

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES MEJORADAS Y  
UNA TRADICIONAL DE CEBADA (*Hordeum vulgare L.*) EN TUNSHI,  
PARROQUIA LICTO, CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

**DAVID SANTIAGO LEÓN ARMIJO**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Riobamba – Ecuador**

**2010**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES MEJORADAS Y UNA TRADICIONAL DE CEBADA (*Hordeum vulgare L.*) EN TUNSHI, PARROQUIA LICTO, CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**, de responsabilidad del señor egresado David Santiago León Armijo, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

### TRIBUNAL DE TESIS

Ing. David Caballero.

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR**

Ing. Wilson Yánez.

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Riobamba 2010**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, expreso mi agradecimiento a Dios el creador por la vida y las oportunidades que me ha otorgado.

A la escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, institución responsable en proporcionarme una formación científica y humana, que serán los pilares fundamentales para el desempeño de mi profesión.

Mis más sinceros agradecimientos a los Ingenieros David Caballero y Wilson Yáñez, Director y Miembro del Tribunal de Tesis, por su oportuna ayuda y asesoramiento en la realización de este trabajo.

Mi gratitud a los Ingenieros Eduardo Rodríguez, Paul Benalcazar y Roberto Ibarra; quienes dirigen la Granja Integral de la hacienda Tunshi, por brindarme su colaboración y apoyo en el desarrollo de este proyecto.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi padre Jaime Ernesto (+), que me dio hasta el último día de su vida, su cariño, esfuerzo y sacrificio para poder cumplir mis metas.

A mi madre Lucinda María que me ha apoyado incondicionalmente en cada una de mis decisiones, siempre con su amor y sus sabios consejos.

A mi familia por estar junto a mí, en mis aciertos y desaciertos.

## TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	CONTENIDO	PÁGINAS
	LISTA DE CUADROS	i
	LISTA DE GRAFICOS	iii
	LISTA DE ANEXOS	iv
I	TITULO	1
II	INTRODUCCION	1
III	REVISION DE LITERATURA	3
IV	MATERIALES Y METODOS	41
V	RESULTADOS Y DISCUSION	53
VI	CONCLUSIONES	71
VII	RECOMENDACIONES	72
VIII	RESUMEN	73
IX	SUMMARY	74
X	BIBLIOGRAFÍA	75
XI	ANEXOS	80

## LISTA DE CUADROS

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.	Características morfológicas de las variedades INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Pacha 2003.	10
2.	Características agronómicas de las variedades INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Pacha 2003.	11
3.	Características de calidad (14% de humedad) de las variedades INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Pacha 2003.	11
4.	Materias activas para el control de <i>Rhopalosdiphum padi</i> y <i>Sitobion avenae</i> .	18
5.	Composición química de la cebada (porcentaje sobre materia seca de grano).	37
6.	Contenido de minerales de la cebada comparada con otros cereales.	38
7.	Requerimientos físicos y químicos del grano de cebada para consumo alimentario.	38
8.	Características químicas del suelo.	42
9.	Tratamientos en estudio.	44
10.	Esquema del Análisis de Varianza (ADEVA).	46
11.	Escala modificada de Cobb.	48
12.	Análisis de varianza para el número de días a la emergencia.	53
13.	Prueba de Tukey al 5% para el número de días a la emergencia.	53
14.	Análisis de varianza para el número de días al macollamiento.	54
15.	Análisis de varianza para el número de días al espigamiento.	55
16.	Análisis de varianza para números de macollos que espigan.	55
17.	Análisis de varianza para el número de días a la madurez fisiológica.	56
18.	Análisis de varianza para la altura de la planta.	56
19.	Análisis de varianza para número de días a la cosecha.	57
20.	Incidencia de enfermedades en tres variedades de cebada en Tunshi, 2009.	58

21.	Análisis de varianza para el número de granos por espiga de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	58
22.	Prueba de Tukey al 5% para el número de granos por espiga de tres. variedades de cebada en Tunshi.	58
23.	Análisis de varianza para el número de granos por planta de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	60
24.	Análisis de varianza para el peso del grano (g) por planta de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	60
25.	Análisis de varianza para el peso (g) de mil semillas de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	61
26.	Prueba de Tukey al 5% para el peso (g) de mil semillas de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	62
27.	Análisis de varianza para el peso hectolítrico (Kg/Hl) de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	63
28.	Prueba de Tukey al 5% para el peso hectolítrico (Kg/Hl) de tres. variedades de cebada en Tunshi, 2009.	63
29.	Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha) de tres variedades. de cebada en Tunshi, 2009.	64
30.	Prueba de Tukey al 5% para el rendimiento (kg/ha) de tres variedades. de cebada en Tunshi, 2009.	65
31.	Relación costo / beneficio de las variedades de cebada en Tunshi, 2009.	66
32.	Contenidos de minerales de las tres variedades de cebada.	69

