

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIDAD DE POSTGRADO



TESIS DE MAESTRÍA

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA
CEBADA (*Hordeum vulgare*) COMO FORRAJE VERDE, CON APLICACIÓN DE
RIEGO Y BIOL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA**

RUSENA CESPEDES APAZA

LA PAZ – BOLIVIA

2021

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
POSTGRADO
MAESTRIA EN CIENCIA ANIMAL**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA
CEBADA (*Hordeum vulgare*) COMO FORRAJE VERDE, CON APLICACIÓN DE
RIEGO Y BIOL EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CHOQUENAIRA**

*Tesis de Maestría para optar el
título de Maestro en Ciencias*

RUSENA CESPEDES APAZA

ASESOR:

Ing. M.Sc. Hugo Daniel Bosque Sánchez

TRIBUNAL REVISOR

Ing. Ph.D. Rene Nene Chipana Rivera

Ing. M.Sc. Félix Fernando Manzaneda Delgado

Ing. M.Sc. Juan José Vicente Rojas

Ing. M.Sc. Medardo Wilfredo Blanco V.

APROBADO

Presidente Tribunal Examinador

La Paz- Bolivia, 2021

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me dio fortaleza para continuar cuando estuve a punto de caer; por ello, dedico el presente trabajo de investigación a DIOS.

A mis papás ROLANDO y CELIA a mis hermanas YURIDIA, MASHÉL, GABRIELA, pero sobre todo a mis estrellas NATIVIDAD y CELSA que guiándome desde el cielo y BELEN MEARI el motor para seguir adelante y por la paciencia brindada durante estos dos años proporcionándome el equilibrio emocional necesario a través de su comprensión, cariño y amor.

Que este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes que alcance concluir con éxito, un proyecto que en un principio me parecía tarea titánica e interminable, que después fue la conclusión de una meta alcanzada.

AGRADECIMIENTO

A nuestro creador DIOS y Señor Jesús, por haberme dado la vida, darme la oportunidad de vivir y disfrutar de lo bueno de este mundo,

Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, para mí es un verdadero placer utilizar este espacio para agradecer a la ilustre Universidad Mayor de San Andrés y a los docentes quienes fueron parte del Postgrado de Agronomía, por su importante aporte y participación en el desarrollo de los dos años de esta Maestría.

Agradecimiento a todo el plantel de la Estación Experimental Choquenaira por abrirme sus puertas y poder realizar el trabajo de la maestría.

A mi asesor Ing. M.Sc. Hugo Bosque Sánchez, por haberme guiado, tenerme paciencia y apoyarme constantemente en la elaboración de la tesis de Maestría.

De la misma manera un agradecimiento especial a los revisores de la tesis Ing. PhD. Rene Nene Chipana por las indicaciones en el tema del riego, Ing. MSc. Fernando Manzaneda Delgado por sus sabios consejos en la culminación de este trabajo. Ing. Juan José Vicente por su explicación y orientación y al Ing Wilfredo Blanco por sus consejos en la parte social.

Al Ing. MSc. Zenón Martínez por las sugerencias brindadas para la culminación de la elaboración de la tesis. A la Estación Experimental Patacamaya por acogerme en sus instalaciones en la última fase para poder realizar el documento.

A mi amigo y maestro Ing. Agro Adrián Ramos Paye quien me guio y me brindo la orientación y ayuda para poder lograr el documento final y la presentación de esta.

A mi familia CESPEDS APAZA que fue el apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por sus palabras de impulso para poder seguir en este nuevo emprendimiento y por su constante apoyo y estímulo brindado durante estos dos años orientados al logro de mi meta.

Al finalizar un trabajo arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis de Maestría es inevitable que te asalte un egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte de granito a granito que se ha puesto en este trabajo.

INDICE GENERAL

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Justificación.....	3
1.3 Planteamiento del problema.....	3
2 OBJETIVO	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
2.3 Hipótesis.....	5
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 Origen de la cebada.....	6
3.2 Distribución de la cebada en Bolivia.....	6
3.3 Importancia de la cebada forrajera.....	6
3.4 Producción de cebada a nivel mundial.....	7
3.5 Producción de forraje en Bolivia.....	8
3.6 Descripción Taxonómica.....	8
3.6.1 Características Morfológicas.....	9
3.6.2 Desarrollo Fenológico.....	10
3.7 Requerimiento agroecológico del cultivo.....	10
3.7.1 Suelo.....	11
3.7.2 Clima.....	11
3.7.3 Temperatura.....	11
3.8 Siembra y densidad de siembra.....	12
3.8.1 Siembra.....	12
3.8.2 Densidad de siembra.....	12
3.8.3 Cosecha.....	13
3.8.3.1 Época de cosecha.....	13
3.8.3.2 Rendimiento de Materia Verde y Seca.....	13
3.9 Ensilaje.....	13
3.10 Calidad de la cebada.....	14
3.11 Análisis Bromatológico.....	14
3.11.1 Nutrientes.....	14

3.11.1.1	Clasificación de los nutrientes.....	15
3.11.2	Requerimientos nutricionales	15
3.11.3	Características nutritivas	15
3.11.4	Nutrición foliar	16
3.11.4.1	Factores que afectan la absorción foliar	17
3.11.5	Ventajas de la absorción líquida sobre los sólidos	18
3.12	Bioinsumos	18
3.12.1	Abonos líquidos orgánicos.....	19
3.12.2	Biol	19
3.12.3	Formación del biol.....	20
3.12.4	Ventajas y desventajas del biol	20
3.12.5	Uso del biol	21
3.12.6	Aplicación foliar.....	21
3.13	Riego	22
3.13.1	Riego complementario	22
3.13.2	Riego suplementario	23
3.13.3	Riego por aspersión.....	23
3.14	Aplicación de agua	24
3.14.1	Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos	24
3.15	Modelos de simulación	25
3.15.1	Programa Cropwat	25
3.16	Costos de producción.....	25
3.16.1	Costos fijos.....	26
3.16.2	Costos variables.....	26
4	LOCALIZACIÓN.....	27
4.1	Ubicación geográfica.....	27
4.2	Características Agroecológicas	28
4.2.1	Zona Agroecológica.....	28
4.2.2	Clima.....	28
4.2.3	Flora.....	28
4.2.4	Suelos	28
4.2.5	Recursos hídricos.....	29
5	MATERIALES Y METODOLOGÍA	30
5.1	Materiales.....	30

5.2 Metodología	30
5.3 Modelo estadístico	30
5.4 Factores de estudio.....	31
5.5 Características de campo experimental.....	31
5.6 Delimitación del área estudio	32
5.6.1 Rastrado y mullido del suelo.....	33
5.6.2 Croquis y distribución del área de investigación	33
5.7 Determinación del sistema y método de riego.	33
5.8 Trabajo de campo	34
5.8.1 Aplicación del primer riego (de preparación)	34
5.9 Prueba de germinación	35
5.10 Siembra	35
5.11 Riego del cultivo	35
5.12 Programación del riego.....	35
5.13 Modelo Cropwat.....	36
5.13.1 Programación de riego.....	36
5.13.2 Volúmenes reales de agua utilizados en los diferentes cortes.....	38
5.14 Evaluación del cultivo	40
5.14.1 Evaluación del primer corte y segundo corte.....	40
5.15 Análisis de suelo	40
5.15.1 Determinación de la humedad del suelo.....	41
5.16 Análisis de agua	41
5.17 Análisis de biol	41
5.18 Aplicación del volumen de biol	42
5.19 Variables de respuesta.....	42
5.19.1 Variables agronómicas	42
5.19.1.1 Altura de la planta.....	42
5.19.1.2 Número de macollos	42
5.19.1.3 Número de nudos.....	42
5.19.1.4 Rendimiento de materia verde	43
5.19.1.5 Rendimiento de materia seca	43
5.19.2 Variables bromatológicas	43
5.19.2.1 Proteína.....	43
5.19.2.2 Fibra cruda.....	44

5.19.2.3	Valor energético.....	44
5.19.2.4	Carbohidratos.....	44
5.19.2.5	Grasa.....	44
5.19.2.6	Humedad.....	44
5.19.2.7	Ceniza.....	44
5.20	Variables económicas.....	45
5.20.1	Análisis de costos de producción.....	45
5.20.2	Beneficio Bruto.....	45
5.20.3	Beneficio neto.....	45
5.20.4	Relación Benéfico/Costo.....	46
6	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	47
6.1	Rendimiento de la cebada.....	47
6.1.1	Altura de planta.....	48
6.1.2	Número de macollos.....	49
6.1.3	Número de nudos.....	50
6.1.4	Rendimiento de Materia Verde.....	51
6.1.5	Rendimiento de Materia Seca.....	52
6.2	Análisis Bromatológico.....	53
6.2.1	Proteína.....	54
6.2.2	Fibra Cruda.....	54
6.2.3	Humedad.....	55
6.3	Análisis del biol.....	56
7	ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	57
8	CONCLUSIONES.....	59
9	RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS.....	60
10	BIBLIOGRAFIA.....	61

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	7
Tabla 2	8
Tabla 3	8
Tabla 4	16
Tabla 5	31
Tabla 6	32
Tabla 7	39
Tabla 8	39
Tabla 9	47
Tabla 10.....	48
Tabla 11.....	49
Tabla 12.....	49
Tabla 13.....	50
Tabla 14.....	51
Tabla 15.....	52
Tabla 16.....	52
Tabla 17.....	53
Tabla 18.....	54
Tabla 19.....	54
Tabla 20.....	55
Tabla 21.....	56
Tabla 22.....	56
Tabla 23.....	57

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1	16
Figura 2	27
Figura 3	32
Figura 4	33
Figura 5	34
Figura 6	36
Figura 7	37
Figura 8	37
Figura 9	38

RESUMEN

Una de las actividades que mayores ingresos generan al agricultor del altiplano boliviano es la producción ganadera, que tiene como principal fuente de alimento diversos tipos de forraje entre ellos se encuentra la cebada, de modo que la crianza de animales depende de la disponibilidad y calidad del forraje que se proporcione. La investigación se efectuó con el propósito de realizar la Evaluación de la productividad y la calidad nutritiva de la cebada (*Hordeum vulgare*) como forraje verde, con aplicación de riego y biol en la Estación Experimental Choquenaira, dependiente de la Facultad de Agronomía de la UMSA. Dentro de los objetivos fueron: Evaluar el rendimiento de cebada para forraje verde y materia seca, con la aplicación de cuatro concentraciones de biol. Efectuar el análisis bromatológico, determinar la calidad nutritiva del forraje en cada corte. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completamente al azar, con cinco repeticiones, donde los niveles del factor A: fueron periodos de corte (1° y 2° corte), factor B: niveles de biol (0%, 30%, 50% y 70%). Las variables consideradas en el experimento fueron: agronómicas, bromatológicas y costos fijos y variables.

Los resultados obtenidos en cuanto a las variables agronómicas, donde se observaron la emergencia alrededor del 79% de las plántulas a los 18 días. En cuanto al desarrollo del cultivo el mayor crecimiento en promedio se tuvo en el 1° corte con 0,36 m, donde el T4 (70% biol) tiene el mayor crecimiento, en cambio el 2° corte tiene 0,31 m de crecimiento, el T3 (50% biol) tiene el mayor desarrollo. La formación de macollos en promedio, el 1° corte presenta 5,09 macollos por planta, además del T2 con 5,52 y T3 con 5,44, para el 2° corte con 7,44 macollos por planta, los T2 con 7,64; T3 con 7,72 y T4 con 7,74 macollos. El mayor porcentaje de nudos por planta se tiene en el 1° corte con 1,7, y el 2° corte tiene 1,53 en promedio, donde los T3 y T4 tienen 1,8 para el 1° corte, mientras que el T3 tiene 1,73 en el 2° corte. La producción de materia verde (MV), el 1° corte presenta 12,5 t/ha y el 2° corte 10,12 t/ha, por tanto, el T4 tiene el mayor rendimiento en ambos cortes con 13,15 y 10,88 t/ha. La obtención de materia seca (MS) en promedio, el 1° corte tiene 2,47 t/ha, mientras el 2° corte con 2,1 t/ha, donde los T4 de los dos cortes tienen rendimientos de 2,59 y 2,27 t/ha.

En los análisis de laboratorio se tiene los siguientes resultados: Proteína, para el 1° corte presenta un mayor contenido de proteína con 20,31 g/100g y el 2° corte con 14,11 g/100g, los tratamientos con mayor contenido de proteína son el T2 y T3 con 21,32 y 20,45 g/100g respectivamente. Fibra cruda, para el 1° corte, se tiene 18,93 g/100g y el 2° corte 25,9 g/100g, en promedio y para los tratamientos T2 con 24,1 g/100g y T3 con 24,6 g/100g tienen mayor contenido de fibra cruda. Valor energético, para el 1° corte se tiene 18,93 Kcal/100gr y el 2° corte presenta 25,9 Kcal/100gr en promedio, mientras los tratamientos que presentan

valores altos en los T1 con 195,9 Kcal/100gr y T4 con 179,35 Kcal/100gr. Carbohidratos, existe diferencias entre los promedios obtenidos, el 1º corte tiene 26,75 g/100gr y el 2º corte 23,03 g/100gr, en cuanto a los tratamientos el mayor contenido se encuentra en el T2 con 30,75 g/100gr. Grasa, el contenido promedio para el 1º corte es 1,75 g/100gr y el 2º corte con 1,95 g/100gr y el T3 tiene mayor contenido de grasa con 2,25 g/100gr. La ceniza encontrada en el 1º corte se de 5,93 g/100gr, para el 2º corte de 4,58 g/100gr, en los tratamientos, el T3 con 6,75 g/100gr tiene la mayor concentración de ceniza. El contenido Humedad para el 1º corte tiene el 26,75 g/100gr y el 2º corte 23,03 g/100gr y el mayor porcentaje se encuentra en el T4 con 87,1 g/100gr. Al realizar el análisis económico los tratamientos que presentaron el valor más alto en relación al B/C fueron en los T3 con 1.72, con una producción de MS/ha de 14,01 TM y un costo en Bs. 9.153,25, mientras que el B/C para el T3 fue 1,65, una producción de MS/ha de 12,97 TM y un costo de Bs 8.867,25, por tanto la relación de B/C fueron menores para los T1 con 1,46, una producción de 10,78 TM en MS/ha y con costo de Bs 8.295,25, mientras que el T4 tiene una relación B/C más baja con 1,44, una producción de MS/ha de 12,08 TM y un costo más alto de Bs 9.439,25, por tanto con los cuatro tratamientos se tiene ganancias.

SUMARY

One of the activities that generates the highest income for the farmer in the Bolivian highlands is livestock production, whose main source of food is various types of forage, among them is barley forage, so that the raising of animals depends on the availability and quality of the forage provided. The research was carried out with the purpose of evaluating the productivity and nutritional quality of barley (*Hordeum vulgare*) as green forage, with application of irrigation and biol at the Choquenaira Experimental Station, dependent on the Faculty of Agronomy of the UMSA. The objectives were: To evaluate the yield of barley for green fodder and dry matter, with the application of four concentrations of biol. Carry out the bromatological analysis, determine the nutritional quality of the forage in each cut. The treatments were distributed in a completely randomized block design, with five repetitions, where the levels of factor A: were cutting periods (1st and 2nd cut), factor B: biol levels (0%, 30%, 50% and 70%). The variables considered in the experiment were: Agronomic and bromatological variables and fixed and variable costs.

The results obtained in terms of agronomic variables, where around 79% of the seedlings emerged at 18 days. Regarding the development of the crop, the highest growth on average was in the 1st cut with 0.36 m, where T4 (70% biol) has the highest growth, while the 2nd cut has 0.31 m of growth, the T3 (50% biol) has the highest development. The formation of tillers on average, the 1st cut has 5.09 tillers per plant, in addition to T2 with 5.52 and T3 with 5.44, for the 2nd cut with 7.44 tillers per plant, T2 with 7.64; T3 with 7.72 and T4 with 7.74 tillers. The highest percentage of nodes per plant is found in the 1st cut with 1.7, and the 2nd cut has 1.53 on average, where T3 and T4 have 1.8 for the 1st cut, while T3 has 1, 73 on the 2nd cut. The production of green matter (MV), the 1st cut presents 12.5 t/ha and the 2nd cut 10.12 t/ha, therefore, T4 has the highest yield in both cuts with 13.15 and 10.88 t/ha Obtaining dry matter (DM) on average, the 1st cut has 2.47 t/ha, while the 2nd cut with 2.1 t/ha, where the T4 of the two cuts have yields of 2.59 and 2.27t/ha.

In the laboratory analysis, the following results are obtained: Protein, for the 1st cut has a higher protein content with 20.31 g/100g and the 2nd cut with 14.11 g/100g, the treatments with the highest protein content are T2 and T3 with 21.32 and 20.45 g/100g respectively. Crude fiber, for the 1st cut, has 18.93 g/100g and the 2nd cut 25.9 g/100g, on average and for treatments T2 with 24.1 g/100g and T3 with 24.6 g/100g They have higher crude fiber content. Energy value, for the 1st cut there is 18.93 Kcal/100gr and the 2nd cut presents 25.9 Kcal/100gr on average, while the treatments that present high values in T1 with 195.9 Kcal/100gr and T4 with 179.35 Kcal/100gr. Carbohydrates, there are differences between the averages obtained, the 1st cut has 26.75 g/100gr and the 2nd cut 23.03 g/100gr, in terms of treatments, the highest content is found in T2 with 30.75 g/100gr. Fat, the average content

for the 1st cut is 1.75 g/100gr and the 2nd cut with 1.95 g/100gr and T3 has a higher fat content with 2.25 g/100gr. The ash found in the 1st cut is 5.93 g/100gr, for the 2nd cut 4.58 g/100gr, in the treatments, T3 with 6.75 g/100gr has the highest concentration of ash. The Moisture content for the 1st cut is 26.75 g/100gr and the 2nd cut is 23.03 g/100gr and the highest percentage is found in T4 with 87.1 g/100gr. When performing the economic analysis, the treatments that presented the highest value in relation to the B/C were in the T3 with 1.72, with a production of DM/ha of 14.01 MT and a cost of Bs. 9,153.25, while the B/C for T3 was 1.65, a DM/ha production of 12.97 MT and a cost of Bs 8,867.25, therefore the B/C ratio was lower for T1 with 1.46, a production of 10.78 MT in DM/ha and with a cost of Bs 8,295.25, while T4 has a lower B/C ratio with 1.44, a DM/ha production of 12.08 MT and a highest cost of Bs 9,439.25, therefore with the four treatments there are profits.

1 INTRODUCCIÓN

En Bolivia existen problemas de alimentación en la mayoría de los animales que dependen de los forrajes, ya sean estos gramíneas o leguminosas, dichos inconvenientes se suscitan en especial en regiones que tienen escasez de lluvia, lo que provoca la disminución de la producción de materia verde, fuente primaria para la alimentación del ganado.

En lo que se refiere al Altiplano, la producción de forrajes es de gran importancia para la actividad ganadera, debido a que la crianza de animales es la fuente económica de la mayoría de los productores, sin embargo, su abastecimiento es escaso, principalmente con forraje que tenga calidad nutricional. La alimentación del ganado de una manera óptima y con forraje de calidad es un desafío para los pequeños productores, así como para las instituciones dedicadas en el rubro, por tener un rango muy estrecho de tiempo durante el año.

La producción de forraje verde es muy importante, particularmente en la ganadería lechera, sin embargo, en esta región se tiene la limitante mencionada, las bajas precipitaciones, a lo que se añade los constantes riesgos climáticos propios del Altiplano, por lo que el productor tiene que depender exclusivamente de la época de lluvias.

