	UNALM 96 M6h-617

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para PLANTULAS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	3611.441
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	41.108

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	242.60	25	2
A	223.56	25	3
A	214.68	25	1

Anexo 3. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de hojas/tallo.

Variable dependiente: **HOJAS/TALLO**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	1.62560000	0.06252308	1.50	0.1116
Error	48	2.00426667	0.04175556		
Total, correcto	74	3.62986667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	HOJAS Media
0.447840	3.738871	0.204342	5.465333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	1.47653333	0.06152222	1.47	0.1254
BLOQUE	2	0.14906667	0.07453333	1.78	0.1788

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para HOJAS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	0.041756
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461

Diferencia significativa mínima 0.6471

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	5.8667	3	UNALM 96 M6h-295
B A	5.6333	3	UNALM 96 M6h-301
B A	5.6333	3	UNALM 96
B A	5.6000	3	UNALM 96 M6h-748
B A	5.6000	3	UNALM 96 M6h-615
B A	5.5333	3	UNALM 96 M6h-307
B A	5.5333	3	UNALM 96 M6h-588
B A	5.5000	3	UNALM 96 M6h-609
B A	5.5000	3	UNALM 96 M6h-306
B A	5.5000	3	UNALM 96 M6h-333
B A	5.5000	3	UNALM 96 M6h-604
B A	5.4667	3	UNALM 96 M6h-329
B A	5.4667	3	UNALM 96 M6h-335
B A	5.4667	3	UNALM 96 M6h-729
B A	5.4333	3	UNALM 96 M6h-326
B A	5.4333	3	UNALM 96 M6h-567
B A	5.4333	3	UNALM 96 M6h-603
B A	5.4000	3	UNALM 96 M6h-595
B A	5.3667	3	UNALM 96 M6h-571
B A	5.3667	3	UNALM 96 M6h-617
B A	5.3667	3	UNA 80 LINEA 525

B	A	5.3333	3	UNALM 96 M6h-305
B	A	5.3000	3	UNALM 96 M6h-347
B	A	5.2333	3	UNALM 96 M6h-728
B		5.1667	3	CENTENARIO

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para HOJAS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	0.041756
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	0.1398

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	5.52400	25	2
A	5.45600	25	1
A	5.41600	25	3

Anexo 4. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad espiga/m².

Variable dependiente: **ESPIGAS/m²**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	77816.82667	2992.95487	39.31	<.0001
Error	48	3654.29333	76.13111		
Total, correcto	74	81471.12000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	ESPIGAS Media
0.955146	5.547631	8.725314	157.2800

Cuadrado de

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	76383.78667	3182.65778	41.80	<.0001
BLOQUE	2	1433.04000	716.52000	9.41	0.0004

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ESPIGAS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	76.13111
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461
Diferencia significativa mínima	27.629

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	213.667	3	UNALM 96 M6h-617
B A	210.667	3	UNALM 96 M6h-604
B A	200.667	3	UNALM 96
B A C	196.333	3	UNALM 96 M6h-305
B D A C	194.333	3	UNALM 96 M6h-729
E B D A C	188.000	3	UNALM 96 M6h-347
E B D C	185.333	3	UNALM 96 M6h-329
E D F C	170.667	3	UNALM 96 M6h-603
E G D F	168.333	3	UNALM 96 M6h-326

E G D F	168.333	3	UNALM 96 M6h-307
E G D F H	167.000	3	CENTENARIO
E G I F H	163.667	3	UNALM 96 M6h-588
J G I F H	155.333	3	UNALM 96 M6h-306
J G I F H	149.333	3	UNALM 96 M6h-295
J G I K H	142.000	3	UNALM 96 M6h-571
J G I K H	141.000	3	UNALM 96 M6h-335
J I K H	140.333	3	UNALM 96 M6h-615
J I K	137.333	3	UNA 80 LINEA 525
J I K	136.667	3	UNALM 96 M6h-301
J L K	132.667	3	UNALM 96 M6h-595
J L K	131.000	3	UNALM 96 M6h-748
L K M	119.333	3	UNALM 96 M6h-333
L K M	118.000	3	UNALM 96 M6h-728
L M	107.000	3	UNALM 96 M6h-567
M	95.000	3	UNALM 96 M6h-609

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para ESPIGAS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	76.13111
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	5.9686

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	161.440	25	1
A	159.160	25	3
B	151.240	25	2

Anexo 5. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de grano/espiga.