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1.	Escala modificada de Cobb: A, porcentaje real ocupado por uredinios de la roya; B, grados de severidad de la roya de acuerdo con la escala modificada de Cobb, según Peterson et al. (1948).	48
2.	Escala diagramática modificada de Cobb de severidad para la evaluación de royas de cereales.	49
3.	Número de días a la emergencia.	54
4.	Número de granos por espiga de tres variedades de cebada, en Tunshi, 2009.	59
5.	Peso de mil semillas (g) de tres variedades de cebada en Tunshi, 2009.	62
6.	Peso hectolítrico (kg/hl) de tres variedades de cebada en Tunshi, 2009).	64
7.	Rendimiento (kg/ha) de tres variedades de cebada en Tunshi, 2009.	66
8.	Curva del beneficio neto (USD) para las tres variedades de cebada.	67
9.	Curva de la relación costo/beneficio (USD) para las tres variedades de cebada.	67
10.	Contenido nutricional de las tres variedades de cebada.	69
11.	Contenido de minerales de las tres variedades de cebada.	70
12.	Contenido de fósforo de las tres variedades de cebada.	70



## LISTA DE ANEXOS

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>
1.	Distribución de los tratamientos en el campo experimental.
2.	Trazado de las parcelas experimentales.
3.	Siembra de los diferentes tratamientos.
4.	Riego de las parcelas experimentales.
5.	Roya amarilla ( <i>Puccinia striiformis Westendorp</i> ).
6.	Roya de la hoja ( <i>Puccinia hordei Otth.</i> ).
7.	<i>Ustilago nuda</i> presente en la variedad INIAP Pacha 2003.
8.	Número de días a la emergencia.
9.	Número de días al macollamiento.
10.	Número de días al espigamiento.
11.	Número de macollos que espigan.
12.	Número de días a la madurez fisiológica.
13.	Número de días a la cosecha.
14.	Número de granos por espiga.
15.	Número de granos por planta.
16.	Peso (g) del grano por planta.
17.	Peso (g) de mil semillas.
18.	Peso hectolítrico (Kg/Hl).
19.	Rendimiento (kg/ha).
20.	Precipitación y temperatura correspondientes al año 2009.
21.	Gráfica de la precipitación y temperatura correspondientes al año 2009.
22.	Costos de producción para una hectárea de cebada mecanizada.
23.	Costos de producción para una hectárea de cebada semimecanizada.
24.	Costos de producción para una hectárea de cebada de la variedad INIAP Cañicapa 2003.

25. Costos de producción para una hectárea de cebada de la variedad INIAP Pacha 2003.
26. Costos de producción para una hectárea de cebada de la variedad Rita.
27. Análisis proximal, Ca, Fe y P de la variedad INIAP Pacha 2003.
28. Análisis proximal, Ca, Fe y P de la variedad INIAP Cañicapa 2003.
29. Análisis proximal, Ca, Fe y P de la variedad Rita.

# **I. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES MEJORADAS Y UNA TRADICIONAL DE CEBADA (*Hordeum vulgare L.*) EN TUNSHI, PARROQUIA LICTO, CANTON RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.**

## **II. INTRODUCCIÓN**

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) es uno de los cultivos de más amplia difusión en el mundo, dentro de los cereales ocupa el cuarto lugar después del trigo, maíz y arroz (Méndez, 2004). En el Ecuador la superficie cultivada es de 48874 ha, distribuidas en toda la sierra ecuatoriana; Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Bolívar e Imbabura son las provincias con mayor producción, seguidas por Cañar, Carchi y Loja (INEC, 2002).

En el Ecuador este cultivo es de una importancia social y económica enorme, debido a que involucra a una gran cantidad de familias que viven en las zonas altas (Rivadeneira et al., 1994, Villacrés y Rivadeneira, s/f), en los cantones de: Chambo, Guano, Penipe y Riobamba, este cultivo ocupa el segundo lugar en importancia por superficie cultivada luego de la asociación maíz-fréjol. Por esta razón, es relevante probar material genético de reciente liberación como son las variedades mejoradas del Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la posibilidad de encontrar variedades de mayor productividad, dado que este cereal es utilizado para la alimentación humana y de los animales domésticos.

### **A. JUSTIFICACION.**

La cebada constituye un componente fundamental en la dieta alimenticia de los habitantes localizados en las partes altas de las provincias de la serranía ecuatoriana. Con base en esta realidad, resultan vitales los trabajos desarrollados por entidades como el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) que brindan su ayuda al productor a través de la obtención de nuevo germoplasma caracterizado, principalmente por su elevado rendimiento y resistencia a las enfermedades. De esta forma se pretende compensar las bajas producciones de los materiales tradicionales.

Las variedades nuevas necesitan atravesar por procesos de validación en los sitios donde se las requiere y bajo las condiciones climáticas y edáficas específicas de esas zonas, para llegar finalmente a determinar las variedades mejor adaptadas con cualidades acordes a las necesidades del agricultor.

De esto se deriva la necesidad de establecer ensayos en áreas con potencialidades de producción como lo es la hacienda Tunshi y así recopilar experiencias valiosas sobre los rendimientos que puede alcanzar una variedad para este sitio en particular, lo que permitirá en un futuro consolidar a este cereal como una fuente nutricional de fácil acceso que luche contra la desnutrición, una realidad que afecta a un elevado porcentaje de la población rural.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo general**

Evaluar el rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional de cebada (*Hordeum vulgare L*) en Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

### **2. Objetivos específicos**

- a.** Estudiar el comportamiento de las tres variedades de cebada a las condiciones agroecológicas de la hacienda Tunshi.
- b.** Determinar el valor nutricional de las tres variedades de cebada.
- c.** Establecer los mejores tratamientos en función del análisis económico.