Por eso, dentro de las especies forrajeras adaptadas a estas condiciones y una de las más importantes es la cebada (*Hordeum vulgare*), que generalmente se produce para forraje como heno. Sin embargo, en la Estación Experimental Choquenaira, se han tenido experiencias en la ampliación de la disponibilidad de forraje verde por un periodo mayor del año, de lo que es normal, debido a que en los últimos años se ha incursionado en la producción de Biol bovino, el cual se caracteriza por un alto contenido de macro y micro nutrientes y que hace que los productores de las comunidades aledañas a la Estación, tengan acceso a este bioinsumo como fertilizante orgánico, no solamente en la cebada, sino en diferentes cultivos como ser la papa, haba y otros.

Sin embargo, todavía no se cuenta con estudios de dosificación de este producto para la aplicación para los diferentes cultivos, y entre ellos en la cebada. En este sentido, la presente investigación trata de dar respuesta a las variables relacionadas con la evaluación de la calidad nutritiva y la producción de forraje en relación con la aplicación del biofertilizante y biol bovino en tres niveles de aplicación de forma foliar a la planta, complementado con riego por aspersión.

1.1 Antecedentes

De acuerdo con investigaciones realizadas en la gestión 2016, los resultados obtenidos por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) en condiciones ambientales de las comunidades de la región de Choquenaira muestran diferencias significativas de producción en los rendimientos del cultivo de la cebada, principalmente sobre el comportamiento agronómico de los tratamientos (líneas de cebada) respecto al testigo cultivado por los agricultores locales de la región.

La investigación en el cultivo de la cebada con la adaptación de diferentes líneas proviene del convenio con el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) y la Facultad de Agronomía, específicamente con la Estación Experimental Choquenaira, correspondiente al Altiplano Norte del departamento de La Paz, gestión 2011 - 2012, donde se estudió el rendimiento en condiciones ambientales del Altiplano con la aplicación de Biol bovino, dando resultados de 4000 kg/ ha de materia verde, dato de mucha importancia para seguir con los trabajos de investigación con la aplicación de Biol orgánico.

Según Llanque (2004), el rendimiento de cultivos andinos mejorando la eficiencia de uso del agua mediante el riego, se han obtenido resultados que muestran bajo la evaluación de cultivos con riego y sin riego, los rendimientos de materia seca con la aplicación de riego fueron de 10,78 t ha⁻¹, frente a 6,81t ha⁻¹ sin riego. La caracterización socioeconómica, muestra que las familias cuentan con 20 ha en promedio, de los cuales 8 son cultivables.

El correcto manejo del riego cobra una importancia vital para evitar el encamado y la aparición de royas, por ello se recomienda el riego con mayores dosis a tempranas edades del cultivo. El riego por aspersión en un cultivo de cebada, al presentar éste un porcentaje de sombreado del 100% apenas difiere en cuanto a eficiencia del resto de sistemas de riego. El riego por aspersión en cebada, a su vez asemeja las condiciones de aplicación a la misma lluvia natural, ya que presenta múltiples ventajas como: la limpieza mediante el riego de la superficie de las hojas mejorando la eficiencia de las plantas de cebada, permite también luchar contra las heladas como reducir la temperatura de las plantas, luchar contra las plagas simplemente con la aplicación del riego, e incluso añadiendo al agua para el riego mediante aspersión los fitosanitarios que precise el cultivo. (Fuentes, 2010).

El sistema de riego por aspersión presenta múltiples ventajas frente al resto de sistemas de riego como la durabilidad y fiabilidad, facilidad de mantenimiento, independencia de mano de obra especializada, facilidad de almacenaje, coste/ha del riego por aspersión, valor de venta residual, etc., frente al resto de sistemas de riego. Los mejores rendimientos de cebada se obtienen en suelos fértiles, poco profundos y pedregosos, con una buena

humedad al comienzo del ciclo vegetativo. La cebada presenta un amplio rango de valores de pH en suelos en los que cultivarse (Castro, 2003).

1.2 Justificación

La investigación va orientada de forma integral a solucionar problemas desde un punto de vista agrícola, sin el empleo de productos químicos, que sea económico y al alcance del productor.

La producción de cultivos de hortalizas en el altiplano ha sido realizada con mayor frecuencia en los últimos años, con el uso de fertilizantes inorgánicos; con la finalidad de incrementar la cantidad de los productos cultivados; dejando de lado la utilización de abonos orgánicos como el uso del biol o estiércol animal.

La presente investigación está orientada para establecer el rendimiento potencial del forraje de la cebada y cuál es su comportamiento en función a la aplicación de diferentes niveles de abono orgánico foliar con la aplicación de riego.

Además, pretende mejorar la utilización del agua asociada con la aplicación de abono orgánico, con el propósito de obtener una producción agrícola con rendimientos económicamente aceptables.

1.3 Planteamiento del problema

Cada año, el productor se enfrenta a la incertidumbre de la temporada climática con las expectativas de lograr mejoras en sus sistemas productivos. Además, existe desde hace muchos años, un interés general y creciente en la necesidad de aumentar la productividad en los sistemas agrícolas con eficiencias cada vez mayores en el uso del agua, debido a su rol clave en la producción agrícola.

El uso estratégico del riego, abre la posibilidad de asegurar o incluso incrementar un determinado nivel de rendimiento esperado. El uso del biol mejora la frondosidad del cultivo, permite más eficiencia en los cultivos aumentando el rendimiento del cultivo. Con un abastecimiento en cantidad y calidad de forraje, las explotaciones agropecuarias podrían planificar y ordenar de manera más adecuada y eficiente la alimentación del ganado.

El cultivo de la cebada es de gran importancia para la alimentación y la salud mundial, debido a la calidad de sus nutrientes, proteína y carbohidratos, es muy practicado en la rotación de cultivos y de amplia distribución, sin embargo, su productividad es muy baja.

Las necesidades hídricas del cultivo y de la dinámica del agua en el suelo deslucen el beneficio de esta práctica sobre los rendimientos de los cultivos y el rédito económico.

Establecer cuánto puede cosecharse, si se afecta la calidad, cuál es el efecto del riego según el momento de aplicación en el cultivo y cómo se desempeñan los equipos de riego bajo la modalidad de riego complementario, es clave para dar respuestas concretas y promocionar la producción de forraje en apoyo a los sistemas ganaderos de la región.

El presente trabajo toma esta propuesta para evaluar el efecto de la aplicación del biol sobre el rendimiento y calidad forrajera de un cultivo de cebada, bajo tres dosis distintas de biol aplicados en la etapa fenológica para la gestión agrícola.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo General

Evaluación de la productividad y la calidad nutritiva de la cebada (*Hordeum vulgare*) como forraje, con aplicación de riego y biol en la Estación Experimental Choquenaira.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de cuatro niveles de biol en dos cortes sobre el rendimiento de la cebada.
- Efectuar el análisis bromatológico para determinar la calidad nutritiva de la cebada.
- Determinar la relación beneficio costo de la producción con la aplicación de cuatro dosis de biol y riego en el cultivo.

2.3 Hipótesis

- Ho: no existe significancia en materia verde y materia seca con la aplicación de cuatro niveles de biol.
- Ho: no existe significancia en materia verde y materia seca de la cebada al primer corte y segundo.
- Ho: no existe diferencia significancia en cuatro niveles de biol respecto del primer y segundo.

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Origen de la cebada

Su origen no se encuentra remitido a un solo lugar y en efecto se habla de un conjunto de ellos ubicados en algunas zonas geográficas del mundo. Según Álvarez (2010), la cebada es de origen asiático, es uno de los cultivos introducidos por los españoles a Bolivia, teniendo gran importancia en el siglo pasado y actualmente se utiliza como alimento para el ganado bovino y ganado de carga, es un cultivo de clima frío, pero se puede producir desde los 2000 msnm hasta los 4.300 msnm.

A nivel mundial, la cebada es el cuarto cereal más cultivado, después del trigo, arroz y maíz, alcanzando en el año 2005 una superficie de siembra cercana a 57 millones de hectáreas (FAO, 2006). La cebada es el cereal que en el ámbito mundial tiene la mayor dispersión geográfica y adaptación ecológica, cultivándose desde los 70° latitud norte hasta los 53° latitud sur, en zonas con alturas inferiores a nivel del mar y hasta los 3000 m.s.n.m. (Arias, 2013).

3.2 Distribución de la cebada en Bolivia

SEFO (2010), reporta que la cebada, es un cereal rústico para la producción de forraje, se adapta desde los 2000 a 4500 m.s.n.m. Tolera condiciones de sequía y es medianamente tolerante a la salinidad.

Según Mikel (2012), la cebada es una especie de cultivo anual cultivado ampliamente en el Altiplano norte y Altiplano central, esto por su buena adaptabilidad a las zonas altas que tienen diversas condiciones climáticas a lo largo del año, tiene una densidad de siembra de 80 – 120 kg/ha.

La cebada en Bolivia se cultiva en gran diversidad de suelos y climas. La mayor superficie cultivada es en aquellas regiones cuya altura está entre los 3.000 y 3.500 msnm. A menos de 3.000 msnm la cebada compite con el trigo y el maíz, sobre los 3.700 msnm las heladas limitan la formación de grano.

3.3 Importancia de la cebada forrajera

Según López (2013), la cebada ocupa el cuarto lugar en el ámbito mundial en importancia entre los cereales, después del trigo, maíz y arroz; se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura, la causa de que la cebada continúe

siendo un cereal importante, después de tantos siglos de cultivo, en su amplia adaptación ecológica y su utilización en la alimentación animal y en la industria cervecera.

Según Díaz citado por Ticoná (2014), el cultivo de la cebada en el mundo tiene una gran importancia como planta forrajera para el ganado lechero, pues se puede utilizar como pastura en verde y en grano.

Una fracción de aproximada del 15% de la producción total de cebada se destina a la alimentación animal en forma de grano o forraje, siendo ambas formas de utilización igualmente importantes, (Faiguenbaum, 2013).

3.4 Producción de cebada a nivel mundial

Mundialmente la producción de cebada no tiene la misma relevancia que otros granos como el trigo, pero aun así es importante en algunos países especialmente en vías de desarrollo para alimentación humana y para algunas naciones industrializadas este grano es utilizada como alimento de animales y como malta en el cuadro se presentan los países que más grano de cebada producen. (Faiguenbaum, 2013).

Tabla 1

Producción Mundial de Cebada (en miles de toneladas)

	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19*
Unión Europea	60.609	62.095	59.978	59.064	57.250
Rusia	20.026	17.083	17.547	20.183	16.500
Canadá	7.117	8.257	8.839	7.900	8.800
Australia	8.646	8.993	13.506	8.900	7.800
Ucrania	9.450	8.751	9.874	8.695	7.600
Turquía	4.000	7.400	4.750	6.400	7.400
Kazajistán	2.412	2.675	3.231	3.305	4.200
Argentina	2.900	4.940	3.300	3.740	4000
EE.UU	3.953	4.750	4.353	3.090	3.333
Irán	3.200	3.200	3.000	3.100	3.100
Marruecos	1.638	3.400	620	2.000	2.500
Etiopía	1.953	2.047	2.025	2.100	2.170
China	1.810	1.870	1.752	1.800	1.850
India	1.831	1.613	1.440	1.750	1.770
Bielorrusia	1.988	1.849	1.253	1.420	1.700
Argelia	1.300	1.300	1.000	968	1.400
Otros	9.151	9.552	10.699	9.856	9.881
Total, Mundial	141.984	149.775	147.167	144.271	141.254

Fuente: Faiguenbaum (2013).

Córdova (2018), indica que la importancia del cultivo de la cebada en nuestro país radica en que se utiliza para el consumo humano, para la alimentación de los animales, en grano y como materia prima para la industria cervecera.

3.5 Producción de forraje en Bolivia

En Bolivia, la cebada se cultiva en el Altiplano y en los Valles, es decir, en Tarija, Chuquisaca, Potosí, Cochabamba, La Paz y Oruro. En la gestión 2019 según datos del MDRyT (2019), la producción de cebada fue de aproximadamente en el departamento de La Paz de 60,326 toneladas métricas; parte de la cosecha de grano se destina a la industria cervecera y parte a la alimentación y semilla.

Tabla 2

Producción de Cebada en Bolivia

Departamento	Superficie (ha)	Producción (Tn)	Rendimiento (t/ha)
La Paz	33,092	60,326	1,82
Oruro	6,173	10,167	1,65
Chuquisaca	2,934	4,254	1,45
Potosí	1,090	1,138	1,04
Cochabamba	653	848	1,30
Tarija	88	85	0,97
Santa Cruz	9	9	1,00
Total	44,039	76,827	1,74

Fuente: MDRyT, Elaboración DAPRO

3.6 Descripción Taxonómica

La cebada es una planta anual, monocotiledónea, perteneciente a la familia de las Gramíneas y de gran importancia en la alimentación humana y animal (Cronquist, 2007).

Tabla 3

Clasificación taxonómica de la cebada

Reino:	Vegetal
División:	Tracheophyta
Subdivisión:	Pteropsida
Clase:	Angiosperma
Subclase:	Monocotiledonea
Grupo:	Glumiflora
Orden:	Graminales

Familia:	Graminae
Subfamilia:	Festucoideae
Género:	Hordeum
Espécie:	H. vulgare L.
Nombre común:	Cebada forrajera

Fuente Cronquist, 2007

La cebada pertenece a la subfamilia Poideae, dentro de la familia Poaceae e incluye plantas cultivadas y espontaneas Todos los tipos cultivados se agrupan en una sola especie polimorfa *Hordeum vulgare* (Cronquist, 2007).

3.6.1 Características Morfológicas

Robles (2011), la cebada es una planta sexual, su multiplicación se realiza por medio de la semilla, cuyo embrión se origina por la unión de un gameto masculino y un gameto femenino, es monoica por encontrarse el androceo y el gineceo en una misma planta; hermafrodita y perfecta por encontrarse los dos sexos en una misma flor.

Según Robles y Garza (2014), menciona la siguiente descripción botánica de la cebada:

Raíz: El sistema radicular está compuesto por raíces fibrosas, al igual que el trigo son las dos clases: primarias o seminales, y las secundarias o adventicias. Las seminales están preformadas en el embrión y son reemplazadas en el estado de plántula, las raíces adventicias, las que se desarrollan de los nudos inferiores del tallo.

Tallo: El tallo es cañoso, erecto y ascendente, con nudos y entrenudos, siendo los entrenudos basales cortos y gradualmente más largos hacia el ápice, pueden alcanzar una altura hasta un metro.

Hojas: La hoja es lanceolada, se presenta en número de 4 a 6 en cada tallo, cada hoja está formada por dos partes principales que son vainas y la lámina, además de dos estructuras accesorias, lígula y las aurículas.

Inflorescencia: Las espiguillas están compuestas por 2 a 6 flores, reunidas en número de tres en cada diente del eje, de forma articulada.

Flor: La flor es hermafrodita; presentan dos estilos que llevan unos estigmas plumosos, a los que se les rodea tres estambres. Todo el conjunto floral está encerrado en una casilla floral llamado antecio, formado por dos brácteas llamadas glumulas; de las dos glumulas, la inferior recibe el nombre de lema y la superior de palea.

Grano: El fruto es cariósipide de forma puntiaguda, en uno de sus extremos y aunque puede ser desnudo, en la generalidad cubierto, detalle que depende de la variedad.

3.6.2 Desarrollo Fenológico

Marca (2014), describe desde el punto de vista práctico y con el fin de programar las diferentes intervenciones técnicas en el cultivo, es necesario conocer con precisión los distintos estados o fases del ciclo del cereal, de manera que tales intervenciones puedan realizarse adecuadamente. López (2013) menciona que las observaciones deben realizarse siempre en el tallo principal, siendo los principales estados observables.

Se describe las fases fenológicas del cultivo de la cebada de la siguiente manera:

- **Emergencia:** Aparición de las plantas con una o dos hojas.
- **Macollamiento:** Cuando el 50 % de las plantas han macollado, es decir tiene brotes o retoños, en la práctica de la cuarta hoja indica el inicio de macollamiento.
- **Encallecimiento:** Cuando el 50 % de las plantas presentan el primer nudo a dos o tres centímetros sobre el suelo.
- **Embuchamiento:** La espiga evidente envuelve dentro de la hoja superior formando la llamada hoja de bandera.
- **Espigado:** Cuando el 50% de las plantas tienen espigas completamente libres de la vaina foliar.
- **Floración:** Cuando el 50% de las espigas presentan granos que al ser presionados con la uña revientan y sale un líquido de color blanco. El ovario fecundado alcanza el tamaño de la semilla madura.
- **Grano pastoso:** cuando el 50% de las espigas presentan granos que, al ser presionados con la uña, presentan resistencia. Contenido de ovario se solidifica.
- **Madurez fisiológica:** cuando el 50% de las plantas presentan el pedúnculo de color amarillo. En caso de cebada forrajera, el desarrollo alcanza hasta la fase de grano lechoso, es decir cuando la espiga presenta un 20% a 30% de grano lechoso; el periodo vegetativo normal oscila entre 160 y 190 días.

3.7 Requerimiento agroecológico del cultivo.

Entendemos como requerimientos agroecológicos a las condiciones medio ambientales como suelo, fertilidad, aireación, humedad, temperatura y periodo vegetativo que deben concurrir para la producción agrícola

3.7.1 Suelo

Parsons (2010), menciona que para cultivar cebada es necesario que la condición física del suelo tenga las siguientes características.

- Una estructura granular, que permita la aireación y el movimiento de agua en el suelo.
- Un perfil de tierra cultivable de hasta unos 30 cm para un enraizamiento adecuado.
- Que no sea susceptible a la formación de costras que dificulten la germinación.
- Y lo más principal que tenga materia orgánica.
- La cebada crece bien en suelos con un pH de 7 – 8.
- Requiere suelos profundos, bien drenados, preferiblemente francos, de fertilidad media a baja y pH entre 6 y 8. Puede tolerar algo de salinidad. No tolera encharcamiento. (Corpoica, 2013).

3.7.2 Clima

INFOAGRO (2017), la cebada es un cultivo tolerante a las condiciones extremas de clima y suelo, excepto los suelos anegados y ácidos, es tolerante a la salinidad, requiere de una temperatura templada entre 15 a 31° C, una precipitación de 300 a 600 mm. Es un cultivo de un período largo.

3.7.3 Temperatura

Por otro lado, según Roger (2009), describe que por debajo de los –10° C, pocas son las cebadas que sobreviven, la cebada prefiere clima templado, 15°C de temperatura óptima en el crecimiento vegetativo y de 17 a 18°C en el espigado, suelo franco a franco arcilloso bien drenado, no suelos ácidos, pH de 6 a 8.5 mayor tolerante a la salinidad.

Según Corpoica (2013), el cultivo de la cebada forrajera requiere una temperatura de 10°C mínimo y máximo 18°C, no tolera sombra, tolera heladas y sequías.

Según Parsons (2010), la mayor parte de las gramíneas se cultivan en zonas templadas con temperaturas que varía entre 15°C a 31°C, aunque también pueden soportar bajas temperaturas en las zonas altas (0°C).

3.8 Siembra y densidad de siembra.

3.8.1 Siembra

La siembra se realiza en dos formas: cuando se siembra al voleo donde se distribuye la semilla en un ancho de 8 a 12 metros. La semilla se tapa con un paso de rastra ligero o usando una rastra de dientes cuidando que la semilla no quede a una profundidad mayor de 6 cm.

También se puede sembrar en hileras utilizando la drilla o sembradora triguera. La distancia entre hileras puede variar según las condiciones y la marca de la sembradora. Lo más común es sembrar a una distancia de 11 a 25 cm entre hileras (López, 2013).

La siembra al voleo es más rápida que la siembra con drilla, sin embargo, esta última realiza una mejor distribución y la uniformidad en la profundidad de siembra de la semilla por lo que se usa una menor cantidad de semilla, también es posible colocar el fertilizante cerca de la semilla, de manera que hay una mejor respuesta al mismo, además de que no se tiene que dar otro paso de rastra para tapar la semilla.

Resiembra. Una población normal de plantas debe de promediar aproximadamente 280 plantas por metro cuadrado. Se recomienda resembrar cuando la población de plantas sea la mitad o menos de la población normal. La resiembra se deberá hacer cuando la población existente tenga de dos a tres hojas (Arias, 2013).