Variable dependiente: **GRANOS/ESPIGA**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	1810.396533	69.630636	2.12	0.0121
Error	48	1579.468267	32.905589		
Total, correcto	74	3389.864800			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	GRANOS Media
0.534062	9.169927	5.736339	62.55600

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	1797.818133	74.909089	2.28	0.0076
BLOQUE	2	12.578400	6.289200	0.19	0.8267

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GRANOS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	32.90559
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461

Diferencia significativa mínima

18.164

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	72.633	3	UNALM 96 M6h-728
B A	70.267	3	UNALM 96 M6h-617
B A	68.167	3	UNALM 96 M6h-603
B A	68.033	3	UNALM 96 M6h-748
B A	67.800	3	UNALM 96 M6h-567
B A	67.400	3	UNALM 96 M6h-335
B A	65.733	3	UNALM 96 M6h-306
B A	65.167	3	UNALM 96 M6h-729
B A	64.767	3	UNALM 96 M6h-604
B A	64.233	3	UNALM 96 M6h-347
B A	63.367	3	UNALM 96 M6h-307
B A	62.200	3	UNALM 96 M6h-595
B A	61.933	3	UNALM 96
B A	61.900	3	UNALM 96 M6h-588
B A	61.433	3	UNALM 96 M6h-609
B A	61.233	3	UNA 80 LINEA 525
B A	60.767	3	UNALM 96 M6h-301
B A	60.267	3	UNALM 96 M6h-571
B A	59.833	3	UNALM 96 M6h-326
B A	59.467	3	UNALM 96 M6h-305
B A	57.533	3	UNALM 96 M6h-329

B	A	57.333	3	CENTENARIO
B	A	55.733	3	UNALM 96 M6h-295
B	A	54.500	3	UNALM 96 M6h-615
B		52.200	3	UNALM 96 M6h-333

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para GRANOS

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	32.90559
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	3.924

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	63.120	25	1
A	62.388	25	2
A	62.160	25	3

Anexo 6. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para peso mil granos.

Variable dependiente: **PESO MIL GRANOS**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	835.6829333	32.1416513	133.03	<.0001
Error	48	11.5970667	0.2416056		
Total, correcto	74	847.2800000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	PESO1000S Media
0.986313	1.082674	0.491534	45.40000

Cuadrado de

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	832.7933333	34.6997222	143.62	<.0001
BLOQUE	2	2.8896000	1.4448000	5.98	0.0048

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para PESO1000S

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	0.241606
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461
Diferencia significativa mínima	1.5565

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	53.7667	3	UNALM 96
A	53.0000	3	UNA 80 LINEA 525
B	49.1333	3	UNALM 96 M6h-617
B	48.9333	3	CENTENARIO
C B	47.8000	3	UNALM 96 M6h-604
C B	47.8000	3	UNALM 96 M6h-567
C D	46.9667	3	UNALM 96 M6h-301
C D	46.9000	3	UNALM 96 M6h-748
E D	45.8667	3	UNALM 96 M6h-615