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

#### **A. ORIGEN**

##### **1. Origen y distribución**

La cebada se domesticó hace aproximadamente diez mil años. Durante el proceso se fueron seleccionando las plantas con raquis más resistente, para disminuir las pérdidas por desgrane.

La zona de origen más probable de la cebada es la misma que la del trigo, es decir, la comprendida entre los ríos Tigris y Eufrates, donde se extendió hasta Marruecos, China, Nepal e India.

La primera cebada que se cultivó fue la de dos carreras (que son como se denomina a las hileras de grano que presenta la espiga). Es posible que este tipo proceda de una especie similar a la actual *Hordeum vulgare*, subespecie *spontaneum*. La cebada de cuatro y seis carreras ha sido sin embargo, el resultado de mutaciones ocurridas en la naturaleza. La mayor diversidad de tipos y formas de cebadas cultivadas se encuentra en el suroeste de Asia, pero es en Europa donde se ha producido la mayor extensión del cultivo (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

Según INFOAGRO (2004), este cultivo se conoce desde tiempos remotos y se supone que procede de dos centros de origen situados en el Sudeste de Asia y África septentrional. Se cree que fue una de las primeras plantas domesticadas al comienzo de la agricultura, y que en excavaciones arqueológicas realizadas en el valle del Nilo se descubrieron restos de cebada, en torno a los 15.000 años de antigüedad, además los descubrimientos también indican el uso muy temprano del grano de cebada molido.

Fue el más antiguo de los cereales que el hombre cultivó. La cebada es originaria de Asia. Se cultivó en la China 2.800 a. C y se utilizaba como alimento de hombres y bestias. Con iguales fines se cultivó en Egipto. Su gran adaptabilidad a diferentes terrenos ha permitido su introducción a regiones como las del Círculo Astral, algunas partes tropicales como la India, altas montañas de Etiopía y Oasis del Sahara, el bajo Delta del Nilo y suelos australianos de gran alcalinidad (FENALCE, 2007).

## B. DESCRIPCIÓN BOTANICA

### 1. Clasificación taxonómica

<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Liliopsida
<b>Orden:</b>	Poales
<b>Familia:</b>	Poaceae
<b>Subfamilia:</b>	Pooideae
<b>Tribu:</b>	Triticeae
<b>Género:</b>	Hordeum
<b>Especie:</b>	vulgare
<b>Nombre binomial:</b>	<i>Hordeum vulgare</i> L. (WIKIPEDIA, 2009).

### 2. Descripción botánica

#### a. Sistema radicular

El sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo y que las raíces apenas alcanzan 1,20 m. de profundidad (INFOAGRO, 2004).

La cebada produce raíces primarias y secundarias análogas a las del trigo. Las secundarias se desarrollan en los primeros 20 cm, sobre todo, aunque esta profundidad varía según la fertilidad y la humedad del suelo, pudiendo alcanzar un metro (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

#### b. Hojas

La disposición de las hojas de la cebada es alterna. En la base de la lámina foliar se encuentra la lígula, y a ambos lados de esta hay dos apéndices denominados estípulas. En la cebada son más grandes que en el trigo y llegan casi a abrazar totalmente el tallo. La última hoja denominada hoja bandera, se caracteriza por tener el limbo corto y la vaina

más largas que las otras (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

### **c. Tallos**

Se caracteriza por ser una estructura cilíndrica con nudos macizos y entrenudos huecos; los entrenudos basales son más cortos.

Los nudos son gruesos por el desarrollo del tejido basal de las hojas que se insertan en él; en cada nudo hay una yema que puede dar lugar a una vaina. En cada entrenudo existe un tejido meristemático, dividido en dos partes; la inferior, denominada zona de raíces, posee yemas adventicias que al desarrollarse producen raíces del mismo tipo, y la superior, que es la que determina el crecimiento longitudinal.

En la base del tallo se encuentra el sistema radical, y de sus yemas se desarrollan otros tallos que botánicamente son secundarios y que en este caso se denominan macollos; su número depende de la variedad. Cada macollo normalmente produce una espiga, pero el macollamiento depende de las condiciones ambientales y de las prácticas culturales (ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA, 1998).

Al igual que las restantes gramíneas, la cebada tiene la capacidad de emitir tallos a partir de los nudos situados en la base de la planta. Este fenómeno conocido como ahijamiento o amacollamiento, resulta tanto más pronunciado cuanto más favorables sean las condiciones de cultivo. Depende además de la variedad, de la densidad de siembra y de factores climáticos.

Normalmente el número de nudos por tallo varía entre seis y nueve, a partir de cada uno de ellos se desarrolla primero una hoja y luego un tallo completo, que produce una espiga en la parte terminal (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

INFOAGRO (2004), afirma que el tallo es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 cm. a un metro.

#### **d. Inflorescencias**

Las flores de la cebada se agrupan para formar una espiga, esta tiene un eje central o raquis formado por una sucesión de nudos, a partir de cada uno de los cuales se desarrollan tres espiguillas. En la cebada cervecera o de dos carreras las espiguillas laterales son estériles, mientras que en la cebada común todas las flores son fértiles. La cebada de cuatro carreras, la menos cultivada, es la consecuencia del aborto de la espiguilla central.