3.8.2 Densidad de siembra

Flores (2004), indica que en las tierras ricas en materia orgánica y bien preparadas la densidad de siembra debe ser de 100 kg/ha y en tierras mal preparadas o siembras tardías pueden aumentarse las densidades, pero nunca sobrepasar los 120 kg/ha.

Por otra parte, SEFO (2010), recomienda una densidad de siembra debido a su precocidad en terrenos de temporal, entre 80 a 100 kg/ha, aprovechando las precipitaciones de las épocas de lluvia, en suelos donde anteriormente se cultivaron papa o algún otro cultivo de escarda. Se puede también sembrar en surcos o al voleo en forma manual.

La cantidad de semilla a emplear es variable, oscila entre 120 y 160 kg/ha. La siembra a chorro continuo utilizando sembradora, es el método más recomendable, pues existe un mayor ahorro de semilla, las poblaciones de plantas son más uniformes y hay una menor incidencia sectorial de enfermedades, se suele realizar con distancia que varía entre línea de 18 a 17 cm.

3.8.3 Cosecha

La cosecha se debe realizar cuando la planta haya alcanzado su madurez completa. La forma más común de cosechar es manualmente y se realiza utilizando una hoz, para cortar las espigas y formar gavillas, las mismas que son agrupadas para formar parvas, con el fin de conservar la cebada en el campo, para luego proceder a la trilla. Para realizar esta labor se debe tener muy en cuenta las épocas secas, para que el grano no absorba humedad y pueda mantenerse en buenas condiciones cuando sea almacenado (Rojas, 2010).

3.8.3.1 Época de cosecha

Rojas (2002), señala que los cereales alcanzan sobre el 90% de su potencial de producción de materia seca, 25 a 30 días antes de la cosecha de grano maduro.

Quispe (2013), cosechando el forraje en estado de grano lechoso y pastoso, obtuvo rendimientos de 7 y 14 t MS ha⁻¹, respectivamente. Concordando con, Vilcaes (2016), indican que el rendimiento de forraje de cereales de grano pequeño cosechados al estado de desembuchado de la espiga es de un 30% a 60% inferior al obtenido en el estado de grano harinoso suave. La enorme diferencia de rendimientos es la razón principal por la que agricultores se resisten a cosechar el forraje en estados más tempranos, pese a que presenta un valor nutricional superior.

3.8.3.2 Rendimiento de Materia Verde y Seca

Los rendimientos en estado de grano lechoso a pastoso han sido de 7 a 14 toneladas de materia seca por hectárea, aunque el potencial es mayor de acuerdo con el manejo del cultivo, los rendimientos dependen de: a) Época de siembra. b) Densidad. c) Nivel de fertilización (N-P-K). d) Lugar en la sucesión de cultivo. e) Variedad y calidad de semilla. f) Características del suelo. g) Estado vegetativo a la cosecha (Villaruel, 2011).

3.9 Ensilaje

La conservación de forraje es un proceso necesario para lograr un buen manejo de las praderas y para guardar forraje para los períodos de bajo crecimiento de los pastos. En el período invernal, interesa contar con ensilajes de alto nivel energético, para lo cual existen alternativas como un buen ensilaje de pradera, ensilaje de maíz o ensilajes de grano pequeño como de trigo, triticale, avena o cebada. Entre los ensilajes de grano pequeño, el ensilaje de cebada sobresale por sus valores nutritivos y gran aceptación en los bovinos, constituyéndose en una buena alternativa en sistemas de producción de leche y producción de carne bovina (Prieto, 2011).

3.10 Calidad de la cebada

Además de indicadores de calidad, existen parámetros que permiten conocer su valor nutricional, como la proteína cruda (PC), energía metabolizable (EM), fibra detergente neutro (FDN), y fibra detergente ácido (FDA). La proteína cruda, es tal vez el factor más importante de un alimento. El contenido proteico es una medida indirecta de la disponibilidad de sus nutrientes, ya que los componentes proteicos son altamente digestibles comparados, por ejemplo, con los carbohidratos (Cañas, 2010).

La energía metabolizable corresponde a la porción de la energía contenida en un alimento, que el animal puede utilizar para cualquier proceso fisiológico y por tanto considera las pérdidas de energía en la orina y en los gases que se producen en la digestión (Cañas, 2010).

La fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) son parámetros relativos a la composición de la pared celular o fibra, que en rumiantes es de gran importancia, ya que se requiere un mínimo de calidad y cantidad en su dieta para un adecuado funcionamiento ruminal (Cañas, 2010).

La fibra detergente neutro (FDN) se correlaciona negativamente con el consumo de materia seca y aumenta al avanzar el estado de madurez del forraje, al igual que la fibra detergente ácido (FDA), que se correlaciona negativamente con la digestibilidad.

3.11 Análisis Bromatológico

El análisis bromatológico es el más utilizado para determinar las sustancias alimenticias, pueden presentarse como el esquema químico utilizando frecuentemente para la descripción de un alimento, aunque este análisis posee limitaciones como indicador de propiedades nutritivas (Boada, 2008). Investigaciones de la Estación Experimental de Weende (Alemania) presentan los siguientes parámetros químicos: humedad, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo, fibra bruta, extractos libres de nitrógeno y energía.

3.11.1 Nutrientes

Church y Pond (2012), un nutriente es un elemento constitutivo de las sustancias alimenticias, ya sean de procedencia vegetal o animal, que ayuda a mantener la vida. Un nutriente puede ser un elemento simple como el hierro o la proteína puede ser un compuesto químico.

El valor nutritivo está en función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos, en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes en ese forraje y la eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Medina, 2009).

3.11.1.1 Clasificación de los nutrientes

De acuerdo con Cañas (2010) los nutrientes se pueden clasificar en:

- Según su cantidad: macronutrientes (Carbohidratos, Grasas, Proteínas); micronutrientes (Vitaminas y minerales).
- Según su función: Energéticos (Lípidos, aminoácidos), Plásticos o estructurales (Proteínas, colesterol, minerales); Reguladores (vitaminas, minerales).

3.11.2 Requerimientos nutricionales

La práctica de fertilización según se requiera puede realizarse, en el momento de la siembra o después de la siembra. En la cebada para forraje se sugiere aplicar la fórmula 30-60-00 en siembras temporales, para grano se recomienda aplicar la fórmula 60-40-00. En suelos de textura ligera, se debe aplicar en la siembra todo el fósforo y dos tercios de nitrógeno. En suelos pesados, se recomienda aplicar todo el fósforo y nitrógeno al tiempo de sembrarse (Robles, 2011).

Cooke (2012), el cultivo de la cebada se realiza en suelos marginales es de vital importancia el estudio sobre la incorporación de fertilizantes con el fin de incrementar los rendimientos unitarios que favorezcan al agricultor desde el punto de vista de su ingreso.

Con respecto al rendimiento en grano o en forraje de los cereales con fertilizantes, Parsons (2010) menciona sobre la cantidad de nutrientes que las plantas necesitan, sin embargo, se puede decir que los cereales requieren entre 40 y 200 kg de nitrógeno, de 20 a 60 kg de fósforo y hasta 40 kg de potasio por hectárea, a lo cual corrobora (Robles, 2011) y establece que todas las gramíneas son muy exigentes en fertilizantes nitrogenados.

3.11.3 Características nutritivas

La cebada se cultiva desde tiempos remotos y era utilizada en la panificación, tuvo una enorme importancia en el siglo pasado como alimento para el ganado, principalmente caballar y bestias de carga, tanto en cebada de grano como en berza. Este cultivo

proporciona un heno tierno y agradable cuando es segada en su momento oportuno de 10 a 20 por ciento de espigas (SEFO, 2010); en el siguiente cuadro se presenta la composición química de la cebada.

Tabla 4

Composición bromatológica de cebada en forraje verde, en paja y en grano

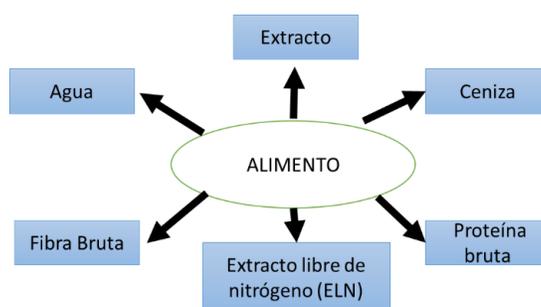
Composición de 100 g sustancia	Proteína (g/100g)	Grasa (g/100g)	Hidratos carbono (g/100g)	Celulosa (g/100g)	Material mineral (g/100g)
En forraje verde	2,5	0,5	8,8	5,6	1,7
En paja	1,9	1,7	43,8	34,4	4,0
En grano	10,0	1,8	66,5	5,2	2,6

Fuente: Cebada Church (2008)

La composición química de los alimentos indica la calidad de nutrientes orgánicos y minerales presentes (aunque no de su disponibilidad para el animal), así como la existencia de factores o constituyentes que influyen negativamente sobre la calidad (Church, 2008).

Figura 1

Característica del alimento



Fuente: Vásquez y Torres, 2005.

3.11.4 Nutrición foliar

Los nutrientes se aplican a las hojas porque pueden atravesar la cutícula por difusión, penetrando a la hoja a través de las células de la epidermis por unas finas estructuras submicroscópicas, que se extienden desde la superficie interna de la cutícula hasta la membrana citoplasmática a través de las paredes celulares de la epidermis. Una vez que

el nutriente está en contacto con la membrana citoplasmática de la célula, el mecanismo de entrada es similar al que ocurre en las células de las raíces (Armas, 2012).

Sin embargo, Chilón (2000), explica las sustancias nutritivas deben atravesar la cutícula, las paredes y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja. La cutícula está formada por pectinas, ceras y fibras celulósicas, que en ella actúan, en el pasaje de las sustancias. Una vez atravesada la cutícula, las sustancias traspasan las paredes de la hoja a través de los ectodermos, que son los espacios con una densidad menor de microfibrillas en las zonas de las paredes primarias y secundarias.

No obstante, existe cierta parte de los elementos que puede ingresar a las células de las plantas de forma pasiva, sin gasto de energía. La entrada de muchos nutrientes en la vacuola de la célula requiere del concurso de sustancias transportadoras, las teorías que implican el paso de elemento con gasto de energía hacia la célula son: la teoría de LUNDEGARDH o “bomba de los citocromos”, la teoría del mecanismo de absorción con intervención de ATP y la teoría de las enzimas de transporte; las dos últimos parecen ser las más aceptadas (Vásquez y Torres, 2005).

La efectividad de la fertilización foliar en gran medida depende de la calidad absorbida del elemento a través de la superficie (siendo importante la composición química de las hojas) y de su traslado por los conductos floemáticos, requiriendo un gasto de energía metabólica. Estos elementos nutritivos deben atravesar la cutícula, las paredes (primaria y secundaria) y la membrana plasmática hasta llegar al interior de la hoja (Rodríguez, 2009).

3.11.4.1 Factores que afectan la absorción foliar

Los factores que afectan la absorción foliar son las siguientes Rodríguez (2009).

- **Temperatura:** A medida que aumenta la temperatura, por ejemplo, entre 20 a 26°C la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. Después a los 28°C comienza a producirse en secado superficial, disminuyendo la absorción de la solución.
- **Humedad Relativa:** Al aumentar la humedad relativa ambiental la permanencia de las gotas de solución en la superficie foliar es mayor, aumentando la probabilidad de su absorción.
- **Edad de la hoja:** Las hojas jóvenes tienen una mayor capacidad de absorción que las hojas viejas.
- **Características de la solución aplicada:** Se difunden a nivel foliar en un mayor grado, los fosfatos y nitratos de potasio, que los cloruros y nitratos de potasio.

- **Luz:** Este factor es importante para una óptima fotosíntesis, en consecuencia, habrá una energía disponible para la absorción activa de los nutrientes.

Sin embargo, Trinidad y Aguilar (2009), señalan para el buen éxito de la fertilización foliar es necesario tomar en cuenta tres factores, los de la planta, ambiente y formulación foliar. Con relación a la formulación foliar, la concentración de la sal portadora del nutrimento, el pH de la solución, la adición de coadyuvantes y el tamaño de la gota del fertilizante líquido, del nutrimento por asperjar se cita su valencia y el ion acompañante, la velocidad de penetración y la translocabilidad del nutrimento dentro de la planta. Del ambiente se debe de considerar, la temperatura del aire, el viento, la luz, humedad relativa y la hora de aplicación. De la planta se debe tomar en cuenta la especie del cultivo, estado nutricional, etapa de desarrollo de la planta y edad de las hojas.

3.11.5 Ventajas de la absorción líquida sobre los sólidos

Las ventajas atribuidas a los abonos líquidos sobre los sólidos son los siguientes: distribución uniforme de los nutrientes, absorción inmediata en el suelo incluso en épocas de sequía, posibilidad de añadir ciertos pesticidas y fungicidas (Simpson, 2011).

La fertilización foliar, comparada con la clásica, presenta las siguientes características: una rápida utilización de los nutrientes por parte de la planta; es flexible en el número de aplicaciones; las dosis empleadas son menores; no se presentan los problemas de suelo (Rodríguez, 2009).

3.12 Bioinsumos

Una alternativa que tiene cada vez mayor participación en el esquema de manejo de los cultivos, complementando al manejo convencional, es el uso de bioinsumos (biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas), ya que representan opciones económicamente atractivas y ecológicamente aceptables. Un bioinsumo es un producto basado en compuestos y/o extractos de microorganismos o plantas, o de microorganismos vivos, capaces de mejorar la productividad (o rendimiento), calidad y/o sanidad al aplicarlos sobre cultivos vegetales, sin generar impactos negativos en el agroecosistema. En el desarrollo de un bioinsumo se utilizan estrategias que surgen del estudio y caracterización de lo que sucede en las distintas interacciones de las plantas con su entorno. La idea es buscar en la propia naturaleza, donde existe una gran cantidad de productos y de estrategias que pueden utilizarse para el manejo sostenible de plagas y enfermedades de las plantas. Esta afirmación se basa en la premisa de que todos los organismos vivos están dotados de un sistema de defensa, que en general tiene la característica de ser de amplio espectro, y de

mecanismos y/o compuestos que producen efectos sobre la fisiología de sí mismos o de otros organismos (Pérez Ortega et al., 2010).

Marti (2012), indica que los bioinsumos son aquellos productos biológicos que consistan o hayan sido producidos por macroorganismos o microorganismos, extractos o compuestos bioactivos derivados de ellos y que esté destinado a ser aplicado como insumo en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial o agro energética.

3.12.1 Abonos líquidos orgánicos

Según CIAT citado por López (2013), los abonos líquidos aumentan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra, el ataque de plagas y enfermedades permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y helada.

Sánchez (2014), menciona que el uso de este tipo de abono es relativamente nuevo, y considera que ayuda a que el manejo de la agricultura sea sostenible, esto porque los materiales con los que están hechos con materiales ya sea de la descomposición de los estiércoles y de materia verde, pueden ser aplicadas al suelo en concentraciones mayores, en el cuello de las plantas para favorecer el desarrollo radicular y foliar.

3.12.2 Biol

El biol es un abono orgánico líquido, una mezcla líquida elaborada por la descomposición o fermentación en ausencia de oxígeno o anaeróbica, cuyo producto es un residuo líquido y el otro sólido, que se utiliza como fertilizante foliar (Arana, 2011).

Puede ser utilizado para diferentes cultivos, principalmente hortalizas, y plantas de ciclo corto. En plantas que han sufrido daños por heladas, granizadas, bajas temperaturas, quemaduras de diferente naturaleza y en plantas desnutridas, los efectos del biol son muy rápidos y verificables (Arana, 2011).

Álvarez (2000), menciona que es un abono foliar orgánico, también llamado biofertilizante líquido, resultado de un proceso de fermentación en ausencia de aire (anaeróbica) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). El mismo autor indica que el biol contiene nutrientes de alto valor nutritivo que estimulan el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas

Ticona (2014), según estudios realizados al biol en base de estiércol de bovino, se observó la presencia de numerosos microorganismos como: bacterias, levaduras, *actinomicetes* y

bacilos en especial *Bacillus subtilis*. Estos microorganismos sintetizan sustancias antibióticas, las cuales demuestran tener gran acción y eficiencia como sustancias fungistáticas y bacteriostáticas.

3.12.3 Formación del biol

Álvarez (2000), señala que la fermentación de materia orgánica puede ocurrir sin presencia de oxígeno se llama anaeróbica. La fermentación se origina a partir de la intensa actividad de los microorganismos que transforman los materiales orgánicos y producen vitaminas, ácidos y minerales complejos, indispensables para el metabolismo y perfecto equilibrio nutricional de la planta.

Suquilanda (2011), manifiesta que, para conseguir un buen funcionamiento del digestor, debe cuidarse la calidad de la materia prima o biomasa, la temperatura de la digestión (25 a 35 °C), la acidez (pH) que debe estar alrededor de 7.0 y las condiciones anaeróbicas del digestor que se da cuando esté herméticamente cerrado. Es importante considerar la relación de materia seca y agua que implica el grado de partículas en la solución. La cantidad de agua debe normalmente situarse alrededor del 90% en peso del contenido total. Tanto el exceso como la falta de agua son perjudiciales. La cantidad de agua varía de acuerdo con la materia prima destinada a la fermentación.

3.12.4 Ventajas y desventajas del biol

a) Ventajas

Según Arana (2011), el biol no es tóxico y no contamina el medio ambiente ya que su elaboración es a base de estiércol de los animales y materia orgánica y bajo costo.

- ✓ Acelera el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- ✓ Mejora producción y productividad de las cosechas.
- ✓ Aumenta la resistencia a plagas y enfermedades (mejora la actividad de los microorganismos benéficos del suelo y ocasiona un mejor desarrollo de raíces, en hojas y en los frutos).
- ✓ Aumenta la tolerancia a condiciones climáticas adversas (heladas, granizadas, otros).
- ✓ Es ecológico, compatible con el medio ambiente y no contamina el suelo y es económico.
- ✓ Acelera la floración en trasplante, se adapta mejor la planta en el campo.

- ✓ Conserva mejor el NPK, Ca, debido al proceso de descomposición anaeróbica lo cual nos permite aprovechar totalmente los nutrientes.
- ✓ El N que contiene se encuentra en forma amoniacal que es fácilmente asimilable.

b) Desventajas

Tiene un periodo de elaboración de 3 a 4 meses, así que se tiene que planificar su producción en el año para encontrar follaje verde de los insumos y poder usarlo durante la campaña agrícola. En extensiones grandes se requiere de una mochila para aplicar. Cuando no se protege de la radiación solar las mangas (biodigestores rústicos), tienden a malograrse disminuyendo su periodo de utilidad (Arana, 2011).

3.12.5 Uso del biol

Marti (2012), considera que el uso del biol es como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, gracias a la producción de hormonas vegetales, las cuales son desechos del metabolismo de las bacterias típicas de este tipo de fermentación anaeróbica (que no se presentan en el compost), estos beneficios hacen que se requiera menor cantidad de fertilizante u otro empleado, hay cinco grupos de hormonas principales: adeninas, purinas, giberelinas y citoquininas todas estas estimulan la formación de nuevas raíces y su fortalecimiento, también inducen a la floración y tienen acción fructificante, el biol cualquiera que sea su origen, cuenta con estas fitohormonas por lo que es importante dentro de la práctica de la agricultura orgánica, al tiempo que abarata costos y mejora la productividad y calidad de los cultivos.

El abono foliar (biol), puede ser utilizado para múltiples cultivos, sean de ciclo corto (algunas hortalizas), anuales (quinua, papa, cañahua, etc.), bianuales (maca) o perennes (alfalfa), gramíneas (trigo, cebada, avena), raíces (nabo, zanahoria), forrajeras (asociación de pastos cultivados), leguminosas (habas, fréjol, tarwi), frutales (cítricos, piña, palto), hortalizas (acelga, zanahoria, lechuga, apio), tubérculos (papa, oca, camote), con aplicación dirigidas al follaje. Se emplea biol para la recuperación pronta de las plantas dañadas después de las heladas y granizadas (Bolos, 2013).