E D F	45.7333	3	UNALM 96 M6h-347
E D F	45.7000	3	UNALM 96 M6h-588
E D F	45.6667	3	UNALM 96 M6h-307
E G F	45.2667	3	UNALM 96 M6h-609
E G F	44.7667	3	UNALM 96 M6h-729
H G F	44.2333	3	UNALM 96 M6h-306
H G	44.0333	3	UNALM 96 M6h-571
H G	43.8667	3	UNALM 96 M6h-603
H I	43.0000	3	UNALM 96 M6h-329
H I	42.7000	3	UNALM 96 M6h-333
H I	42.7000	3	UNALM 96 M6h-295
J I	42.2333	3	UNALM 96 M6h-728
J I	42.0333	3	UNALM 96 M6h-595
J	41.1000	3	UNALM 96 M6h-335
J	40.9667	3	UNALM 96 M6h-305
J	40.8333	3	UNALM 96 M6h-326

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para PESO1000S

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	0.241606
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	0.3362

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	45.6720	25	1
B	45.3120	25	2
B	45.2160	25	3

Anexo 7. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de espigado.

Variable dependiente: **DIAS DE ESPIGADO**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	353.493333	13.595897	0.88	0.6324
Error	48	743.253333	15.484444		
Total, correcto	74	1096.746667			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIAS50 Media
0.322311	5.528795	3.935028	71.17333

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	304.7466667	12.6977778	0.82	0.6954
BLOQUE	2	48.7466667	24.3733333	1.57	0.2177

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DIAS DE ESPIGADO

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	15.48444
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461

Diferencia significativa mínima

12.46

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	76.000	3	UNA 80 LINEA 525
A	73.333	3	UNALM 96 M6h-571
A	73.333	3	UNALM 96 M6h-335
A	73.333	3	UNALM 96 M6h-307
A	72.667	3	UNALM 96 M6h-748
A	72.667	3	UNALM 96 M6h-306
A	72.667	3	UNALM 96 M6h-567
A	72.667	3	UNALM 96 M6h-329
A	72.667	3	UNALM 96 M6h-603
A	72.000	3	UNALM 96 M6h-333
A	72.000	3	UNALM 96 M6h-617
A	71.333	3	CENTENARIO
A	70.667	3	UNALM 96 M6h-301
A	70.667	3	UNALM 96 M6h-295
A	70.667	3	UNALM 96 M6h-609
A	70.667	3	UNALM 96 M6h-305
A	70.000	3	UNALM 96 M6h-347
A	70.000	3	UNALM 96 M6h-728
A	70.000	3	UNALM 96 M6h-588
A	69.333	3	UNALM 96 M6h-595
A	69.333	3	UNALM 96 M6h-615

A	69.333	3	UNALM 96 M6h-326
A	69.333	3	UNALM 96 M6h-729
A	68.667	3	UNALM 96
A	66.000	3	UNALM 96 M6h-604

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DIAS50

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	15.48444
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	2.6918

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	72.000	25	3
A	71.440	25	1
A	70.080	25	2

Anexo 8. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de maduración.

Variable dependiente: **DIAS DE MADURACION**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	26	736.000000	28.307692	1.02	0.4669
Error	48	1336.000000	27.833333		
Total, correcto	74	2072.000000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	DIASMAD Media
0.355212	3.773770	5.275731	139.8000

Cuadrado de

Fuente	DF	Anova SS	la media	F-Valor	Pr > F
GENOTIPO	24	722.0000000	30.0833333	1.08	0.3980
BLOQUE	2	14.0000000	7.0000000	0.25	0.7787

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DIASMAD

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	27.83333
Valor crítico del rango estudentizado	5.48461
Diferencia significativa mínima	16.706

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	GENOTIPO
A	148.333	3	UNA 80 LINEA 525
A	146.667	3	UNALM 96 M6h-617
A	143.333	3	UNALM 96
A	141.667	3	UNALM 96 M6h-748
A	141.667	3	UNALM 96 M6h-728
A	141.667	3	UNALM 96 M6h-729
A	141.667	3	UNALM 96 M6h-588
A	141.667	3	UNALM 96 M6h-567
A	140.000	3	UNALM 96 M6h-347