La cebada es una especie autógama (la mayoría de las flores se fecundan con su propio polen) y la polinización se produce cuando las espigas están aún cubiertas por la hoja bandera (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

#### **e. Granos**

Están formados por el fruto con su semilla, que con el pericarpio, la lema y la palea forman la cascara del fruto, que es seco, indehiscente, con una sola semilla y que es una carióspside.

La semilla posee dos partes, el embrión y el endospermo, que tiene dos capas: una harinosa y otra proteínica (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

INFOAGRO (2004), señala que el fruto es un carióspside, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.

### **3. Morfología y crecimiento**

#### **a. Germinación**

Cuando la semilla absorbe la humedad la raíz primaria (radícula) emerge. La radícula crece hacia abajo proporcionando anclaje y absorbiendo agua y nutrientes, y eventualmente desarrolla ramas laterales. Las otras raíces formadas a nivel de la semilla constituyen el sistema radicular seminal. Estas raíces se ramifican y permanecen activas durante la etapa de crecimiento.

Después de que la radícula surja de la semilla, nace el tallo principal de la planta. Este está recubierto por el coleoptilo para protegerlo mientras atraviesa el suelo. Debido a esto la



profundidad de sembrado no debe exceder la longitud máxima que puede crecer el coleoptilo, generalmente no más de 7,6 cm (PLANTPROTECTION, 2006)

### **b. Crecimiento de la plántula**

Una vez nacida la planta el coleoptilo deja de crecer y aparecen las primeras hojas verdaderas. Las hojas aparecen aproximadamente cada tres a cinco días dependiendo de la variedad y de las condiciones. En el tallo principal generalmente se forman ocho o nueve hojas. Las variedades de maduración tardía generalmente forman más hojas.

El nacimiento de la hoja final (llamada hoja bandera) es un estado de crecimiento importante a tener en cuenta a la hora de aplicar ciertos reguladores del crecimiento (PLANTPROTECTION, 2006).

### **c. Macollamiento**

Cuando la plántula tiene alrededor de tres hojas, emergen generalmente los macollos. La capacidad de las plantas de cebada para formar macollos es un método importante para adaptarse a condiciones ambientales cambiantes.

Cuando las condiciones ambientales son favorables o si la densidad de plantas es reducida, aumenta el número de macollos formados por planta. Cuando se siembra en profundidad o con alta densidad de semillas generalmente disminuye el número de macollos por planta. Cuando las temperaturas son bajas en las primeras etapas, cuando la densidad de población es baja o cuando el nivel de nitrógeno en el suelo es alto, se forman más cantidad de macollos por planta.

Algunos macollos generan raíces contribuyendo al sistema radicular nodal. Aproximadamente cuatro semanas después del nacimiento del cultivo, algunos de los macollos formados previamente llegan a morir sin formar una espiga. La extensión en la que la muerte prematura de los macollos ocurre, depende de las condiciones ambientales y la variedad.

Bajo condiciones de crecimiento de estrés, las plantas responden produciendo menor cantidad de macollos o desarrollando una muerte más prematura de los mismos (PLANTPROTECTION, 2006).

#### **d. Alargamiento del tallo**

Mientras el ápice o punto de crecimiento de la planta se encuentra por debajo de la superficie del suelo se encuentra protegido del frío, del granizo o de otros daños mecánicos.

Entre tres y cuatro semanas después del nacimiento de la planta, los entrenudos superiores del tallo comienzan a alargarse, desplazando el punto de crecimiento sobre la superficie del suelo. La espiga también empieza a crecer rápidamente aunque todavía son demasiado pequeñas para detectar las vainas que las envuelven. Durante el estado de "bota" (la última hoja generalmente contiene la espiga dentro de la vaina, la cual se hincha y se denomina "bota"), la cabeza llega a ser prominente en la vaina de la hoja bandera (PLANTPROTECTION, 2006).

#### **e. Embuchamiento**

Es cuando la espiga es evidente en la hoja superior llamada hoja bandera (PLANTPROTECTION, 2006).

#### **f. Emisión de la espiga**

Es cuando la espiga emerge de la vaina (PLANTPROTECTION, 2006).

#### **g. Floración y fecundación**

La floración o anthesis generalmente se produce en la espiga recién formada.

La floración generalmente comienza en las espiguillas entorno a la mitad de las espigas y se extiende hacia arriba y hacia abajo tardando entre 1 y 2 o incluso 4 días en completarse. La fila central de la espiguilla madura primero. Las espigas de diferentes cañas pueden madurar a diferentes tiempos.

La polinización generalmente se produce tres o cuatro días después de la formación de la espiga, pero algunas veces también ocurre mientras la espiga está en la vaina.

Las aristas son extensiones apicales de las lemas. Normalmente son rectas, pero varían en robustez y longitud. También se conocen variedades sin arista (PLANTPROTECTION, 2006).

## **h. Desarrollo del grano y maduración**

Una vez que la formación del polen y la emergencia de la espiga se han producido, los granos comienzan a desarrollarse. La longitud del grano de cebada se establece primero seguida de su anchura. Esto explica por qué la cebada desarrollada bajo condiciones de estrés es generalmente tan larga como el grano normal pero más estrecho y de menor peso.