3.12.6 Aplicación foliar

Bolos, (2013) propone que el biol, no debe ser utilizado puro cuando se va aplicar al follaje de las plantas, sino en diluciones. Las diluciones recomendadas pueden ser desde el 25% al 75%, mediante la presencia de hormonas vegetales que regulan y coordinan funciones vitales que se reproducen en células meristemáticas y pueden ser transportadas desde el

lugar que son sintetizadas células a células o por los vasos, no suelen actuar de forma aislada, que provocan la elongación y división de las células, de este modo contribuyen al crecimiento.

Según Medina (2009), las aplicaciones del biol al follaje deben aplicarse durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas y dependiendo la edad del cultivo; para esto se debe emplear boquillas de alta precisión en abanico.

Chilon (2000), indica entre las partes aéreas de las plantas, las hojas son más activas en la absorción de las sustancias aplicadas, pues estos tienen mayor superficie expuesta. Entre los factores que afectan la fertilización foliar están: humedad relativa, edad de la hoja, características físicas de la solución aplicada y la luz.

Las soluciones de biol al follaje, deben aplicarse unas tres a cuatro veces durante los tramos críticos de los cultivos, mojando bien las hojas unos 400 a 800 l/ha, dependiendo de la edad del cultivo y empleando boquillas de alta presión en abanico. Este fito estimulante líquido cuando se aplica al follaje, debe realizarse en momentos de mayor actividad fisiológica mediante la aplicación de aspersiones (Quispe, 2013).

3.13 Riego

Chipana (2003) el riego consiste en aportar agua a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación. Se utiliza en la agricultura en general.

Por lo tanto, la agricultura de riego o agricultura de regadío consiste en el suministro de las necesarias cantidades de agua a los cultivos mediante diversos métodos artificiales de riego. Este tipo de agricultura requiere inversiones de capital y una cuidada infraestructura hídrica: canales, acequias, aspersores, etc., que exigen, a su vez, un desarrollo técnico avanzado. Entre los cultivos habituales de regadío destacan los frutales, el arroz, el algodón, las hortalizas y la remolacha.

3.13.1 Riego complementario

Riego Complementario, cuando el aporte de la lluvia es reducido y por la poca precipitación en la zona el proceso de evapotranspiración es reducida y por ende requiere complementar agua de riego con el cual cumplirán los procesos fisiológicos de forma adecuada sin tener pérdidas en la producción (Chipana, 2003).

Huallpa (2016), menciona, lo importante no es la distribución de las precipitaciones, sino la cantidad de la precipitación que cae en una determinada época. Por lo tanto, se trata de complementar con agua de riego que la misma debe ser aprovechada por los cultivos y de esta manera disminuir así la necesidad de riego.

3.13.2 Riego suplementario

Riego Suplementario, es cuando las lluvias que caen en una región no cumplen con los ciclos agrícolas de los cultivos, por tanto, es necesario hacer uso de la infraestructura de riego y aplicar por cualquier método de riego de acuerdo con necesidades calculadas agua de riego, con el objetivo de que las producciones y procesos fisiológicos sean cumplidas de acuerdo con sus necesidades de cada cultivo (Chipana, 2003).

3.13.3 Riego por aspersión

El método de riego por aspersión, se realiza una simulación de lluvia sobre el cultivo. Entre los emisores se tienen aspersores agrícolas con intensidades de aplicación medias y bajas y cañones de riego con altas intensidades de aplicación y mayores radios de mojamiento. El riego por aspersión es el método de riego por el cual el agua es distribuida bajo la forma de gotas de agua (bajo una presión adecuada), imitando a la lluvia por medio de los aspersores, a través del fraccionamiento del chorro en un gran número de gotas esparcidas en el aire. Este fraccionamiento es debido al flujo de agua bajo presión, a través de pequeños orificios o boquillas (Chipana, 2003).

a. Ventajas

- Se adecua mejor a cualquier tipo de topografía, cultivo y suelo.
- Duplica el área a regar.
- Se optimiza el agua a través de un riego uniforme.
- Reduce las labores de nivelación del suelo.
- Las diferencias de niveles topográficos generan presión sin costo alguno
- Disminuye el efecto de las heladas.
- Se pueden aplicar fertilizantes solubles (fertiirrigación).
- Crea un microclima que favorece el desarrollo de los pastos.

b. Desventajas

- Alto costo de instalación inicial.
- Exige agua limpia, libre de sedimentos y libre de contenido de sales.

- Los vientos fuertes afectan a la distribución del agua.
- El impacto de las gotas de agua puede dañar algunos pastos tiernos

3.14 Aplicación de agua

La aplicación de agua a determinados puntos y a caudales bajos hace con que el agua se infiltre en una pequeña área del suelo. En el riego por goteo el agua es aplicada al suelo en una frecuencia bastante alta para satisfacer las necesidades inmediatas de la planta, manteniendo el suelo siempre en valores altos de potencial, es decir, el contenido de humedad del suelo se mantiene próximo a capacidad de campo (Chipana, 2003).

3.14.1 Cálculo de las necesidades de agua de los cultivos

WWF11 (2009), a la hora de regar el agricultor se enfrenta a una triple incógnita: cuándo, cómo y cuánto regar. Estos interrogantes se han resuelto tradicionalmente en base a la experiencia adquirida. Teniendo en cuenta que el agua es un recurso cada vez más valioso y con el que hay que procurar la máxima eficiencia de empleo, no es válido que decisiones tan importantes se tomen intuitivamente, máximo cuando existen metodologías contrastadas para la toma de decisión de riego.

Mediante diversas fórmulas matemáticas se calcula la evapotranspiración de referencia (ET_o), entendida como la pérdida de agua de un suelo cubierto por una pradera extensa de gramíneas en crecimiento activo, sombreando totalmente el suelo, segada a una altura de 8 a 15 cm y con un suministro de agua constante.

Para relacionar la (ET_o) con la evapotranspiración real (ET_c) de nuestro cultivo (dato que realmente nos interesa) se emplean los llamados coeficientes de cultivo (K_c), de tal forma que se cumpla:

$$ET_c = K_c \times ET_o$$

Dónde:

ET_c: Evapotranspiración del cultivo

K_c: Coeficiente del cultivo

ET_o: Evapotranspiración de referencia.

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al del trigo, aunque, por ser el ciclo más corto la cantidad de agua absorbida es algo inferior. La cebada tiene como ventaja que exige más agua al principio de su desarrollo que al final, la cebada requiere 420 mm en todo su ciclo agrícola, aun así, la cebada es más resistente a la sequía que el trigo, y de

hecho así es, a pesar de que de tener un coeficiente de transpiración más elevado en el riego de la cebada hay que tener en cuenta que este favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa el riego se debe hacer en época de encañado, pues una vez espigada se produce daños.

3.15 Modelos de simulación

La planeación de la operación de sistemas de riego consiste en la formulación de programas o planes de riego y presenta diferentes fases a saber: i) la estimación de volúmenes de agua que se esperan en la fuente de captación; ii) estimación de un plan de cultivos; y iii) las demandas de riego del sistema (PIEN – Riego, 2008). Para tener una buena administración del recurso agua se requiere hacer una adecuada planeación, considerando los elementos atmosféricos y basándose en ellos, determinar los requerimientos de agua de cada cultivo y realizar el calendario de riego para la zona de riego.

3.15.1 Programa Cropwat

El Cropwat es el programa informático de la FAO (2006), para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos. Es lo que denominamos diseño agronómico de riego, es el paso previo al cálculo hidráulico del riego. Consiste en calcular los turnos, caudales y tiempos de riego basándose en las necesidades de agua del cultivo que viene determinado por el tipo de suelo, clima y cultivo.

Es un programa gratuito disponible en la web de la FAO, la última versión es la 8.0 bajo Windows. Es también casi necesario que se descarguen el Climwat que es una amplia base de datos climáticos para ser utilizado en combinación con el Cropwat. Ofrece datos agroclimáticos de más de 5000 estaciones en todo el mundo. Por supuesto que se puede emplear datos elaborados específicamente para un proyecto determinado, pero la base de datos es muy útil cuando no se disponen de un área en concreto o como aproximación cuando se toma de una zona similar. La misma sustentada en el texto de la FAO 56 diseño Agronómico con el modelo Cropwat.

3.16 Costos de producción

El costo de producción es el valor del conjunto de bienes y esfuerzos en que se ha incurrido o se va a incurrir, que deben consumir los centros fabriles para obtener un producto terminado, en condiciones de ser entregado al sector comercial (Paschoal, 2014). Por lo tanto, los diferentes tipos de costos pueden agruparse en dos categorías: costos fijos y costos variables (Domingo, 2012).

3.16.1 Costos fijos

Ten (2009), señala los costos fijos son aquellos que no varían en relación con el volumen de producción. Sin embargo (Marca *et al*, s.a. y Paschoal, 2014), definen como costos fijos porque en el plazo corto e intermedio se mantienen constantes a los diferentes niveles de producción. Como ejemplo de estos costos fijos se identifican los salarios de ejecutivos, los alquileres, los intereses, agua, luz, las primas de seguro, la depreciación de la maquinaria y el equipo y las contribuciones sobre la propiedad.

3.16.2 Costos variables

Marca *et al*. (2014), define los costos variables son aquellos que se modifican de acuerdo al volumen de producción, es decir si no hay producción no hay costos variables. Por otro lado, Calzada. (2010) señala son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa, los principales componentes de los costos variables son la compra de insumos, costo de la mano de obra, alquiler de maquinaria y entre otros.

4 LOCALIZACIÓN

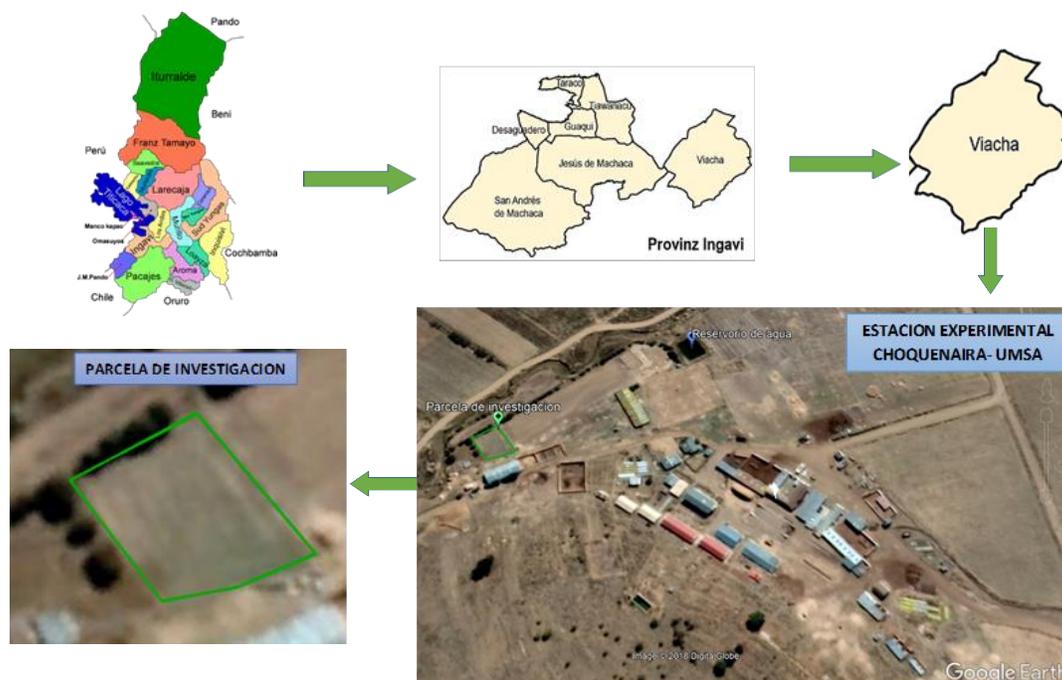
4.1 Ubicación geográfica

La Estación Experimental Choquenaira dependiente de la Facultad de Agronomía – UMSA, está ubicada en la Comunidad de Choquenaira, a 8 km de la población de Viacha, Provincia Ingavi y a 38 km de la ciudad de La Paz; situada a una altitud de 3870.0 msnm, geográficamente se halla a $-16^{\circ}41'39,25''$ Latitud Sur y $-68^{\circ}17'14,31''$ Longitud Oeste (Mamani y Céspedes, 2012).

La Estación Experimental limita al Norte y Oeste con la comunidad Huacullani, al Sud con la comunidad Choquenaira y al Este con el río Jacha Jawira, cuenta con una superficie de 163 hectáreas.

Figura 2

Ubicación geográfica del área de estudio en la E.E. Choquenaira en base a Google Earth 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2021

4.2 Características Agroecológicas

4.2.1 Zona Agroecológica

De acuerdo con la Revista en Imágenes de la Estación Experimental Choquenaira. (2011) y la clasificación de Holdrigge, basado en zonas de vida el Altiplano norte está clasificado como estepa montañosa, templado frío, identifica dos paisajes fisiográficos; las serranías con una topografía abrupta con pendientes empinados, valles estrechos en forma de V y ríos intermitentes; y la planicie, con ondulaciones y causes poco profundas.

4.2.2 Clima

Las variables climáticas entre los periodos 2005 a 2015, fueron la temperatura promedio anual es 7,7°C; las precipitaciones son estacionales e irregulares en intensidad y periodicidad, en los últimos años las precipitaciones se concentran en los meses de diciembre a marzo, alcanzando el 72% de toda la precipitación. En el presente quinquenio llego a alcanzar un promedio de 349,10 mm.

La presencia de heladas en la región es muy frecuente y la poca precipitación origina épocas de sequía prolongadas teniendo como consecuencia una sola producción al año (Mamani y Céspedes, 2012).

4.2.3 Flora

El agro-sistema local está compuesto por especies vegetales nativas adaptadas a esta región y especies cultivables severamente condicionadas por el régimen hidrológico y la presencia de heladas.

Especies cultivadas: cebada, papa, haba, trigo, quinua, forrajeras y entre especies silvestres esta la gama de especies nativas está mayormente compuesta por especies bajo una comunidad de pastizales nativos y en otras formaciones arbustivas y arbóreas muy escasas (Mamani y Céspedes, 2012).

4.2.4 Suelos

Fernández (2006), sostiene que la Estación Experimental Choquenaira presenta suelos de origen aluvio - coluviales de formación reciente, destacan dos planicies una planicie no inundable la cual es apta para la producción de cultivos como la papa, cebada, quinua, forrajeras y hortalizas. En cambio, la planicie más baja o anegadizas expone limitaciones en la preparación del suelo para las labores agrícolas debido a su mayor humedad por la

proximidad a la napa freática de 45 a 50 cm, y a las frecuentes inundaciones por tiempos cortos; lo que limita su uso solamente para pastos nativos y algunos arbustos de porte bajo.

Callisaya (2000), describe el suelo con una profundidad efectiva de 25 a 32 cm, color gris en seco y pardo grisáceo oscuro en húmedo. Textura arcillo limoso y franco arcilloso limoso. Estructura bloque subangular, consistencia adherente en mojado, friable en húmedo y ligeramente duro en seco, el subsuelo presenta una elevada cantidad de arcilla.

4.2.5 Recursos hídricos

Se constituye en la cuenca media del río Jacha Jawira - Pallina, en la cuenca alta se observan procesos de reducción de la cobertura vegetal que, sumada a la concentración de lluvias estacionales, provocan el incremento de la erosión hídrica y transporte de sedimentos. Los ríos que se encuentran a los alrededores son: Río Khala, Río Achicala, Río Kusilluni, Río njiskha, Río Pallina, Río Wilaque, Río Challa y Río Sallani (Revista en Imágenes E.E.Ch. 2011).

La fuente principal del agua de la Estación Experimental Choquenaira es de origen subterránea y de pequeños manantiales, las precipitaciones pluviales son las encargadas de la recarga de los acuíferos (Mamani y Céspedes, 2012).

5 MATERIALES Y METODOLOGÍA

5.1 Materiales

- **Material Biológico:** Semilla de cebada forrajera (*Hordeum vulgare L*), procedencia de SEF-SAM de la variedad IBTA-80, categoría fiscalizada.
- **Biofertilizante líquido (biol):** El biofertilizante líquido biol – bovino, obtenido de los mismos biodigestores instalados en la Estación Experimental Choquenaira.
- **Materiales de campo entre herramientas y equipos:** Fueron pala, picota, rastrillo, chontas, alambres, flexómetro, vernier, barreno muestreador, mochila fumigadora de 20 litros de capacidad, cinta métrica, Wincha de 50 m, regla graduada, cuaderno de campo, lápiz, cámara fotográfica, marbetes, GPS, cilindros infiltrómetros, tractor agrícola
- **Materiales de laboratorio:** Los materiales que se utilizaron fueron una balanza analítica de precisión, bolsas herméticas, scoch, estilete, regla graduada y un lápiz.
- **Material de gabinete:** Fueron un cuaderno de campo, computadora, impresora, flash memory, hojas bond, material bibliográfico, paquetes informáticos INFOSTAT y CROPWAT.

5.2 Metodología

La metodología empleada en la investigación está basada en método explicativo que se utiliza para recoger, organizar, resumir, presentar, analizar, generalizar los resultados de la investigación. Este método implica la recopilación y presentación sistemática para dar una idea clara de una determinada situación (Gonzales, 2015). Las ventajas que tiene este estudio es que la metodología es fácil, de corto tiempo y económica.

En el estudio descriptivo el propósito del investigador es describir situaciones y eventos que ocurren en el tiempo y espacio (Zorrilla 2006). En la presente investigación se utilizó el siguiente modelo estadístico.

5.3 Modelo estadístico

Reyes (2010), para el trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, repetidas en el tiempo (cortes) con cinco repeticiones.

El modelo lineal corresponde a:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \beta_j(\gamma_k) + \alpha_i + (\alpha\gamma)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}	=	Valor observado de la variable de respuesta en el k-ésimo corte del i-ésimo bloque que recibe el j-ésimo tratamiento o nivel de biol.
μ	=	Media poblacional
γ_k	=	Efecto aleatorio del k-ésimo corte
$\beta_j (\gamma_k)$	=	Efecto aleatorio del k-ésimo corte en el j-ésimo bloque
α_i	=	Efecto fijo del i-ésimo tratamiento o nivel de biol
$\alpha \gamma_{(i)}$	=	Efecto fijo de la interacción entre la i-ésimo corte y j-ésimo nivel de biol
$\epsilon_{(ijk)}$	=	Error experimental

5.4 Factores de estudio

Se basa en dos factores y tres niveles de Biol – Bovino y su testigo, se muestran a continuación:

Tabla 5

Factores y niveles de biol, en dos cortes

Factor A	Factor B
Periodo de corte	Niveles de biol
Primer corte	0% Biol
	30% Biol
	50% Biol
	70% Biol
Segundo corte	0% Biol
	30% Biol
	50% Biol
	70% Biol

- **T1: 0%** Testigo.
- **T2: 30%.** 6 litros de biol y 14 litros de agua.
- **T3: 50%** 10 litros de biol y 10 litros de agua.
- **T4: 70%** 14 litros de biol y 6 litros de agua.

5.5 Características de campo experimental

La investigación se divide en cuatro tratamientos, distribuidos al azar con cinco bloques, teniendo 20 unidades experimentales, se encuentra detallada en la siguiente tabla.