A	140.000	3	UNALM 96 M6h-604
A	140.000	3	UNALM 96 M6h-295
A	140.000	3	UNALM 96 M6h-305
A	140.000	3	UNALM 96 M6h-335
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-326
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-301
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-571
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-333
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-603
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-306
A	138.333	3	UNALM 96 M6h-307
A	136.667	3	CENTENARIO
A	136.667	3	UNALM 96 M6h-615
A	136.667	3	UNALM 96 M6h-595
A	135.000	3	UNALM 96 M6h-329
A	135.000	3	UNALM 96 M6h-609

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para DIASMAD

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	48
Error de cuadrado medio	27.83333
Valor crítico del rango estudentizado	3.42026
Diferencia significativa mínima	3.6089

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	BLOQUE
A	140.400	25	1
A	139.600	25	2
A	139.400	25	3

Anexo 9. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para altura de planta (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: **ALTURA DE PLANTA**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	174407.2000	34881.4400	133.36	<.0001
Error	54	14124.5333	261.5654		
Total, corregido	59	188531.7333			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.925081 15.51117 16.17298 104.2667

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	844.1333	422.0667	1.61	0.2086
BLOQUE	3	173563.0667	57854.3556	221.19	<.0001

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	844.1333	422.0667	1.61	0.2086
BLOQUE	3	173563.0667	57854.3556	221.19	<.0001

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Grados de error de libertad 54

Error de cuadrado medio	261.5654
Valor crítico del rango estudentizado	3.40816
Diferencia significativa mínima	12.325

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	109.500	20	1
A	102.400	20	2
A	100.900	20	3

Anexo 10. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para numero de plantas emergidas (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: NUMERO DE PLANTULAS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	2215.802167	443.160433	22.65	<.0001
Error	54	1056.403667	19.563031		
Total, corregido	59	3272.205833			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.677159 14.10474 4.423012 31.35833

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	472.164333	236.082167	12.07	<.0001
BLOQUE	3	1743.637833	581.212611	29.71	<.0001
Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	472.164333	236.082167	12.07	<.0001

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	3	1743.637833	581.212611	29.71	<.0001

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	54
Error de cuadrado medio	19.56303
Valor crítico del rango estudentizado	3.40816
Diferencia significativa mínima	3.3707

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	35.200	20	1
B	30.295	20	2
B	28.580	20	3

Anexo 11. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de hojas/tallo (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: NUMERO DE HOJAS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	6.70000000	1.34000000	1.87	0.1144
Error	54	38.63333333	0.71543210		
Total, corregido	59	45.33333333			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.147794 14.92645 0.845832 5.666667

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	5.23333333	2.61666667	3.66	0.0324
BLOQUE	3	1.46666667	0.48888889	0.68	0.5661

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	5.23333333	2.61666667	3.66	0.0324
BLOQUE	3	1.46666667	0.48888889	0.68	0.5661

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	54
Error de cuadrado medio	0.715432
Valor crítico del rango estudentizado	3.40816
Diferencia significativa mínima	0.6446

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	5.9000	20	2
B	5.8500	20	3
B	5.2500	20	1

Anexo 12. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad espiga/m² (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: NUMERO DE ESPIGAS/M2

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	15427.73333	3856.93333	3.64	0.0128
Error	40	42397.46667	1059.93667		
Total, corregido	44	57825.20000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.266799 13.29567 32.55667 244.8667

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	3880.93333	1940.46667	1.83	0.1735
BLOQUE	2	11546.80000	5773.40000	5.45	0.0081

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	3880.93333	1940.46667	1.83	0.1735
BLOQUE	2	11546.80000	5773.40000	5.45	0.0081

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Grados de error de libertad 40

Error de cuadrado medio 1059.937

Valor crítico del rango estudentizado 3.44206

Diferencia significativa mínima 28.934

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	251.47	15	3
A	251.40	15	1
A	231.73	15	2

Anexo 13. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para cantidad de grano/espiga (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: NUMERO DE GRANOS/ESPIGAS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	9.990667	2.497667	0.06	0.9921
Error	40	1553.177333	38.829433		
Total, corregido	44	1563.168000			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.006391 9.834796 6.231327 63.36000