Los primeros periodos de desarrollo del grano, denominado estado acuoso y estado lechoso, duran entorno a diez días. Aunque los granos no aumentan mucho en peso durante esta fase, esta es extremadamente importante porque determina el número de células que posteriormente se utilizaran para almacenar almidón. Cuando los granos de esta etapa son aplastados producen una sustancia acuosa que se vuelve lechosa en etapas posteriores. Los granos que están almacenando almidón y creciendo rápidamente se caracterizan por una consistencia blanca semisólida llamada "masa blanda". Este período generalmente se desarrolla durante unos diez días después del estado lechoso. Finalmente, mientras el grano se aproxima a la madurez y comienza a perder agua rápidamente, su consistencia se hace más sólida denominada "masa dura". En esta etapa el grano pierde también su color verde (PLANTPROTECTION, 2006).

## **i. Indicador de la madurez fisiológica de la cebada.**

Se ha perdido todo el color verde de las glumas y del pedúnculo. Cuando la humedad del grano ha disminuido hasta un treinta o un cuarenta por ciento, el grano ya ha alcanzado la madurez fisiológica y no acumulará más materia seca adicional. El rendimiento potencial final se establece en este momento. Un indicador de la madurez fisiológica en el campo, fácilmente identificable es la pérdida de 100% del color verde de las glumas y el pedúnculo. Aunque la humedad contenida en el grano es demasiado alta, se puede segar y aventar. Cuando la humedad del grano ha disminuido al 13 o 14% el grano de cebada está listo para el trillado (PLANTPROTECTION, 2006).

## **C. VARIEDADES**

### **1. INIAP-Cañicapa 2003**

Es una nueva variedad de cebada de dos hileras (Cuadros 1 y 2) proveniente de la cruzada INIAP-SHYRI 89/3/GAL/PI6384//ESC-II-72-607-1E-1E-1E-5E, de acuerdo al historial de

selección E97-9053-3E-0EC-1E-0E-0E-0E-0E. Puede ser cultivada en zonas del austro que tienen una altura de 2400 a 3200 msnm y una pluviosidad de 500 a 700 mm durante el ciclo de cultivo. Su mayor atributo es el alto contenido de proteína (Cuadro 3), así como también buen rendimiento del grano; razón por la cual, esta variedad contribuirá a mejorar la dieta de los campesinos de las zonas altas de la sierra ecuatoriana (INIAP, 2003).

## **2. INIAP-Pacha 2003**

Es una nueva variedad de cebada proveniente de la cruce INIAP –SHYRI 89/GRIT, de acuerdo al historial de selección E-II-93-8891-2E-4E-1E-5E-4E-0E-0E-0E-0E-0E, que puede ser cultivada en zonas del austro que tienen una altura de 2400 a 3200 msnm y una precipitación mínima de 500 mm durante el ciclo vegetativo (Cuadros 1 y 2). Por la calidad del grano (Cuadro 3) y su alto rendimiento se la puede utilizar en la industria tanto para la alimentación humana como animal (INIAP, 2003).

**CUADRO 1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS VARIEDADES INIAP-CAÑICAPA 2003 E INIAP-PACHA 2003.**

<b>Características</b>	<b>INIAP-Cañicapa 2003</b>	<b>INIAP-Pacha 2003</b>
Número de hileras	2	2
Número de granos por espiga	30	30
Tipo de espiga	Barbada	Barbada
Tipo de grano	Cubierto	Cubierto
Densidad de espiga	Compacta	Compacta
Forma del grano	Oblongo	Oblongo
Color de la espiga	Amarillo claro	Amarillo claro
Color de aleurona	Blanco	Blanco
Número de macollos	8 - 10	10 – 12
Tipo de tallo	Tolerante al vuelco	Tolerante al vuelco
Tamaño de espiga	12 cm	11 cm
Peso de 1000 granos	62 g	63 g

FUENTE: INIAP, (2003).

**CUADRO 2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LAS VARIEDADES  
INIAP-CAÑICAPA 2003 E INIAP-PACHA 2003.**

<b>Características</b>	<b>INIAP-Cañicapa 2003</b>	<b>INIAP-Pacha 2003</b>
Altura de planta	110 – 130 cm	100 – 110 cm
Días al espigamiento	85 – 90	80 – 85
Ciclo del cultivo (días)	170 – 180	150 – 160
Adaptación (msnm)	2400 a 3200	2400 a 3200
Rendimiento	3000 – 5000 Kg/ha	5000 Kg/ha
Susceptibilidad a stress hídrico	Tolerante	Tolerante
<b>Reacción a enfermedades</b>		
Roya amarilla	Resistente	Resistente
Roya de la hoja	Resistente	Resistente
Escaldadura	Resistente	Resistente
Fusarium	Resistente	Resistente
Carbón desnudo	Resistente	Resistente

FUENTE: INIAP, (2003).

**CUADRO 3. CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD (14% DE HUMEDAD) DE LAS  
VARIEDADES INIAP-CAÑICAPA 2003 E INIAP-PACHA 2003.**

<b>CARACTERÍSTICA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>INIAP CAÑICAPA 2003</b>	<b>INIAP PACHA 2003</b>
<b>Proteína</b>	%	13,99	9,60
<b>Fibra</b>	%	5,65	5,75
<b>Ceniza</b>	%	2,36	2,05

FUENTE: INIAP, (2003).