Tabla 6*Descripción del campo de investigación*

Descripción	Medida
Largo del campo experimental (más pasillo).	17.80 m
Ancho del área experimental (más pasillo).	14.80 m
Área de bloque	37 m ²
Numero de bloques	5
Ancho de la unidad experimental	2.5 m
Largo de la unidad experimental	2.5m
Área útil del ensayo	6.25 m ²
Área de la unidad de riego	263.5
Numero de laterales de riego	2
Numero de aspersores	4

Fuente: Elaboración propia, 2020

5.6 Delimitación del área estudio

Para el presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en las parcelas de la Estación Experimental Choquenaira, siguiendo el sistema de rotación de cultivos, se localizó un terreno para el establecimiento de la investigación, el trazado de parcelas se efectuó de acuerdo con las características del campo experimental, considerando el método de riego por aspersión y teniendo un área total de 350 m².

Figura 3*Red hidráulica de la parcela, con el método de riego por aspersión.*

Fuente: Elaboración propia, 2020

5.6.1 Rastrado y mullido del suelo

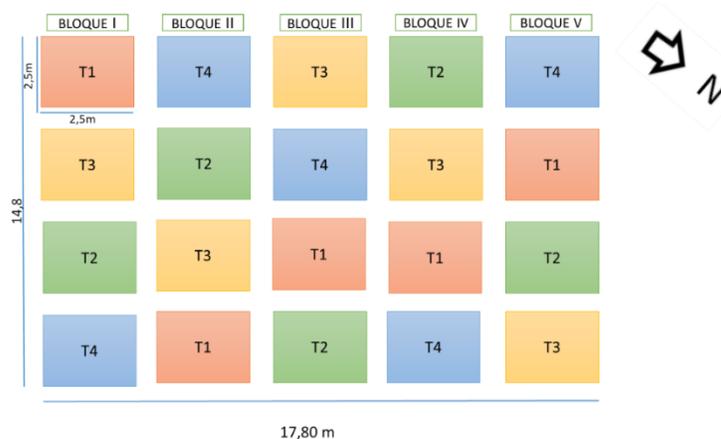
La preparación del suelo consistió en el roturado, mullido y nivelado, empleando un tractor agrícola con arado de tres discos, para el rastrado y nivelado; para un área de 350 m², de los cuales 277,55 m² fue utilizado para el cultivo de cebada forrajera. Luego se procedió al trazado de bloques y unidades experimentales, estableciéndose con los bloques con dirección perpendicular a la pendiente.

5.6.2 Croquis y distribución del área de investigación

Se realizó la delimitación del área en unidades experimentales que a continuación se mostrara la distribución de los bloques de acuerdo a la pendiente del terreno y posteriormente se realizó el sorteo de las unidades experimentales para realizar el estacado en una superficie 2,5 por 2,5m² para diferenciar los tratamientos dentro de un bloque, teniendo 20 unidades experimentales.

Figura 4

Croquis experimental



Fuente: Elaboración propia, 2020

5.7 Determinación del sistema y método de riego.

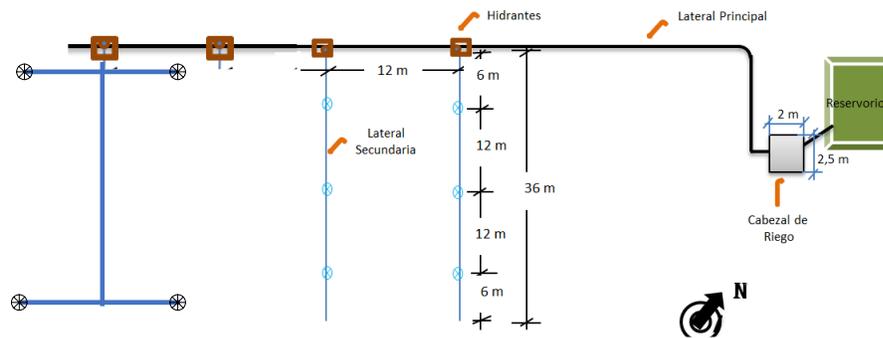
La adecuación del sistema de riego por aspersión se hizo a un sistema que fue instalado en el anterior ciclo agrícola desde la fuente principal hasta la distribución.

Se trabajó en parcelas instaladas con riego por aspersión, como ya fue instalado los laterales principales, se trabajó en la instalación de los laterales secundarios hasta la

conexión de los porta emisores, llegando a instalar dos subunidades, efectuando con la limpieza de las tuberías y porta emisores.

Figura 5

Esquema de la instalación del riego por aspersión



Fuente: Elaboración propia, 2020

5.8 Trabajo de campo

Para la realización del trabajo en campo se utilizaron las siguientes técnicas:

5.8.1 Aplicación del primer riego (de preparación)

El riego de preparación cumple la función de proporcionar humedad al suelo, la misma facilita las labores de labranza, también se tiene la humedad inicial, esta se realizó por el método de superficie. La primera actividad fue la apertura de los canales de riego, conducción del agua hacia los canales y la remoción del suelo para la infiltración. Este riego sirve para que el suelo se encuentre a capacidad de campo para la siembra, además ayuda a que las malezas broten del suelo antes de la siembra, ya que algunas semillas se encuentran en dormancia, por tanto, el riego de preparación es importante.

El volumen aplicado fue de $39,70 \text{ m}^3$ a la parcela, teniendo una altura de infiltración en promedio de 0,15 metros (150 mm de lámina de agua) y el tiempo de riego calculado fue de 5,24 horas, en base al caudal y volumen aplicado.

Práctica realizada en base a la experiencia obtenida en comunidades de la provincia Bautista Saavedra del departamento de la Paz, corroborada por Schulte Miguel y otros (2005) en el texto de la Producción Agrícola en la región Kallawayá.

5.9 Prueba de germinación

La certificación de la calidad fisiológica de semillas está basada en la prueba de germinación, que se lleva a cabo en laboratorio bajo condiciones controladas de temperatura, humedad y sanidad, de tal modo que los resultados de la misma semilla en almacigo ocasionalmente son menores a los porcentajes reportados por dicha evaluación, se utilizó 50 semillas de cebada forrajera de variedad IBTA 80, realizando el trabajo en cajas Petri y con tres repeticiones, tomando datos durante 10 días, con el fin de cuantificar el porcentaje de germinación.

5.10 Siembra

La siembra de cebada se realizó al voleo manualmente, cuidando que la semilla quede uniformemente distribuida en toda la parcela, para luego ser enterrada, donde quede a una profundidad máxima de 5 cm, con el suelo provisto de suficiente humedad, para favorecer el proceso de germinación y la emergencia de las plántulas.

5.11 Riego del cultivo

La cebada tiene un coeficiente de transpiración alto, por ser de ciclo corto y la cantidad de absorción de agua es menor, la ventaja es que la cebada exige más agua al principio de su desarrollo que al final. En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que este favorece al encamado, el riego debe realizarse en la fase de desarrollo, una vez espigada se producen daños a la planta lo que favorece la propagación de la roya.

El riego se realizó de acuerdo con el diseño agronómico, dependiendo de la fase fenológica y el coeficiente del cultivo de la cebada aplicando el riego por las mañanas y noches por causa del viento, y facilitar la infiltración y lograr una uniformidad del riego.

Para la aplicación del riego por el método por aspersión se ha utilizado el Aspensor modelo VIR-50. (Ver anexos)

5.12 Programación del riego

La determinación del riego de mantenimiento se utilizó dos conceptos fundamentales, el primero se planteó realizar el balance hídrico del cultivo donde se determinó los requerimientos de agua para sus diferentes fases fenológicas de cebada, en tiempo y espacio real, para ello se utilizaron datos climáticos registrados en la consola de la Estación

Experimental Choquenaira, para el adecuado calendario de riego utilizando el modelo Cropwat.

- Fecha de siembra: 24 de agosto de la gestión 2018
- Ciclo vegetativo: 120 días
- Fases fenológicas: 15 – 25 – 50 – 30
- Coeficiente de cultivo: 0,35; 0,75; 1,15; 0,45

Con los datos anteriores y el uso del modelo Cropwat 8.0 se determinó el requerimiento de agua.

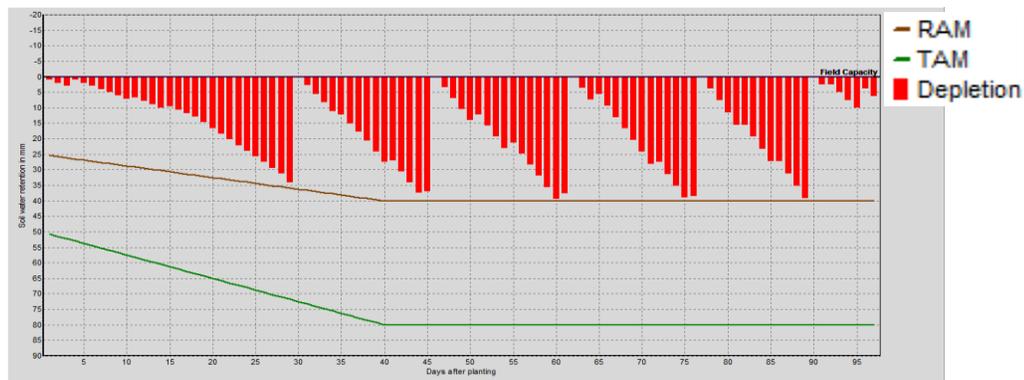
5.13 Modelo Cropwat

5.13.1 Programación de riego

Los resultados obtenidos para el riego, utilizando el programa Cropwat 8.0 con datos de las variables climáticas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 6

Programación de riego para el primer corte, Programa Cropwat 8.0



Se observa en la figura 6, el riego de forma teórica y determinado de forma matemática, para saber cuándo y cuánta agua se debe aplicar al cultivo para el primer corte. Para el análisis fue necesario conocer las características del cultivo, características físicas del suelo y las condiciones climáticas de la zona.

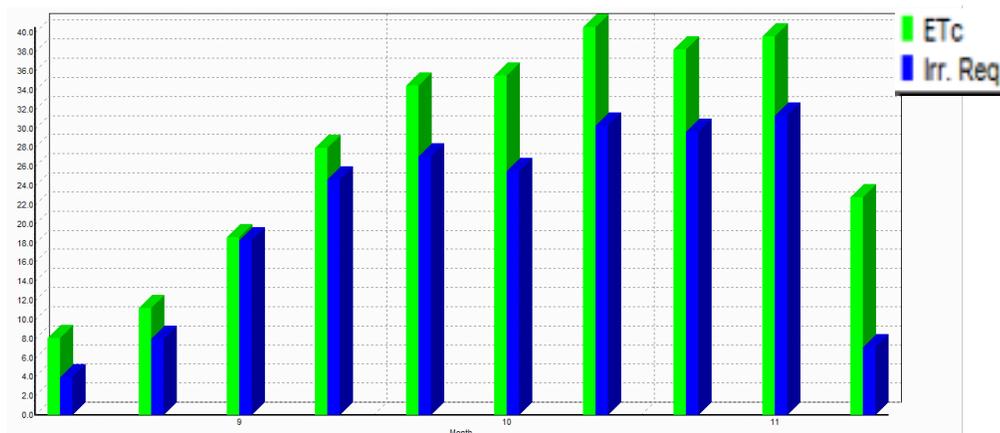
Las necesidades hídricas dependen del tipo de cultivo, en este caso la cebada y sus fases fenológicas, la cantidad de agua debe ser acorde con el crecimiento del cultivo. De acuerdo al tipo de suelo, tendremos distintas capacidades para retener agua por lo que las

estrategias de riego serán diferentes. A esto añadimos que las necesidades varían mucho en función del clima, radiación solar, viento, precipitación y evapotranspiración, etc.

Para el requerimiento de agua del cultivo en base a las fases fenológicas y lámina de agua aplicada, se tiene que la lámina neta aplicada con el programa fue de 289,5 mm (289,5 l/m²) desde la siembra hasta la cosecha, de acuerdo con su fase fenológica.

Figura 7

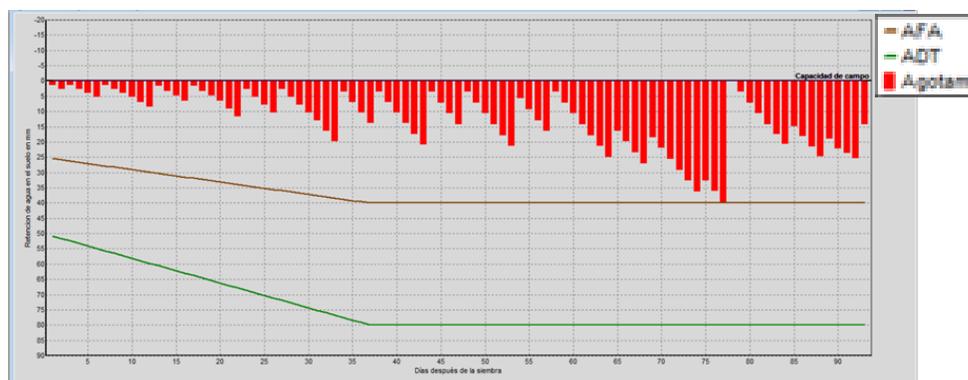
Requerimiento de agua para el primer corte



Para los requerimientos de agua con relación a la ETC, para la aplicación por semana, observamos que la ETC es mayor que el requerimiento, por tanto, es importante la aplicación de riego por el método por aspersión.

Figura 8

Programación de riego para el segundo corte.

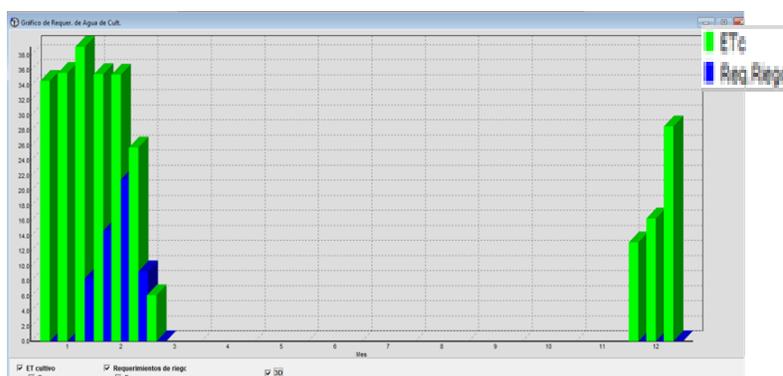


Fuente: Elaboración propia. Programa Cropwat 8.0

La programación del riego de forma teórica varía en relación con el primer periodo formulado con el apoyo del programa, la misma está caracterizada por los factores climáticos de la zona. El requerimiento de agua del cultivo en base a las fases fenológicas y lámina de agua aplicada, se muestra la lámina neta con el programa de 61,7 mm (61,7 l/m²). Debemos indicar que en estos meses existieron precipitaciones, donde el riego complementario disminuya en cantidad y volumen, sin embargo, el riego fue realizado de acuerdo con los cálculos en el momento y tiempo real.

Figura 9

Requerimiento de agua del cultivo de cebada del segundo corte.



De acuerdo con la figura 9, la evapotranspiración es mayor, donde el riego fue complementario con una lámina aplicada de 61,7 mm durante el segundo corte.

Por lo tanto, es importante realizar modelaciones, para realizar el riego complementario en tiempo y espacio real más la aplicación del biol.

Para el segundo corte, la modelación de los requerimientos de agua se realizó a partir del segundo Kc (0.75), teniendo como referencia las etapas de crecimiento y fase de floración y formación del grano lechoso.

En la fase inicial para la modelación del requerimiento de agua tanto para el segundo corte no se ha utilizado, debido a que el cultivo está sembrado y el corte se ha realizado anteriormente y se toma en cuenta como un cultivo forrajero bianual, el segundo corte es realizado en fecha 4 de marzo, todo con fines de investigación, teniendo un ciclo más corto.

5.13.2 Volúmenes reales de agua utilizados en los diferentes cortes.

Para la modelación del requerimiento de agua se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7

Lámina de agua modelado para el riego, para los dos cortes

Descripción	1er corte	2do corte	Total
Riego de preparación en volumen (m ³)	39,70		
Lamina aplicada (mm)	302,17	89,24	391,41
PP efectiva al 75%	90,53	257,25	347,78
Agua de lluvia + riego	392,695	346,49	739,185

Fuente. Elaboración propia, con datos de campo.

De acuerdo con la modelación realizada debería utilizarse 739,185 litros por metro cuadrado durante los dos cortes del cultivo, sin contar el riego de preparación, sin embargo, con las precipitaciones recibidas en la zona, se indica que ha requerido de riego complementario para los dos cortes una lámina de 391,41 mm en todo el ciclo vegetativo.

A continuación, se tiene las siguientes láminas de riego aplicados en tiempo real.

Tabla 8

Lamina de riego aplicado (mm) en tiempo y espacio real (in situ).

Descripción	1er corte	2do corte	Total
Vol. total (m³/parcela)	79,82	35,84	115,66
Vol. total (m³/ha)	3034,98	1362,74	4397,72
Lamina aplicada (mm/ha)	303,45	136,27	439,72

Fuente. Elaboración propia, en base a datos de campo

Realizando las estandarizaciones se observa que las láminas aplicadas en cada corte de acuerdo con el modelo y la aplicación realizada in situ muestran una similitud en ambos casos.

La lamina aplicada in situ, está en función a las precipitaciones que se tuvieron durante las diferentes etapas (1° y 2° corte), tomando en cuenta la humedad encontrada antes del riego.

Se debe mencionar que las humedades fueron tomadas antes y después del riego, la misma para determinar la humedad existente en el suelo y que el cultivo no sufra estrés hídrico, con estas consideraciones vemos que el riego en tiempo y espacio son para la productividad del cultivo.

Haciendo la relación para una hectárea, el requerimiento total de agua en los dos cortes es de 4397.72 m³/ha.

El riego aplicado en base al calendario propuesto inicialmente fue cada 10 días, sin embargo, con el concepto de riego en tiempo y espacio real, hace que sea dinámico, los días que se deberían regar, hubo precipitación y no se hizo el riego correspondiente. En muchos casos, se tuvo que hacer drenaje a favor de la pendiente del suelo.

Las precipitaciones que no alcanzaban el requerimiento de agua, entonces se aplicó solamente la lámina faltante (riego complementario), por esta razón los tiempos de riego son variables entre los diferentes riegos.

5.14 Evaluación del cultivo

La evaluación se realizó cada 10 días por tratamiento, efectuando el seguimiento a las plantas marbeteadas, con el objeto de medir la altura de la planta, número de macollos y nudos hasta su desarrollo final.

5.14.1 Evaluación del primer corte y segundo corte

De acuerdo con la fase fenológica, se hizo el primer y segundo corte, tomando en cuenta la altura, el porcentaje de espigas en grano lechoso, los datos obtenidos fueron de materia verde y seca.

De acuerdo con investigadores de la Estación Experimental Choquenaira, sugieren hacer el primer corte en grano lechoso ya que en esta etapa el forraje presenta mayor porcentaje de proteína.

5.15 Análisis de suelo

Es una de las etapas críticas dentro del proceso del diagnóstico de la fertilidad, por lo tanto, se hace necesario hacer recomendaciones técnicas dependiendo del área a muestrear y del cultivo para el cual se va a hacer el pronóstico. Entre las variables del análisis del suelo tenemos: conductividad eléctrica, pH, Nitrógeno, Fosforo, Potasio. De acuerdo con Miranda (2004), el análisis de suelo permite cuantificar la propiedad edáfica que se analiza y en base a ello hacer las correspondientes recomendaciones.

El muestreo de suelo se realizó con la técnica de la **Z** obteniendo cinco muestras a una profundidad de 30 cm, utilizando el barreno muestreador de suelo, y se realizó el cuarteo,

para obtener una muestra de 1 kg, haciendo el análisis físico (textura, densidad aparente, densidad real) y químico (pH, conductividad eléctrica, N, P, K).

5.15.1 Determinación de la humedad del suelo

El método gravimétrico es el único método directo de medición de la humedad del suelo. Dicho método consiste en tomar una muestra de suelo, pesarla antes y después de su desecado y calcular su contenido de humedad. La muestra de suelo se considera seca cuando su peso permanece constante a una temperatura de 105°C, durante 48 horas. (Miranda, 2004).