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	8.00533333	4.00266667	0.10	0.9023
BLOQUE	2	1.98533333	0.99266667	0.03	0.9748

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	8.00533333	4.00266667	0.10	0.9023
BLOQUE	2	1.98533333	0.99266667	0.03	0.9748

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	40
Error de cuadrado medio	38.82943
Valor crítico del rango estudentizado	3.44206
Diferencia significativa mínima	5.538

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	63.907	15	2
A	63.293	15	3
A	62.880	15	1

Anexo 14. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para peso mil granos (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: PESO DE MIL GRANOS

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	209.5528889	52.3882222	6.35	0.0005
Error	40	330.2528889	8.2563222		
Total, corregido	44	539.8057778			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.388201 6.466079 2.873382 44.43778

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	177.6164444	88.8082222	10.76	0.0002

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
BLOQUE	2	31.9364444	15.9682222	1.93	0.1578

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	177.6164444	88.8082222	10.76	0.0002
BLOQUE	2	31.9364444	15.9682222	1.93	0.1578

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	40
Error de cuadrado medio	8.256322
Valor crítico del rango estudentizado	3.44206
Diferencia significativa mínima	2.5537

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	47.240	15	3
B	43.213	15	1
B	42.860	15	2

Anexo 15. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de espigado (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: DIAS DE ESPIGADO

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	232.4444444	58.1111111	2.51	0.1968
Error	4	92.4444444	23.1111111		

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Total corregido	8	324.8888889			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	VALOR Media
0.715458	6.017610	4.807402	79.88889

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	216.2222222	108.1111111	4.68	0.0897
BLOQUE	2	16.2222222	8.1111111	0.35	0.7237

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	216.2222222	108.1111111	4.68	0.0897
BLOQUE	2	16.2222222	8.1111111	0.35	0.7237

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	4
Error de cuadrado medio	23.11111
Valor crítico del rango estudentizado	5.04016
Diferencia significativa mínima	13.989

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	84.000	3	2
A	82.667	3	1
A	73.000	3	3

Anexo 16. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para días de maduración (cebada mejorada y variedad local).

Variable dependiente: DIAS DE MADURACION

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	604.4444444	151.1111111	4.30	0.0932
Error	4	140.4444444	35.1111111		
Total, corregido	8	744.8888889			

R-cuadrado Coef Var Raíz MSE VALOR Media

0.811456 3.508498 5.925463 168.8889

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	442.8888889	221.4444444	6.31	0.0580
BLOQUE	2	161.5555556	80.7777778	2.30	0.2163

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
VARIEDAD	2	442.8888889	221.4444444	6.31	0.0580
BLOQUE	2	161.5555556	80.7777778	2.30	0.2163

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para VALOR

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Grados de error de libertad	4
Error de cuadrado medio	35.11111
Valor crítico del rango estudentizado	5.04016
Diferencia significativa mínima	17.243

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	VARIEDAD
A	176.667	3	1
A	170.333	3	2
A	159.667	3	3

Anexo 17. Análisis de varianza y prueba de comparación de medias para producción de leche.

Variable dependiente: **PRODUCCIÓN DE LECHE**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	9	12.69062500	1.41006944	14.75	0.0019
Error	6	0.57375000	0.09562500		
Total, corregido	15	13.26437500			

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pleche Media
0.956745	8.178061	0.309233	3.781250

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
periodo	1	1.05062500	1.05062500	10.99	0.0161*
trata	1	1.05062500	1.05062500	10.99	0.0161*
vaca	7	10.58937500	1.51276786	15.82	0.0018**

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para pleche

Note: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha 0.05

Grados de error de libertad 6

Error de cuadrado medio	0.095625
Valor crítico del rango estudentizado	3.46041
Diferencia significativa mínima	0.3783

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

	Tukey Agrupamiento	Media	N trata
A		4.0375	8 M
B		3.5250	8 L