## **E. EXIGENCIAS DEL CULTIVO**

### **1. Zonificación**

#### **a. Región**

En el Ecuador la cebada es cultivada en la región Interandina. Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Bolívar e Imbabura son las provincias con mayor producción, seguidas por Cañar, Carchi y Loja (INIAP, 2008).

#### **b. Clima**

Las exigencias en cuanto al clima son muy pocas, por lo que su cultivo se encuentra muy extendido, aunque crece mejor en los climas frescos y moderadamente secos. La cebada requiere menos unidades de calor para alcanzar la madurez fisiológica, por ello alcanza altas latitudes y altitudes (INFOAGRO, 2004).

La mayor parte de la cebada cultivada, se desarrolla sobre zonas de clima templado, pero también tolera el calor incluso unido a bajos niveles de humedad relativa (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

#### **1) Temperatura**

Para germinar necesita una temperatura mínima de 6°C. Florece a los 16°C y madura a los 20°C. Tolerancia muy bien las bajas temperaturas, ya que puede llegar a soportar hasta -10°C (INFOAGRO, 2004).

La temperatura óptima de crecimiento es de, 15 °C en el periodo vegetativo y 17-18°C en espigado (AGROSISTEMAS, 2003).

SAMCONET (2005), menciona que la cebada necesita temperaturas de 15-18 °C en la germinación, 15°C en el macollamiento y 15-22 °C en el encañado, espigado, fecundación y llenado del grano.

#### **2) Precipitación**

La cebada requiere 400 a 600 mm de precipitación durante el ciclo de cultivo (INIAP, 2008).

### 3) **Altitud**

La cebada crece en altitudes de 2400 a 3300. msnm (INIAP, 2008).

### 2. **Requerimientos edáficos**

Prefiere suelos con una textura franco arenosa, profundos, con buen drenaje y con un pH de 6,5 y 7,5 (INIAP, 2008).

AGROSISTEMAS (2003), argumenta que los suelos idóneos para el cultivo de la cebada, comprenden aquellos con una textura franca o algo arcillosa, con un buen drenaje. El encharcamiento es completamente perjudicial. Excesos de nitrógeno inducen al encamado. En suelos arenosos el crecimiento no es uniforme, al ser frecuentes las oscilaciones en los niveles de humedad del suelo.

Son desfavorables los suelos arcillosos y mal drenados, pero con un buen laboreo y drenaje son capaces de generar altas producciones. Es el cereal mas tolerante a suelos básicos y menos tolerante a la acidez, su rendimiento es afectado cuando la conductividad eléctrica es mayor de 8 mmhos/cm. El pH ideal del suelo es de 6 a 8,5 aunque tolera más.

### 3. **Requerimientos nutricionales**

INIAP (2008), expresa que la fertilización “económica” recomendada es de 70 - 70 - 30 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente, que se cubre con 150 kg/ha de 18-46-00 y 50 kg/ha de Muriato de potasio, aplicados a la siembra, más 50 kg/ha de urea al macollamiento de las plantas (35 a 40 días después de la siembra).

El cultivo de la cebada es capaz de extraer por cada 100 kg de grano producido, aproximadamente 2,5 kg de nitrógeno, 1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 2 kg K<sub>2</sub>O. Como en la mayoría de los vegetales, el elemento más importante para incrementar los rendimientos es el nitrógeno (ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001).

## **F. MANEJO TECNICO DEL CULTIVO**

### **1. Preparación del terreno**

Para la preparación del suelo se debe tener en cuenta el inicio de la época lluviosa en la zona, para lo cual, se debe arar por lo menos con dos meses de anticipación, para que la maleza se pudra e incorpore al suelo. Además del arado, es necesario realizar una rastrada y cruza.

Es mejor, antes de la siembra, pasar una rastra de clavos con la finalidad de que la tierra este suelta y libre de terrones grandes (INIAP, 2003).

Si la preparación es con yunta, arar y cruzar hasta que el suelo quede mullido. Si es con tractor, arar y pasar grada cruzada buscando dejar el suelo mullido. Se recomienda pasar un tablón o niveladora para que el suelo quede emparejado y se facilite una buena distribución de los fertilizantes, semillas y el agua (SAMCONET, 2005).

### **2. Siembra**

#### **a. Época**

La época de siembra depende del periodo de lluvias en cada zona; se debe contar con la suficiente humedad a la siembra para permitir una buena germinación de la semilla y tiempo seco a la cosecha (INIAP, 2003).

#### **b. Semilla**

Se recomienda utilizar semilla de calidad, para asegurar una buena cantidad de plantas de cebada. Una característica de la semilla de calidad es la de no estar mezclada con otras variedades ni malezas.

Para prevenir el ataque de carbón y otros hongos, la semilla debe ser desinfectada con Vitavax 300, en la dosis de 1 gramo por kilogramo de semilla; esta desinfección se la realizará por lo menos con una semana de anticipación a la siembra (INIAP, 2003).



### **c. Densidad de siembra**

#### **1) A maquina**

110 kg de semilla por hectárea (INIAP, 2008).

#### **2) Manual**

130 kg de semilla por hectárea (INIAP, 2008).