El método tradicional de determinación de la humedad del suelo en laboratorio es por medio del secado a horno, donde la humedad de un suelo es la relación expresada en porcentaje entre el peso del agua existente en una determinada masa de suelo y el peso de las partículas sólidas. Miranda (2004), la ecuación para determinar la humedad del suelo, la relación siguiente obedece a la formula siguiente.

$$\%Hg = \frac{MSH - MSS}{MSS} \times 100$$

Dónde:

%Hg = Humedad gravimétrica (%).

MSH = Masa de suelo húmedo (g).

MSS = Masa de suelo seco (g).

5.16 Análisis de agua

La toma de muestras de aguas es importante para el análisis, lo cual servirá para determinar los parámetros analíticos de forma precisa, ya que las muestras que llegaron al laboratorio son representativas. El análisis se lo realizó en los laboratorios de Instituto de Investigación y Desarrollo de Procesos Químicos (IIDEPROQ).

5.17 Análisis de biol

Para el análisis del biol se hizo el muestreo del reservorio de los biodigestores tubulares donde se almacena el biol maduro, se tomó muestras en recipientes de 2 L para determinar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en instalaciones del laboratorio IIDEPROQ.

5.18 Aplicación del volumen de biol

La incorporación de biol aplicado por vía foliar, cada semana; una vez iniciado la fase fenológica de macollamiento, con ayuda de la mochila aspersora de 20 litros de capacidad, se realizó la aplicación con diferentes dosis en los distintos tratamientos.

5.19 Variables de respuesta

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

- Variables agronómicas
- Variables bromatológicas
- Variables económicas

5.19.1 Variables agronómicas

Selección de plantas al azar por unidad experimental, marbeteadas donde se realizó el seguimiento durante todo el desarrollo fenológico.

5.19.1.1 Altura de la planta

La altura de planta se midió el tallo principal, desde la base del tallo hasta la punta de la espiguilla, en cada unidad experimental. Evaluándose cada 10 días hasta el momento del primer corte, por bloque de acuerdo con el diseño experimental.

5.19.1.2 Número de macollos

El recuento se realizó en la fase de crecimiento, desde la aparición del 50% de macollos en la parcela. Determinando el número de macollos por planta marbeteada y evaluándose cada 10 días, las cuales fueron calculadas por cada unidad experimental antes de la aplicación de biol.

5.19.1.3 Número de nudos

El recuento se realizó en la fase de crecimiento, desde la aparición de macollos en la parcela. Determinando el número de nudos por planta marbeteada y evaluándose cada 10 días, las cuales fueron calculadas por cada unidad experimental antes de la aplicación de biol.

5.19.1.4 Rendimiento de materia verde

Para la obtención de materia verde, se procedió al pesaje del forraje cosechado, expresados en Kg/m². Para determinar el rendimiento de materia verde tomando en cuenta la relación con su desarrollo fisiológico de la planta. El mejor momento de corte fue; cuando las plantas alcanzan entre el 10 y 15% de grano lechoso. En esta fase de desarrollo fisiológico cuenta con mayor cantidad y calidad de nutrientes.

5.19.1.5 Rendimiento de materia seca

La determinación de materia seca, se tomó una muestra de 100 g por tratamiento, llevando a la mufla durante 24 horas a una temperatura de 105°C, hasta obtener un peso constante.

La ecuación empleada para determinar la materia seca fue formulada por (Reyes, 2010).

$$RMS = \frac{PSSM * PHTM * 10}{PHSM}$$

RMS = Rendimiento de materia seca (t/ha)
 PSSM = Peso seco de la submuestra (g)
 PHTM = Peso húmedo de la submuestra (g)
 PHTM = Peso húmedo de la muestra (kg) del área cosechada (m²)
 10 = Factor de transformación (t/ha)

5.19.2 Variables bromatológicas

Con cada corte se determinó el volumen de materia verde in-situ de cada tratamiento, realizando el cuarteo de los tratamientos repetidos, teniendo una muestra homogénea con un peso de 500 g las cuales se llevaron a los laboratorios de Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA), donde se analizaron los parámetros requeridos.

5.19.2.1 Proteína

Las proteínas son compuestos nitrogenados de alto peso molecular. El papel que desempeña es fundamental desde el punto de vista nutritivo. Las proteínas se encuentran distribuidas por todos los tejidos del grano, encontrándose en mayor concentración en el germen y en la capa de aleurona que está en el endospermo y el pericarpio. Dentro del endospermo su concentración aumenta desde el centro a la periferia. En los cereales se encuentran 18 aminoácidos diferentes, cuya proporción y ordenación en las cadenas peptídicas determinan las propiedades de cada proteína. Cabe destacar el bajo contenido

de lisina en el grano y en la harina de los cereales, alta concentración de ácido glutámico y prolina y mayor contenido de aminoácidos azufrados, metionina y cisteína.

5.19.2.2 Fibra cruda

La celulosa y hemicelulosa son los principales constituyentes de la pared celular, los cuales forman parte de los carbohidratos estructurales y junto con la lignina representan la mayor parte de fibra cruda.

5.19.2.3 Valor energético

Es la cantidad de energía que proporciona al animal, para la evaluación del contenido del valor energético medido en Kcal/100g, este cereal es una excelente fuente de hidratos de carbono y fibra, aportando proteínas y algo de grasa.

5.19.2.4 Carbohidratos

Presentan la mayor reserva de energía en las plantas, se dividen en simples y complejos, los primeros son inmediatamente utilizados como energía por medio de las vías metabólicas, en tanto que los carbohidratos complejos son reservados para posteriores requerimientos metabólicos. Una de las funciones de los carbohidratos es el mantenimiento de los tejidos estructurales de las plantas.

5.19.2.5 Grasa

Los lípidos en conjunto con las proteínas y carbohidratos forman los principales componentes estructurales de los alimentos. Los lípidos o grasa se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona. Todas las grasas contienen carbón, hidrogeno y oxígeno, algunos también contienen fosforo y nitrógeno.

5.19.2.6 Humedad

Según las condiciones agrícolas, el contenido de la humedad del forraje segado con el grado de maduración apropiada para la cosechadora varia comúnmente desde el 8% en una temporada seca hasta el 20% en una época húmeda.

5.19.2.7 Ceniza

Los elementos minerales existen en pequeñas concentraciones en plantas como los cereales son esenciales para la salud y el crecimiento de estas, además de ser una

importante fuente de nutrientes para los animales y el hombre. Entre los componentes en mayor cantidad se encuentran el fósforo, potasio, calcio, hierro y níquel; en menor cantidad el magnesio, cloro y sodio. Sin embargo, otros elementos se encuentran en cantidades variables en el forraje.

5.20 Variables económicas

El análisis coste/beneficio es una técnica que permite valorar inversiones teniendo en cuenta aspectos, de tipo social y medioambiental, que no son considerados en las valoraciones puramente financieras, se estableció un sistema para considerar los efectos sociales de los gastos realizadas en todo el ciclo agrícola, para ello se tomó en cuenta costos fijos y costos variables, por lo tanto, es necesario considerar los efectos sobre el bienestar social de la región.

5.20.1 Análisis de costos de producción

Se realizó de acuerdo con el manual metodológico de evaluación del CIMMYT (2000), elaborándose los costos de producción para cada variedad del ensayo experimental, y se tienen los siguientes parámetros de medición.

Desembolso efectivo que se hace en la adquisición de los factores de producción empleados para producir bienes y servicios (Herrera et al., 2004).

5.20.2 Beneficio Bruto

El ingreso o beneficio bruto es el valor monetario que se obtiene de multiplicar el volumen o rendimiento de la producción por el precio de ese producto (Herrera, 2004). El ingreso bruto es la relación entre el rendimiento ajustada por cada tratamiento multiplicado por el precio de campo (el valor de un kg para el agricultor).

$$BB = R \times P$$

Donde:

B.B. = Beneficio Bruto

R = Rendimiento

P = Precio

5.20.3 Beneficio neto

Los beneficios netos se obtienen restando el total de los costos variables de los ingresos brutos. Es una compensación a todos los recursos que se usan en la producción (Herrera

et al., 2004). Para el cálculo se consideró la relación del beneficio bruto restando el total de los costos variables.

$$BN = BB - C$$

Donde:

B.N. = Beneficio Neto

B.B. = Beneficio Bruto

C = Costo de Producción

5.20.4 Relación Benéfico/Costo

El Beneficio/Costo, está relacionado tomando en cuenta los ingresos y egresos de una actividad económica, en la investigación realizada si bien no se puede cuantificar porque el análisis realizado va mucho más allá porque se están tomando factores sociales y de impacto.

$$RBC = \frac{B}{C}$$

Donde:

B = Beneficio

C =Costo

Según Herrera et al. (2004) la relación Beneficio-Costo de una actividad productiva consiste en evaluar la eficiencia económica de los recursos utilizados y mostrar la cantidad de dinero que retorna por cada unidad monetaria invertida durante un período determinado.

La relación de interpretación, Calzada. (2010) cita que cuando la relación B/C es menor a 1, significa que no existen beneficios, no es rentable; si la relación B/C es igual a 1, los beneficios solo compensan los costos de producción, por tanto, tampoco es rentable y cuando la relación B/C es mayor a 1, los beneficios son mayores que los costos parciales de producción, por lo tanto, es rentable.

6 RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1 Rendimiento de la cebada

En tabla 9, se presenta el resumen de los análisis de varianza realizado para las variables que componen el rendimiento de la cebada.

Tabla 9

Análisis de varianza y estadísticas descriptivas de los componentes de rendimiento de la cebada por corte y tratamientos.

F. V.	Altura planta (cm)	Nº macollo (unidad)	Nº nudos (unidad)	Materia verde (t/ha)	Materia seca (t/ha)
Corte	*	**	*	**	**
Corte>Bloque	NS	**	NS	NS	NS
Tratamiento	NS	**	**	NS	NS
Corte*trat	NS	NS	NS	NS	NS
Media	0,34	6,27	1,62	11,31	2,28
Desv. Est.	0,06	1,39	0,22	1,91	0,48
C.V. (%)	16,4	7,69	10,11	14,21	19

*= significativo ($p \leq 5\%$); ** = altamente significativo ($p \leq 5\%$); NS= no significativo, t = toneladas; ha = hectárea; cm = centímetro

Se observan en la tabla 9, que el factor corte tuvo efecto altamente significativo ($p \leq 0,01$), en las variables número de macollos, materia verde y materia seca; y significativo ($p \leq 0,05$) para altura de planta y número de nudos. En cambio, para el efecto corte>bloque solamente el número de macollos fue altamente significativo ($p \leq 0,01$); pero no las demás variables. Los tratamientos o niveles de biol tuvieron un efecto altamente significativo solamente en dos variables: número de macollos y número de nudos. Como se observa en la tabla 9; las interacciones corte*tratamiento de las variables en estudio ($p \geq 0,01$) ninguna tuvo influencia significativa. En comparación con anteriores investigaciones Ticona (2014) reporta que con un coeficiente de variación de 10,75 %, indicando que los datos del análisis estadístico son confiables por encontrarse en los rangos permisibles de variabilidad.

Los promedios generales de rendimiento de materia seca, altura de planta y número de macollos, fueron de 2,28 t/ha; 0,34 cm. y número de macollos de 6,27. Con coeficiente de variación de 19%, 16,4% y 7,69% respectivamente. Como se observa en el análisis de varianza, en investigaciones realizadas por Ticona (2014) reporta diferencias significativas, derivando la prueba de Duncan, presentaron con mayores promedios con 102,1 cm del primer corte y con 92,1 cm del segundo corte ambos del tratamiento 8, el número de macollos en ambos cortes, la que presentó mayor número de macollos fue el tratamiento 6

con 31 macollos del segundo corte y el tratamiento con menor número de macollo tratamiento 1 con 11,5 macollos por planta.

6.1.1 Altura de planta.

Según la tabla 10 al ANVA, a la prueba de Duncan, la altura promedio de planta de cebada expresado en (cm), obtenida en el primer corte de 36 cm, fue superior y diferente ($p \leq 0,05$) al promedio de 31 cm del segundo.

Tabla 10

Comparaciones de medias de altura (cm) entre cortes.

N° de cortes	Altura de planta (cm)	Prueba de Duncan
Corte 1	36	A
Corte 2	31	B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

De acuerdo al análisis estadístico según la prueba de Duncan con una confianza (0,05), para la altura de planta se tiene variaciones estadísticas obtenidos en dos cortes de cebada, ya que existió mayor desarrollo y mejor absorción de nutrientes en su desarrollo de la planta, lo que coincide con lo obtenido por Ticono (2014), es una característica fisiológica dependiente de la acumulación de nutrientes en el tallo producidos en la fotosíntesis y usados por las raíces esta característica es muy susceptible a la luz humedad, nutrientes y temperatura. Los nutrientes que intervienen directamente en la altura son el nitrógeno y el fósforo.

Para la investigación, la comparación de medias para el primer corte obtuvo un promedio en altura de planta 36 cm, para el segundo corte registrando un promedio de 31 cm. Llegando a obtener en el primer corte 114 cm con la aplicación del tratamiento 3 (50%) y el menor valor obtenido fue de 74 cm para el testigo (0%). Para el segundo corte, los valores altos para el tratamiento 3 (50%) con 93 cm y 67 cm para el testigo, promedios que están en los rangos obtenidos en diferentes investigaciones mencionados por Villarroel (2011), reportó resultados de altura de planta de 75 cm en las evaluaciones realizadas de épocas y con la aplicación de biol bovino. A su vez Ramos (2008), indica que la cebada variedad IBTA 80 reportó la altura de planta con 60,6 cm, trabajos realizados en Choquenaira Quispe (2013), la variedad IBTA 80 tuvo 70,35 cm Chambi (2015), reporta que las variedades con mayor altura de planta fueron; Renacer en triticale con 90,81 cm, IBTA 80 en cebada con 68,83 cm.

6.1.2 Número de macollos

Según la tabla 11 al ANVA realizado, a la prueba de Duncan, el número de macollos promedio por planta de cebada expresado en (unidades), obtenida en el primer corte de 5,09 macollos, fue inferior y diferente ($p \leq 0,01$) al promedio de 7,44 macollos del segundo corte.

Tabla 11

Comparaciones de medias de número de macollo/planta entre cortes.

N° de corte	N° Macollos (unidad)	Prueba de Duncan
Corte 1	5,09	B
Corte 2	7,44	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$)

Para la investigación realizada se muestran resultados que similares a los que Ramos (2008) reporto, resultados sobre la variedad IBTA-80, obtuvo valores de 5,1 macollos por planta en Choquenaira, por tanto, Villarroel (2011) reporta números menores a los obtenidos, con valores de 4,97 macollos por planta en una evaluación realizada en diferentes épocas de siembra. Chambí (2015), reporta que el número de macollos de las especies y variedades forrajeras, para la cebada IBTA 80 con 2.78 macollos por planta.

Según la tabla 12, en la prueba de Duncan para el factor número de macollos de cebada por tratamiento, obtenida en el testigo con 0% de biol fue de 5,52 macollos, fue inferior y diferente ($p \leq 0,05$) al promedio de 6,58 macollos de los demás tratamientos al cual fueron aplicados biol en diferentes dosis.

Tabla 12

Comparaciones de medias de número de macollo/planta entre tratamientos.

Tratamientos	N° macollos (unidad)	Prueba de Duncan
T1 0%	5,52	B
T2 30%	6,58	A
T3 50%	6,58	A
T4 70%	6,38	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

Para la presente investigación realizada donde se obtuvieron resultados similares a los reportado por Mendieta, (2006), asegura que el mayor rendimiento de forraje está muy relacionado con un mayor número de macollos producido por la planta. Sin embargo, un mayor o menor número de macollos está en función a una disponibilidad apropiada del nitrógeno en el suelo.

Como otras investigaciones realizadas por Ramos (2008), reporta que la cebada variedad IBTA – 80 obtuvo en Choquenaira 5,1 macollos/planta en un ciclo agrícola. Por otro lado, Villarroel (2001), reporto resultados de 4,97 macollos/planta en la evaluación de diferentes épocas de siembra y densidades de siembra.

Al respecto FAO (2006), señala que la poca disponibilidad de los nutrientes, exclusivamente orgánicas pueden limitar el estado nutricional de las plantas, si éstas no satisfacen sus necesidades. También Tito (2014), reporto en la localidad de Choquenaira y Batallas, para la variedad de la cebada IBTA - 80 un promedio de 11.08 macollos por planta.

6.1.3 Número de nudos

En la tabla 13, la prueba de Duncan muestra el efecto para el factor corte muestra diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Se puede observar la diferencia entre nudos para los cortes, donde para el primer corte se obtuvo el valor alto en número de nudos/planta con 1,7, para el segundo corte con 1,53, con las debidas aplicaciones del biol en sus diferentes dosis, el cual produce un efecto para el crecimiento del cultivo.

Tabla 13

Comparaciones de medias y el efecto del corte en el número de nudos/planta. Prueba de Duncan

Nº de corte	Nº nudos	Prueba de Duncan
Corte 1	1,7	B
Corte 2	1,53	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

Los datos obtenidos son similares a otras investigaciones reportadas por Sánchez (2014), quien menciona que la aplicación de abonos líquidos en la parte foliar en cultivos (alfalfa, cebada, hortalizas y papa) estimula el crecimiento, mejorando la calidad de los productos y produciendo un efecto repelente contra las plagas. Los abonos orgánicos influyen positivamente, aumentando el rendimiento del cultivo (Chilón, 2000).

Como se puede observar en la tabla 14 al ANVA, la prueba de Duncan, para el efecto del tratamiento o niveles de biol para el número de nudos/planta de cebada, para el testigo 0% de biol con 1,42, fue inferior y diferente ($p \leq 0,05$) al promedio de 1,68 nudos por planta de los demás tratamientos a los cuales se le aplicaron biol en diferentes dosis.

Tabla 14

Comparaciones de medias y el efecto del tratamiento para el número de nudos/planta.

Tratamientos	N° nudos	Prueban Duncan
T1 (0%)	1,42	B
T2 (30%)	1,62	A
T3 (50%)	1,76	A
T4 (70%)	1,66	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

En la tabla 14, la prueba de Duncan muestra el efecto para el factor corte con diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Se puede observar la diferencia de nudos para los tratamientos, donde el tratamiento 1 (0% biol) obtuvo el valor promedio bajo de 1,42, para los tratamientos con aplicación de 30%, 50% y 70% de biol tuvieron valores promedios de 1,66 nudos por tratamiento, el cual produce un efecto para el crecimiento del cultivo.

Para esta variable según investigaciones anteriores Paye (2010) reporta que, en el primer corte, el tratamiento 2 y 3 presentaron 6 nudos con un desarrollo muy bueno tanto en altura y macollaje, seguido por el tratamiento 4 (70%) de biol que presento 5 nudos por planta. A su vez Ticona (2014) reporta el número de nudos en ambos cortes, la que presento mayor número de nudos fue el tratamiento 6 con 31 nudos por planta del segundo corte seguido el tratamiento 8 con 24,2 nudos por planta y por último el tratamiento con menor número de nudo se presentó en el tratamiento 1 con 11,5 nudos por planta, el mayor número de nudos es debido a la lámina de riego por aspersión y las condiciones climáticas favorable, fueron superiores a los obtenidos en la investigación.

6.1.4 Rendimiento de Materia Verde

La prueba de Duncan para el rendimiento de materia verde (Tabla 15), detectó diferencias altamente significativas, ($p \leq 0,01$) entre cortes.

Tabla 15

Comparaciones de medias y el efecto del corte en el rendimiento de materia verde.

N° de corte	Materia Verde (t/ha)	Prueba de Duncan
Corte 1	12,5	A
Corte 2	10,12	B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

En el contenido de materia verde se observa que existen diferencias en cuanto al forraje proveniente de los dos cortes, la cebada producida en el primer corte presenta un menor rendimiento con un valor promedio de 12,5 t/ha y el de mayor promedio fue producida se obtuvo en el segundo corte con 10,12 t/ha. En nuestra investigación los valores obtenidos son similares a los registros de Tambo (2015) quien reporta rangos donde el mayor rendimiento de materia verde MV tuvo el tratamiento 1 (50 % biol) con 16,11 t/ha, mientras que el testigo reportó 8,95 t/ha obtenidas en la cebada.