### **d. Profundidad**

Se recomienda en general una profundidad de siembra de 2,5 cm. Sin embargo, si la capa superficial ha perdido humedad se puede sembrar a 5 cm de profundidad (SAMCONET, 2005).

## **3. Fertilización**

La fertilización “económica” recomendada es de 70 - 70 - 30 kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente, que se cubre con 150 kg/ha de 18-46-00 y 50 kg/ha de Muriato de potasio, aplicados a la siembra, más 50 kg/ha de urea al macollamiento de las plantas (35 a 40 días después de la siembra)

A la siembra se puede utilizar un quintal de abono completo 10 - 30 - 10 por cada saco de semilla (INIAP, 2008).

A los 45 días de la siembra se debe incorporar Urea, en la cantidad de un saco por hectárea.

En caso de que se disponga estiércol descompuesto (abono orgánico), usar en la mayor cantidad posible en lugar de fertilizante químico a razón de 40 a 60 sacos por hectárea aplicados al momento de la arada. Y si la siembra sigue a continuación del cultivo de papa, aplicar solo urea a los 45 días después de la siembra (INIAP, 2003).

## **4. Labores culturales**

### **a. Riego**

La cebada tiene un coeficiente de transpiración superior al 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, por lo que es menos frecuente

que en el trigo el riesgo de estrés hídrico. De ahí que se diga que la cebada es más resistente a la sequía que el trigo, y de hecho así es, a pesar de tener un coeficiente de transpiración más elevado. En el riego de la cebada hay que tener en cuenta que éste favorece el encamado, a lo que la cebada es tan propensa. El riego debe hacerse en la época del encañado, pues una vez espigada se producen daños, a la par que favorece la propagación de la roya (INFOAGRO, 2004).

## **b. Control de malezas**

### **1) Manual**

Se lo realiza arrancando las malezas más grandes, teniendo la precaución de no maltratar al cultivo (INIAP, 2003).

Siempre que los campos sean pequeños y se disponga de mano de obra se puede deshierbar a mano. Este trabajo debe hacerse cuando las plantas están macollando, cuidando de no malograr las raíces del cultivo (SAMCONET. 2005).

### **2) Químico**

Si el lote presenta gran cantidad de malezas, se recomienda la aplicación de glifosato 15 a 30 días antes de la preparación del suelo.

En postemergencia, aplicando el herbicida Ally (metsulfuron methyl) o 2, 4-D (amina o éster) en la dosis recomendada por el fabricante a los 45 días después de la siembra en pleno macollamiento del cultivo. Esto permitirá controlar malezas de hoja ancha como rábano, lengua de vaca, llantén, nabo. En este caso aplicar la urea después del herbicida (INIAP, 2008).

## G. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

### 1. Plagas

#### a. Pulgón del tallo (*Rhopalosiphum padi*) y pulgón del grano (*Sitobion avenae*)

##### 1) Hospedadores

*Prunus padus* (cerezo aliso), zarzamora, frambuesa, (para *Sitobion avenae*) son los hospedadores primarios, y los cereales especialmente la cebada, el maíz, la avena y el trigo son hospedadores secundarios (PLANTPROTECTION, 2006).

##### 2) Distribución e importancia:

Los áfidos pueden causar daños a la cebada de primavera de dos maneras, por la transmisión del BYDV a las plantas jóvenes de cebada al principio de la estación y a través de las pérdidas por daños directos (como alimento), las infestaciones fuertes pueden provocar una reducción del número de granos por espiga y por tanto una sensible reducción del rendimiento.

*Rhopalosiphum padi*, el pulgón del tallo, generalmente se encuentra en las hojas más bajas, pero si su número aumenta puede extenderse por toda la planta. Este pulgón es un importante vector del BYDV, y aunque principalmente afecta a los cereales sembrados en invierno, algunos pueden perdurar después de inviernos templados y pasar a la cebada de primavera extendiendo el BYDV.

*Sitobion avenae*, el pulgón del grano, vive todo el año en torno a los cereales y hierbas con poblaciones que llegan a ser importantes durante junio, momento en que son la especie más frecuente que infecta las espigas de los cultivos en floración. el pulgón del grano es la causa más común de los daños directos a los cultivos de cebada de primavera (PLANTPROTECTION, 2006).

##### 3) Síntomas

Si las condiciones son favorables en primavera y a principio de verano, las poblaciones de áfidos pueden aumentar rápidamente y causar daños directos a las plantas, los síntomas de los daños directos son enanismo de las plantas, color pálido y punteado rojizo o púrpura de

las hojas, que a menudo se marchitan. Sólo un gran número de pulgones puede causar estos síntomas, y en esta etapa la población será suficientemente grande para ser vista fácilmente en la planta. Otro síntoma es la presencia de melaza viscosa, que puede servir de sustrato para el desarrollo de hongos (PLANTPROTECTION, 2006).

#### 4) Descripción de la plaga

Pulgón del tallo *Rhopalosiphum padi*: el adulto áptero es globoso, marrón verdoso y de 1-2 cm de longitud, con marcas negras sobre el abdomen, con sifúnculos cortos achaparrados, los adultos son de un color negro.

*Sitobion avenae*: el áptero tiene una longitud entre 2,4 y 2,8 mm y tiene antenas largas y negras. El pulgón del grano tiene ojos rojos; tiene un color de verde a marrón rojizo con sifúnculos negros y una larga cauda verde pálida o amarilla. Los adultos alados tienen la cabeza y el tórax marrón rojizo, el abdomen es rojo o verde y a veces con cinco o seis manchas laterales oscuras (PLANTPROTECTION, 2006).