6.1.5 Rendimiento de Materia Seca

Como se observa, se detectaron diferencias altamente, significativas ($p \leq 0,01$); los factores de corte (tabla 16), los promedios muestran los siguientes resultados.

Tabla 16

Comparaciones de medias y el efecto del corte en el rendimiento de materia seca

N° de corte	Materia Seca (t/ha)	Prueba de Duncan
Corte 1	2,47	A
Corte 2	2,1	B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

En el contenido de materia seca se observa que existen diferencias en cuanto al forraje proveniente de los dos cortes, la cebada producida en el primer corte, presento el mejor comportamiento con un valor promedio de 2,47 t/ha y el menor promedio fue producida se obtuvo en el segundo corte con 2,1 t/ha.

De acuerdo las investigaciones obtenidas por Paye (2010), reporta que, por el efecto de la siembra, tiene un rendimiento promedio en MS de la primera época con 3,31 t/ha, en la segunda época con rendimientos de 5,87 t/ha y en la tercera época con rendimientos de

7,78 t/ha. Por otro lado, Tambillo (2002) encontró que la cebada llegó a tener un rendimiento de 3,76 t/ha de materia seca con la aplicación de fertilizante foliar de Nitrofoska al 0,9 %. A su vez Ramos (2008), reporta que la cebada variedad IBTA – 80 tiene un rendimiento en MS de 2,57 T/ha. Ticona (2014), reporta los valores más altos del rendimiento de materia seca se obtuvieron durante el primer corte respecto al segundo corte, con 14 t/ha, seguido el tratamiento 6 por 25 % de biol con riego, con un 12,14 t/ha.

De acuerdo con Laura (2009), obtuvo rendimientos de materia seca para el cultivo de cebada forrajera (IBTA 80) de 2,5 t/ha con diferentes tipos de abono (estiércol de ovino, llama y bovinos con adición de fosforo) en la localidad de Patacamaya.

6.2 Análisis Bromatológico

Para conocer la calidad del forraje producida donde se analizaron los siguientes nutrimentos en base seca: proteína cruda, fibra cruda, valor energético, carbohidratos, grasa, ceniza y humedad. Los parámetros fueron analizados en el Laboratorio de bromatología del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud (INLASA) Laboratorio de control de alimentos coordinador Nacional de la RELOAA, dependiente del Ministerio de Salud.

Tabla 17

Medias para efecto de corte y tratamiento para proteína cruda, fibra cruda, valor energético, carbohidratos, grasa, cenizas, humedad.

F. V.	Proteína cruda (g/100g)	Fibra Cruda (g/100g)	Valor Energético (kcal/100g)	Carbohidratos (g/100g)	Grasa (g/100g)	Ceniza (g/100g)	Humedad (g/100g)
Corte	**	*	NS	NS	NS	NS	*
Tratamiento	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*
Media	17,12	22,41	178,45	24,89	1,85	5,25	83,89
Desv. Est.	5,46	4,45	28,79	5,29	0,76	1,83	4,25
C.V.	7,65	8,03	21,35	16,75	44,02	20,88	1,59

*= significativo ($p \leq 5\%$); **= altamente significativo ($p \leq 5\%$); NS= no significativo; kcal= kilocalorías; g= gramo

Se puede observar en la tabla 18, que el efecto de los cortes tuvo efecto altamente significativo ($p \leq 0,01$) en el contenido de proteína cruda de la cebada; y solamente significativo ($p \leq 0,05$) en el contenido de Fibra Cruda y Humedad, pero en el resto de las variables no presentaron significancia.

6.2.1 Proteína

De acuerdo con el análisis de varianza se muestran diferencias altamente significativas para corte con aplicación de biol sobre el contenido de proteína de la cebada, mostrando diferencias altas en el corte 1 con un valor de 20,23 g/100g y de 14,11 en el corte 2.

Tabla 18

Comparaciones de medias para el efecto de corte en el contenido de proteína

N° de corte	Proteína (g/100g)	Prueba de Duncan
Corte 1	20,23	A
Corte 2	14,11	B

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

De acuerdo con la investigación el aumento de proteína en la cebada forrajera es similar a lo reportado por Cañas (2010), que la proteína es el factor más importante del alimento. El contenido proteico de un alimento es una medida indirecta de sus nutrientes digestibles, ya que los mismos son altamente digestibles.

Además, se muestra los contenidos de proteína expresados en g/100g, son superiores a los reportados por otros autores como Ticoná (2014), obtiene valores en la investigación de cebada forrajera en la región de Choquenaira con la aplicación de riego, obtuvo 15,86 g/100g de proteína. Por su parte Gonzáles (2015) reporta un valor de 12,78 g/100g de proteína bruta para el ensilado.

6.2.2 Fibra Cruda

La siguiente tabla, se observaron diferencias significativas entre cortes, a una probabilidad del ($P < 0.05$).

Tabla 19

Comparaciones de medias para el efecto del corte en el contenido de fibra cruda.

N° de corte	Fibra Cruda (g/100g)	Prueba de Duncan
Corte 1	18,93	B
Corte 2	25,9	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

La fibra cruda de cebada analizada en el segundo corte fue el que mejores resultados presento con 25,9 g/100g mientras que la cebada producida en el primer corte fue la que menor resultado con 18,93 g/100g, por tanto, la fibra es considerado donde el contenido de celulosa que es el componente esencial de las hojas u de los tallos de todos los cereales, así otros tejidos vegetales según el resultado de la investigación son similares a os obtenidos por Rojas (2002). Otros autores como Ticona (2014), reporta en la investigación realizada, y de acuerdo con sus muestras determina en el análisis bromatológico de la cebada cultivada en la región de Choquenaira, muestra que el contenido máximo de fibra cruda de 28%. Achu (2000), quién realizó ensilajes combinando cebada y alfalfa, con o sin aditivos cuyos valores van de 33,14 g/100g.

6.2.3 Humedad

La variación en el contenido de humedad para los tratamientos la prueba de Duncan al ($p < 0,05$) para el efecto de los cortes y dosis de biol, presenta diferencias significativas como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20

Comparaciones de medias para el efecto de corte en el contenido de humedad.

N° de corte	Humedad (g/100g)	Prueba de Duncan
Corte 1	81,9	B
Corte 2	85,88	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$);

La variación en el contenido de humedad en dos cortes, fueron menores en el 1° corte con valores 81,9 g/100g y para el 2° corte el contenido de humedad fue superior con 85,88 g/100g, el cual puede estar influenciada por la aplicación del biol durante el desarrollo de la planta, el cual es corroborado por anteriores investigaciones. El contenido de humedad es un indicador de la calidad de manejo y almacenamiento para cada corte y tratamiento.

Achu (2000), Por otra parte, se encuentran entre los valores promedio reportado por distintos autores, los cuales van desde 23,03 g/100g, para el segundo corte contiene menos humedad que el primer corte con 26,78 g/100g siendo la de mayor humedad.

Para el contenido de humedad, en la tabla 21, se observa que hay diferencias el importantes en el forraje de cebada provenientes de los diferentes tratamientos, registrándose que la

cebada T1 con 0% de biol presenta el menor valor con 78,55 g/100g, mientras que el T4 tiene valores de 87,1 g/100g, al igual que los demás tratamientos.

Tabla 21

Comparaciones de medias para el efecto del tratamiento en el contenido de humedad.

Tratamiento	Humedad (g/100g)	Prueba de Duncan
T1 (0%)	78,55	B
T2 (30%)	83,6	A
T3 (50%)	86,3	A
T4 (70%)	87,1	A

Letras similares significa que no hay diferencia estadística, letra distinta indica diferencia entre cortes ($p \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos en la investigación se asemejan a los obtenidos por Vilcaes (2016) reporta que las características bromatológicas el contenido de humedad de la variedad de forraje de cebada que presenta valor de 87,33 g/100g de humedad.

6.3 Análisis del biol

Se tiene datos de los parámetros utilizando diferentes métodos en el análisis de biol realizada en el laboratorio del IIDEPROQ, como se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 22

Análisis Físico – Químico del Biol

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO
Nitrógeno	0,080	% N	Kjedahl
Fosforo	0,010	% P	Espectrofotometría UV – Visible
Potasio	0,520	% K	Emisión atómica
Carbono Orgánico	0,250	%	Walkley – Black
Calcio	0,033	% Ca	Absorción atómica
Magnesio	0,012	% Mg	Absorción atómica
Manganeso	0,990	mk/kg Mn	Absorción atómica
Cobre	0,350	mk/kg Cu	Absorción atómica
Zinc	7,680	mk/kg Zn	Absorción atómica
Hierro	6,110	mk/kg Fe	Absorción atómica
Materia Seca	2,300	%	Gravimetría
Humedad	97,700	%	Gravimetría
pH	7,750		Potenciometría
Conductividad eléctrica	18,570	mS/cm	Potenciometría

Fuente: Análisis realizado en el IIDEPROQ, 2020

Los resultados obtenidos en laboratorio están en base a la humedad, donde se puede observar que el biol, es rico en diferentes nutrientes, pero solo en el estudio se extrajo los datos de Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK) para poder aplicar y formular las dosis del biol en los respectivos tratamientos.

7 ANÁLISIS DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para el análisis de beneficio - costo, se ha realizado para cada tratamiento, se consideró los costos de producción total de los dos cortes. Tomando en cuenta el ingreso neto y la relación beneficio/costo, que se muestran a continuación.

Tabla 23

Costos de producción de los cuatro tratamientos de biol

TRATAMIENTOS	T1=0%	T2=30%	T3=50%	T4=70%
Producción total de MS/ha, en los dos cortes de cebada (TM)	10,78	12,97	14,01	12,08
Costes de Producción total de MS/ha (Bs)	8.295,25	8.867,25	9.153,25	9.439,25
Utilidad por kilo de MS de cebada	0,36	0,44	0,47	0,34
Costes de producción por kilo de MS	0,77	0,68	0,65	0,78
Utilidad por hectárea (Bs.-)	3832,25	5724,00	6608,00	4150,75
Rentabilidad	146,20	164,55	172,19	143,97
Relación Beneficio/Costo	1,46	1,65	1.72	1,44

Fuente: Elaboración propia, en base a datos de campo

De acuerdo con la tabla anterior donde se observa, que difiere uno del otro, principalmente tomando en cuenta el factor de dosificación del biol, para el análisis de costo y producción de los diferentes tratamientos es variable.

La producción total de cebada en los dos cortes realizados se considera como la producción total de materia verde, la misma de acuerdo con el análisis bromatológico efectuada en laboratorio, se determina la producción total de materia seca, que se observa en el cuadro anterior, donde el T1 (0% biol) tiene 10,78 t MS/ha, T4 (70% biol) con 12,08 t MS/ha, T2 (30% biol.) tiene 12,97 t MS/ha, y la mayor producción tiene T3 (50%biol) con 14,01 tMS/ha.

Ticona (2014), obtuvo rendimientos de MS en dos cortes de cebada con la aplicación de biol en la región de Choquenaira y presenta los siguientes valores T1 (0%biol) con 6,17, T2 (25%biol) tiene 7,9, T3 (50%biol) con 9,9, T4 (75%biol) con 10,53 t MS/ha.

Como se puede ver que en la investigación realizada y haciendo comparación, se tiene un incremento en rendimiento de 9,9 t MS/ha obtenido por Ticona y en la investigación realizada con la misma dosificación se obtuvo 14,01 t MS/ha.

Referente a los costes de producción, luego del análisis económico, social como resultado se tiene; la diferencia entre los costos variables y costos fijos son similares en cada tratamiento, haciendo la diferencia en la mano de obra para la aplicación de biol con mayor o menor número de jornales, razón de ello sube de forma escalonada desde T2 hasta T4, haciendo que T1 (0%biol) no se considera dentro de los costos de producción.

El B/C se ha realizado para cada tratamiento y el que mejor comportamiento tiene es el T3 con 1,72 con una dosificación del 50% de biol, seguido por T2, T1 y T4.

De este análisis realizado podemos indicar que el T4 es el más bajo en relación con el B/C, llegando a 1,44 si se analiza con mucho más cuidado este tratamiento tiene ganancias, pero desde el punto de vista social es mucho mejor esos ingresos en relación con el T3 (50%biol) con 1,72, T2 con 1,65 y T1 con 1,46.

De acuerdo con literatura indica si el B/C es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el trabajo realizado generará ganancias, sea a una persona o a una comunidad. Si el trabajo genera ganancias con seguridad traerá consigo un beneficio social.

Mendoza (2009) cita que cuando la relación B/C es menor a 1, significa que no existen beneficios, donde la investigación del cultivo de cebada se realizó en parcelas, por tanto la producción del cultivo de forraje no es rentable; si la relación B/C es igual a 1, los beneficios logrados solo compensan los costos de producción, por tanto, tampoco es rentable, y cuando la relación B/C es mayor a 1, los beneficios son mayores que los costos parciales de producción, por lo tanto, la investigación es rentable.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados logrados, se establecen las siguientes conclusiones:

En cuanto al balance hídrico, podemos mencionar que la zona muestra un déficit hídrico durante 9 meses al año, por tanto, los cultivos sembrados en el altiplano quedarán a dependencia de la época de lluvias, los que en los últimos años se va acortando y de esta manera no se cumple el ciclo agrícola, teniendo como resultado bajas cosechas desde el punto de vista de la productividad.

La demanda de agua se ha determinado, utilizando el modelo de Penman Monteith modificado (2006) citado en la FAO 56, la misma aplicado en los cortes realizados, donde las necesidades fueron las siguientes; en el primer corte 302.17 mm, en el segundo corte 89.24mm, requiriendo en todo el ciclo de permanencia del cultivo una lámina total de 739,185 mm.

De acuerdo con los resultados obtenidos para altura de planta se determinó que existen diferencias significativas en dos cortes, en la cual el primer corte tuvo un crecimiento de 36 cm, en cuanto a los demás factores no hubo significancia.

Para el número de macollos se determinó que existen diferencias entre cortes, siendo el primer corte con mayor número de macollos con 7,44, en cuanto a los tratamientos, el promedio del tratamiento 3 (50%) de mayor número de macollos con 6,51, en comparación al tratamiento sin aplicación de biol.

De acuerdo con los análisis estadísticos mostrados anteriormente se puede afirmar para el número de nudos existe diferencias entre ambos cortes realizados y en los diferentes tratamientos T1 (0%), en comparación a los otros tratamientos con biol (30%, 50% y 70%).

Para el rendimiento de cebada, en materia verde, el primer corte presento una mayor obtención en promedio con 12,5 t/ha, en cuanto al segundo corte tuvo un menor promedio de materia verde con 10,12 t/ha. Los resultados demostraron que existe diferencias significativas entre ambos cortes de materia seca, el primer corte obtuvo 2,47 t/ha, a diferencia del 2,1 t/ha del segundo corte.

Para la evaluación de la calidad mediante el análisis bromatológico, el contenido de proteína existe diferencias significativas entre ambos cortes, donde los promedios son mayores en el primer corte. También se observa que para el contenido de fibra cruda y humedad se encuentran diferencias significativas para dos cortes, donde se tienen los promedios

mayores en el segundo corte, para los tratamientos a los cuales se aplicaron biol tienen un promedio de 85,6 g/100g en comparación al T1 (0%).

De acuerdo con el análisis mostrado anteriormente para el análisis económico se tiene que el T3 (50% biol) con un beneficio costo de 1,72, teniendo una ganancia de Bs. 0,72, sin embargo, el menos rentable es el T4 con un B/C de 1,44 y una ganancia de 0,44 Bs., en comparación al T1 al cual no se aplicó biol.

9 RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se tiene las siguientes recomendaciones y/o sugerencias:

La respuesta al uso de biol más la adición de riego oportuno, incrementa los rendimientos, por lo tanto, es necesario hacer las réplicas del presente estudio en las zonas del altiplano, motivando y haciendo conocer esta tecnología del uso del biol principalmente al 50% de dosificación.

De acuerdo con los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos, realizados en el laboratorio de INLASA, tanto de proteína, fibra cruda, valor energético, humedad, grasa y ceniza, se sugiere la aplicación de biol al 50 % para aumentar la calidad y cantidad del producto, con lo que podemos ayudar a aumentar el balance nutricional de los alimentos de la ganadería.

Utilizar diferentes tipos de estiércoles (ovino, bovino y camélido), para la elaboración del biol y con ello realizar nuevos estudios en el manejo de los cultivos forrajeros y tener nuevas alternativas de producción de forraje con alto contenido nutricional.

También se recomienda realizar estudios con cultivos de avena, triticale y vicia de forma asociada para ver cuál es su comportamiento en cuanto a la producción de materia seca en dos cortes.

Se sugiere impulsar y mejorar la sensibilización, sobre el uso eficiente del agua a productores de forrajes.

10 BIBLIOGRAFIA

- ACHU, O. 2000. Calidad del ensilaje de diferentes mezclas de cebada, avena y alfalfa. Tesis Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz _ Bolivia.
- ALVAREZ, M. 2000. Técnica de Producción de Forraje para el ganado lechero. Lima, Perú. Disponible en: www.alfinal.com/cgi-bin/search.cgi Consultado 2 de abril. 2018.
- ARANA, S. 2011. Manual de elaboración de Biol. Cusco; Soluciones Prácticas. 40 p.
- ARIAS, G. 2013. Calidad industrial de la cebada cervecera. Serie Técnica Nro 8. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Montevideo, Uruguay. 54 p.
- ARMAS, C., A. 2012. Fisiología Vegetal. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p 118 – 134.
- BOLOS. A. 2013. Composición del biol. Caracas - Venezuela. Pp. 23 - 42.
- CALZADA, B. 2010. Métodos estadísticos para la investigación. Ed. Los Amigos del Libro. Cochabamba, Bolivia. p 64.
- CALLISAYA, G. 2000. Caracterización de las tierras de la estación experimental de Choquenaira según su capacidad de usos y aptitud para riego. Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. p 45-50.
- CAÑAS, C., R. 2010. Alimentación y nutrición animal (en línea). Santiago, Ch. Consultado el 30 DE octubre del 2013 Disponible en: <http://www.KayraNet> – Alimentos y Nutrientes.htm.
- CASTRO, T. 2003. Evaluación de variedades y líneas avanzadas de triticale en la producción de forraje en dos zonas del departamento de La Paz. Tesina de Grado. La Paz, BOL, Universidad Mayor de San Andrés. p. 3.
- CIAT, BOLIVIA 2013. Universidad Mayor de San Andrés, 2da Edición. La Paz - Bolivia.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MZ). 2002. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; manual metodológico de evaluación económica. México D.F. p 10 – 33.
- CORTEZ, R. 2003. Estabilidad fenotípica de 10 variedades de avena forrajera (*Avena sativa L.*) en tres localidades del altiplano. Tesis de grado, Universidad Técnica de Oruro, Oruro, Bolivia. p 40 – 42.
- COOKE, G., 2012. Fertilizantes y sus usos 8va Edición, Compañía Editorial Continental S.A. México D.F.; p 180.

- CÓRDOBA, J. 2018. El cultivo de Cebada en Bolivia. Estación Experimental de Producción San Benito. IBTA. Cochabamba – Bolivia pp 76 – 77.
- CORPOICA, 2013. (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). *Hordeum vulgare* L. (Cebada). Universidad Nacional de Colombia. 1p.
- CRONQUIST, A., 2007. Introducción a la Botánica. Compañía Ed. Continental S.A. Decimosegunda reimpresión. México. pp. 369, 372, 385.
- CHAMBI, P., O. 2015. Comportamiento agronómico de variedades de forraje introducidas de avena, cebada y triticale en la Sub Cuenca Media del Rio Keka Provincia Omasuyos. Tesis de grado. Universidad de Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía - Ingeniería Agronómica. La Paz - Bolivia. 87 p.
- CIMMYT, 2000, Manual Metodológico de Evaluación Económica, México D.F. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
- CHILON, E. 2000. Manual de fertilidad de suelos y nutrición de plantas. CIDAT. 1ra impresión. La Paz - Bolivia. 185 p.
- CHIPANA, R. 2003. Principios de riego y drenaje IRTEC: Principios y leyes de Riego y drenaje e hidraulica IRTEC. La Paz, Bolivia Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomia: 1ra ed. 210 p.
- CHURCH, D.C. y POND, W.G. 2012. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Ed. Limusa. México. 45 p.
- CHURCH, D., C., 2008. El Rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. 641 p.
- DOMINGO, F. 2012. Tratado moderno de Economía. Nueva Edición. Caracas Venezuela. Editorial Panapo. 345 p.
- FAO 56. 2006. (Organización de Naciones Unidas para riego y drenaje, diagnóstico de Modelos Agroclimáticos. Diseño Agronómico con el modelo CROPWAT. Volumen 56.
- FAIGUENBAUM, H. 2013. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Edición Ograma S.A. Santiago de Chile. 760 p.
- FERNANDEZ. 2006. Ensilaje de forrajes CIAT Bolivia, Centro de Investigación Agrícola Tropical.
- FLORES, A. 2004. Manual de pastos y forrajes alto andinos. Lima: ITDG AL, OIKOS. Lima.
- FUENTES, Yagüe. 2010. Técnicas de riego, ediciones mundo prensa Madrid- España página. España. 20-50. p.

- GONZÁLES, G. 2015. Métodos estadísticos y principios de diseño experimental. Segunda Edición. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 371 p.
- HERRERA, F; Velasco, C; Denen, H; Radulovich, R. 2004. Fundamentos de análisis económico: guía para investigación y extensión rural. Serie Técnica, Informe Técnico No. 228; CATIE. Turrialba, Costa Rica. 62 p
- HUALLPA, C., 2016. Comportamiento agronómico de 11 líneas de trigo harinero con la complementación de biol y riego por goteo en la estación experimental Choquenaira. Tesis de Grado. Universidad de Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía - Ingeniería Agronómica. La Paz - Bolivia.
- INFOAGRO, 2017. Los fertilizantes (en línea). Consultado el 30 de octubre del 2017. Disponible en: www.infoagro.com.
- INLASA, Laboratorio de Bromatología del Instituto Nacional de Laboratorios de Salud. Laboratorio de control de alimentos coordinador Nacional de la RELOAA, dependiente del Ministerio de Salud.
- INIA. (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA). 2008. Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agro biodiversidad. Producción y uso del biol (en línea) folleto. Lima, Perú. Consultado el 25 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/genetica/insitu/biol.pdf>.
- KUTTEL, 2017. Producción invernal de reservas forrajeras cebada, trigo, avena y colza. Extensión INTA Paraná.
- LAURA, M., 2009. Respuesta del Estiércol de Ovinos, Llama y Bovinos con adición de fosforo comparando con la Fertilización Química en el Cultivo de la Cebada.
- LÓPEZ, B., L., 2013. Cereales, Cultivos Herbáceos. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. vol. I. pp. 427 – 275.
- MDRyT, 2019. Página web: https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/formulario_mdryt2.php
- MAMANI F.; CESPEDES R. 2012. Revista en imágenes. Estación Experimental Choquenaira. Facultad de Agronomía – UMSA La Paz. 32 p.
- MARCA, S. 2014. Programa de investigación de cultivos andinos: estrategias de investigación en INIAA-Puno, Brujas, 56-68p.
- MARTI, J. 2012. Biodigestores de polietileno tubular de bajo costo para, trópico, valle y altiplano. Guía de Diseño y manual de instalación de Biodigestores familiares. GTZ PROAGRO. Bolivia.

- MEDINA, 2009. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos. Editorial mauro. Lima - Perú.
- MENDIETA, H. 2006. Apuntes de clases de Forrajes. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Clases. p 10 – 14.
- MIKEL, A. 2012. Portal en Agricultura. Consultado el 7 de febrero del 2018. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada2.htm>.
- MENDOZA, R., M., R., 2009. Producción de cebada (*Hordeum vulgare L.*) bajo sistema del cultivo, en cuatro soluciones nutritivas. Tesis de Grado. La Paz – Bolivia. 98 p.
- MIRANDA, C., R., 2004. Introducción a la geología agrícola. La Paz – Bolivia.
- PARSONS, D. 2010. Manual para educación agropecuaria. Trigo, cebada, avena. Área de producción vegetal 2da. Ed. Editorial Trillas. México.
- PAYE, H., V. 2010. Comportamiento agronómico de tres variedades de cebada forrajera (*Hordeum vulgare L.*) bajo tres épocas de siembra en el altiplano central. Tesis de grado. La Paz – Bolivia. 94 p.
- PÉREZ, S., Pérez, A., y Acosta, M. (2010). Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum Schum.*) en época lluviosa. Revista mexicana de ciencias pecuarias.
- PASCHOAL, C. 2014. Introducción a la Economía. 15ed. Editorial Atlas. México DF. 722 p.
- PRIETO, J. 2011. Respuesta Comparativa de dos Variedades de Cebada *Hordeum vulgare L.* en la aplicación de fertilizantes Químicos, X Reunión Nacional de ABOPA. pp. 107-109.
- QUISPE, A. 2013. Rendimiento de cebada y avena como forraje verde hidropónico en relación a la densidad de siembra en carpa solar. Tesis, Facultad de Agronomía, Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz - Bolivia
- RAMOS, H., J. 2008. Evaluación del rendimiento de especies forrajeras anuales a nivel del pequeño productor en el distrito III del municipio de Viacha. Tesis de grado, La Paz – Bolivia. 53 p.
- REYES, P. 2010. Diseño de experimentos aplicados: principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Escuela de Estadística.
- REVISTA EN IMÁGENES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA. 2011. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. Choquenaira, La Paz – Bolivia.

- ROBLES, R., 2011. Producción de granos y forrajes, 4ta Ed. Limusa. México. pp. 135 -168.
- ROBLES, R., Y GARZA, J., 2014. Producción de grano y forraje. Cultivo de cebada. 5ta Ed. Editorial Limusa Noruega. pp. 275 – 286.
- RODRÍGUEZ, F., 2009. Fertilizantes – Nutrición Vegetal; De. AGT. Editor, S.A. México D.F.; pp 123 – 125.
- ROJAS, F (2002) Apuntes de clases de Botánica sistemática Facultad de Agronomía UMSA, La Paz- Bolivia (Clase Liliopsidas) p 1-9.
- ROGER, J., 2009. El cultivo de la cebada y el trigo, Ed. Trillas Buenos Aires Argentina,
- SANCHEZ, C. 2014. Abonos Orgánicos Fermentados y Lumbricultura. Editorial Ripalme. Lima - Peru. pp 50 - 60.
- SCHULTE, M. 2005. La producción agrícola en la región Kallawaya: Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Consejos nacionales de ciencias y tecnología (CONSITEC). Edición Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 223-245. p.
- SIMPSON, K., 2011. Abonos y Estiércoles Trad. RAMIS, Rev. Terrenos J. Ed. Acribia, S. A. Zaragoza, España: pp 121 – 152.
- SEFO – SAM. 2010. Semillas de Forrajes para Bolivia, programa nacional de semillas, Boletín Informativo mes de octubre, Cochabamba – Bolivia.
- SUQUILANDA M. 2011. Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro. Quito - Ecuador. 654 p.
- TAMBILLO, E., E., N., 2002. Estudio comparativo de diferentes niveles de fertilizantes foliares en el cultivo de la cebada forrajera (*Hordeum vulgare L.*) en el Altiplano Central. Tesis de Grado. La Paz. Bolivia. 80 p.
- TAMBO, D. 2015. Evaluación del efecto de biol bovino en la producción y calidad de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en época de invierno en la Estación Experimental Choquenaira, Viacha – La Paz. Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, U.M.S.A.
- TEN, H. 2009. Administración de Empresas agropecuarias. Manuales para la educación Agropecuaria. 4ed. Editorial Trillas. México DF. 327 p.
- TICONA, O. 2014. Aplicación de biol y riego por aspersion en la producción de cebada forrajera (*Hordeum vulgare*) en el municipio de Viacha. Tesis Lic. Ciudad de La Paz, Bolivia, UMSA. 56 p.
- TITO, C., Y. 2014. Evaluación comparativa de variedades de avena (*Avena sativa L.*), cebada (*Hordeum vulgare*) y triticale (*Triticumsecale w.*) en las localidades de

- Choquenaira y Batallas. Tesis de grado. Universidad de Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía - Ingeniería Agronómica. La Paz - Bolivia. 97 p.
- TRINIDAD, A., AGUILAR, D. 1999. Fertilización foliar un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. Estado de México.
- VASQUEZ, E., TORRES, S., 2005. Fisiología Vegetal, Ed. Pueblo y Educación. La Habana Cuba; pp 462- 463.
- VILLARROEL, A., N., 2011. Evaluación de tres especies forrajeras anuales (Avena, Cebada y Triticale), en diferentes épocas y densidades de siembra en la Estación Experimental de Belén. Tesis de grado. La Paz – Bolivia.
- VILLCA, Z. 2015 Evaluación del rendimiento de materia verde en dos variedades forrajeras avena (avena sativa) y cebada (*Hordeum vulgare*) con diferentes frecuencias de riego bajo un sistema hidropónico en la comunidad de Pucarani. Tesis Lic. Ciudad de La Paz, Bolivia, UMSA.
- VILCAES, Z. 2016. Evaluación del rendimiento de materia verde en dos variedades forrajeras avena (*avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) con diferentes frecuencias de riego bajo un sistema hidropónico en la comunidad de Pucarani. La Paz – Bolivia.
- WWF. 2009. Manual de buenas prácticas de riego. Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura.

ANEXOS

ANEXOS

Características de un aspersor VIR-50, son las siguientes: alcance: 9-14 m (radio de mojado); caudal: 240-1,440 l/h; presión de trabajo: 1-4 Bar; sector: circular o sectorial; boquillas: una boquilla multichorro; ángulo de trayectoria: 28°; altura máxima de chorro: 2,6 m; tiempo de rotación: 360° entre 25 y 40 segundos; coeficiente de uniformidad superior al 90% en marcos de 10*10 y 12*12.



**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**

LCA-P18-F01

Versión: 01

INFORME DE ENSAYO

Emisión: 2016-12-20

Página: 1 de 1

Código: 16 - 2679	Muestra: Cebada Verde T - 1	
Nombre de Cliente:	Unidad de Vigilancia Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria - UVCCIA	
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta Nº 1889 (lado estado mayor) Miraflores	
Procedencia: Municipio Viacha - Comunidad Choquenaira		
Envase: Papel Madera	Cantidad: 500 g	
Acta de muestreo: 406521	Tarjeta de muestreo: 60683	
Fecha de muestreo:	2016-12-01	Hora: 09h50
Fecha de ingreso a laboratorio:	2016-12-02	Hora: 10h30
Fecha de análisis:	2016-12-05	Hora: 08h30

RESULTADOS**CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Color: Propio	Sabor: Propio
Olor: Propio	Aspecto: Propio

ANALISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LIMITE
Humedad	75,60	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	14,10	g/100g	ISO 20483-2006	Sin limite de referencia
Grasa	0,80	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	22,10	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Valor energético	209,4	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Ceniza	3,50	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia
Fibra Cruda	18,70	g/100g	NB 312028-2006	Sin limite de referencia

Clasificación: Cebada Verde T - 1

Analista (s): Dra. E.Mendoza, Dra. D.Vasquez, Ing. D.Gomez

La Paz, 5 de enero de 2017

 Dra. Evelyn Laura Vasquez SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FÍSICOQUÍMICO LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Dany Montinos Z. Ms. Cs. RESPONSABLE TÉCNICO AL LAB. CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Msc. Engr. Mariana Pizarro COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL A.I. INLASA
---	--	--

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al Laboratorio.

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**

LCA-P18-F01

Versión: 01

INFORME DE ENSAYO

Emisión: 2016-12-20

Página: 1 de 1

Código: 16 - 2680	Muestra: Cebada Verde T - 2	
Nombre de Cliente:	Unidad de Vigilancia Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria - UVCCIA	
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta Nº 1889 (lado estado mayor) Miraflores	
Procedencia: Municipio Viacha - Comunidad Choquenaira		
Envase: Papel Madera	Cantidad: 500 g	
Acta de muestreo: 406521	Tarjeta de muestreo: 60684	
Fecha de muestreo:	2016-12-01	Hora: 09h50
Fecha de ingreso a laboratorio:	2016-12-02	Hora: 10h30
Fecha de análisis:	2016-12-05	Hora: 08h30

RESULTADOS**CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Color: Propio	Sabor: Propio
Olor: Propio	Aspecto: Propio

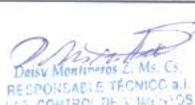
ANALISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LIMITE
Humedad	81,60	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	25,60	g/100g	ISO 20483-2006	Sin limite de referencia
Grasa	1,40	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	33,10	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Valor energético	175,4	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Ceniza	7,40	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia
Fibra Cruda	20,40	g/100g	NB 312028-2006	Sin limite de referencia

Clasificación: Cebada Verde T - 2

Analista (s): Dra. E.Mendoza, Dra. D.Vasquez, Ing. D.Gomez

La Paz, 5 de enero de 2017

 Dra. Evelyn Laura Vasquez SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FÍSICOQUÍMICO LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Dra. Erika Mercedes Pizarro RESPONSABLE TÉCNICO AL LAB. CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Dra. Erika Mercedes Pizarro COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL AL INLASA
---	---	---

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresó al Laboratorio.

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.





INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
"Dr. Néstor Morales Villazón"



**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**

LCA-P18-F01

Versión: 01

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Emisión: 2016-12-20

Código: 16 - 2681	Muestra: Cebada Verde T - 3		
Nombre de Cliente:	Unidad de Vigilancia Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (lado estado mayor) Miraflores		
Procedencia:	Municipio Viacha - Comunidad Choquenaira		
Envase: Papel Madera	Cantidad: 500 g		
Acta de muestreo: 406521	Tarjeta de muestreo: 60681		
Fecha de muestreo:	2016-12-01	Hora: 09h50	
Fecha de ingreso a laboratorio:	2016-12-02	Hora: 10h30	
Fecha de análisis:	2016-12-05	Hora: 08h30	

RESULTADOS**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS: NB 33013-2013**

Color: Propio	Sabor: Propio
Olor: Propio	Aspecto: Propio

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LIMITE NB 854-1997
Humedad	84,00	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	22,50	g/100g	ISO 20483-2006	Sin limite de referencia
Grasa	2,40	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Valor energético	108,5	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Carbohidrato	29,40	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Ceniza	6,40	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia
Fibra Cruda	17,20	g/100g	NB 312020-2006	Sin limite de referencia

Clasificación: Cebada Verde T - 3

Analista (s): Dra. E.Mendoza, Dra. D.Vasquez, Ing. O.Gomez

La Paz, 30 de marzo de 2017

 Dra. D. Vasquez SUPERVISOR TÉCNICO a.i. DEL ÁREA DE FÍSICOQUÍMICO LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS -INLASA	 Dra. E. Mendoza RESPONSABLE TÉCNICO a.i. LAB. CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Msc. E. Villazón COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL a.i. INLASA
--	--	--

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.





INLASA
INSTITUTO NACIONAL DE LABORATORIOS DE SALUD
"Dr. Néstor Morales Villazón"



**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**

LCA-P18-F01

Versión: 01

INFORME DE ENSAYO

Emisión: 2016-12-20

Página: 1 de 1

Código: 16 - 2682	Muestra: Cebada Verde T - 4		
Nombre de Cliente:	Unidad de Vigilancia Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria - UVCCIA		
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta N° 1889 (lado estado mayor) Miraflores		
Procedencia: Municipio Viacha - Comunidad Choquenaira			
Envase: Papel Madera	Cantidad: 500 g		
Acta de muestreo: 406521	Tarjeta de muestreo: 60686		
Fecha de muestreo:	2016-12-01	Hora: 09h50	
Fecha de ingreso a laboratorio:	2016-12-02	Hora: 10h30	
Fecha de análisis:	2016-12-05	Hora: 08h30	

RESULTADOS**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Color: Propio	Sabor: Propio
Olor: Propio	Aspecto: Propio

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LÍMITE
Valor energético	164,50	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin límite de referencia
Proteína	18,70	g/100g	ISO 20483-2006	Sin límite de referencia
Humedad	86,40	g/100g	NB 074-2000	Sin límite de referencia
Grasa	2,60	g/100g	-----	Sin límite de referencia
Carbohidratos	22,40	g/100g	NB 312031-2010	Sin límite de referencia
Fibra Cruda	19,40	g/100g	NB 312028-2006	Sin límite de referencia
Cenizas	6,40	g/100g	NB 075-2000	Sin límite de referencia

Clasificación: Cebada Verde T - 4

Analista (s): Dra. E.Mendoza, Dra. D.Vasquez, Ing. D.Gomez

La Paz, 5 de enero de 2017

 Dra. Daydi Laura Vasquez SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FÍSICOQUÍMICO LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS - INLASA	 Daisy Meneses Z. M.C. RESPONSABLE TÉCNICO a.i. LAB. CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Fátima Yáñez COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL a.i. INLASA
---	--	--

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.



**LABORATORIO DE CONTROL DE ALIMENTOS
COORDINADOR NACIONAL DE LA RELOAA**

LCA-P18-F01

Versión: 01

INFORME DE ENSAYO

Emisión: 2017-03-25

Página: 1 de 1

Código: 16 - 2679	Muestra: Cebada Verde T - 1	
Nombre de Cliente:	Unidad de Vigilancia Control de Calidad e Inocuidad Alimentaria - UVCCIA	
Dirección del cliente:	Pasaje Rafael Zubieta Nº 1889 (lado estado mayor) Miraflores	
Procedencia: Municipio Viacha - Comunidad Choquenaira		
Envase: Papel Madera	Cantidad: 500 g	
Acta de muestreo: 506521	Tarjeta de muestreo: 70684	
Fecha de muestreo:	2017-03-04	Hora: 09h50
Fecha de ingreso a laboratorio:	2017-03-06	Hora: 10h30
Fecha de análisis:	2017-03-08	Hora: 08h30

RESULTADOS**CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Color: Propio	Sabor: Propio
Olor: Propio	Aspecto: Propio

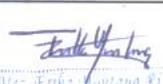
ANALISIS FISICOQUIMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	LIMITE
Humedad	81,50	g/100g	NB 074-2000	Sin limite de referencia
Proteína	8,50	g/100g	ISO 20483-2006	Sin limite de referencia
Grasa	1,20	g/100g	-----	Sin limite de referencia
Carbohidratos	26,40	g/100g	NB 312031-2010	Sin limite de referencia
Valor energético	182,4	Kcal/100g	NB 312032-2006	Sin limite de referencia
Ceniza	2,50	g/100g	NB 075-2000	Sin limite de referencia
Fibra Cruda	23,50	g/100g	NB 312028-2006	Sin limite de referencia

Clasificación: Cebada Verde T - 1

Analista (s): Dra. E.Mendoza, Dra. D.Vasquez, Ing. D.Gomez

La Paz, 18 de marzo de 2017

 Dra. Evelyn Laura Vasquez SUPERVISOR TÉCNICO DEL ÁREA DE FÍSICOQUÍMICO LABORATORIO CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Dany Montinos Z. Ms. Cs. RESPONSABLE TÉCNICO AL LAB. CONTROL DE ALIMENTOS INLASA	 Msc. Erika Mariana Pizarro COORDINADORA DE LA UNIDAD DE CONTROL A.I. INLASA
---	--	--

Los resultados se refieren únicamente a la muestra que ingresa al Laboratorio.

Está prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin aprobación escrita del Laboratorio.