#### 5) Control

Para el control de *Rhopalosiphum padi* y *Sitobion avenae*, se recomienda aplicar insecticidas con las materias activas descritas a continuación en el Cuadro 4:

**CUADRO 4. MATERIAS ACTIVAS PARA EL CONTROL DE *Rhopalosiphum padi* y *Sitobion avenae*.**

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	DOSIS
Perfekthion	Dimetoato	0.6 - 1.2 l/ha
Lorsban 4 E	Clorpirifos	250 cm <sup>3</sup> - 500 cm <sup>3</sup> / 200 l de agua
Thiodan CE	Endosulfan	.0 a 1.5 l / ha
Malathion PM	Malathion	3 - 4 kg/ha
Kañon plus	Clorpirifos + Cipermetrina	120 ml en 200 l de agua.

FUENTE: Vademécum Agrícola, (2008).

## **b. Gusano de alambre (*Agriotes lineatus*)**

### **1) Síntomas y daños**

*Agriotes lineatus* provoca daños al ingresar al interior de la semilla y alimentarse de su contenido, observándose pequeños hoyos que indican su presencia (AGROSISTEMAS, 2003).

### **2) Control**

Se recomienda desinfectar la semilla. El no laboreo aumenta riesgo (AGROSISTEMAS, 2003).

## **c. Nematodos (*Heterodera avenae*)**

Los nematodos también perjudican los cultivos de la cebada, sobre todo en años de otoños poco lluviosos. Los síntomas del ataque de nematodos se presentan en zonas concretas de las parcelas infectadas formando rodales en los que las plantas se desarrollan con mucha dificultad, enanizándose y amarilleando. Si es que no mueren en esta fase, ahíjan muy poco y producen espigas pequeñas y deformadas (OEIDRUS ZACATECAS, 2007).

### **1) Control**

Evitar sembrar cereales durante varios años, pues la desinfección del suelo es muy costosa (OEIDRUS ZACATECAS, 2007).

## **2. Enfermedades**

### **a. Roya Amarilla (*Puccinia striiformis Westendorp f. sp. hordei*)**

La roya amarilla es la enfermedad más peligrosa que ataca al cultivo de cebada, variedades susceptibles, dependiendo del ataque de esta enfermedad, pueden perder hasta el 90% de su capacidad de rendimiento (VACA, 2007).

### **1) Morfología**

VACA (2007) citando a ELLIS (1997), menciona que el hongo presenta Uredinias colocadas en líneas largas, de más de 8 cm, en áreas amarillentas, más comúnmente en la superficie superior de las hojas, de 25 – 30 x 14 – 26 esporas, paredes incoloras,

estrechamente equinaladas, con contenido de color amarillo o naranja, poros de 8 a 10. Telia de café oscura a negra, formada en largas líneas delgadas en las hojas, tallos e inflorescencias, permaneciendo mucho tiempo cubierta por la epidermis; parafisos numerosos, color café, con pared gruesa, curvada, rodeando pequeños grupos de esporas; esporas de 30 – 70 x 11 – 24, color café chocolate, con pedicelos muy cortos. Común en los géneros *Agropyron*, *Brachypodium*, *Bromus*, *Elymus*, *Hordeum*, *Secale*, *Triticum*. Muy común en trigo.

## 2) Ciclo biológico

STUBBS (1986) citado por VACA (2007), afirma que el hongo que causa la roya amarilla de la cebada es un parásito obligado, que es incapaz de completar su ciclo de vida en ausencia de una planta huésped. En la mayor parte donde las zonas son favorables, los hongos se reproducen casi exclusivamente en forma asexual por medio de urediosporas sobre el cultivo mismo

VACA (2007) citando a ROELFS (1992), menciona que las poblaciones de roya amarilla pueden existir, cambiar su virulencia y provocar epifitias sin la necesidad de un hospedante alterno.

## 3) Patogenia

VACA (2007) citando a FERNÁNDEZ (1979), menciona que la patogenia se da a través de:

- Penetración: por los estomas
- Infección: Por el micelio a través de los espacios intercelulares
- Incubación variable: Alrededor de los 15 días

## 4) Condiciones pre disponentes

VACA (2007) citando a ROELFS (1992), indica que es una roya muy influenciada por las condiciones de ambiente sobre todo por la temperatura (la temperatura óptima varía entre 10 °C y 15 °C) le son favorables las primaveras húmedas y frías y cualquier ascenso de temperatura (entre 20 y 25 °C) detiene su desarrollo.

## 5) Sintomatología

ORELLANA (1978) citado por VACA (2007), menciona que la enfermedad puede atacar cualquier parte aérea de la planta, forma abundantes uredosoros anaranjados de distribución lineal sobre ambas caras de la hoja. Se produce hipoplasia y después necrosis de los tejidos, que se presentan invadidos por un micelio que se extiende por el mesófilo de las hojas y de ahí el aparecimiento de estrías que frecuentemente forman el micelio del patógeno, antes de la manifestación de los órganos de reproducción (uredosporas).

El ataque principal y más perjudicial se manifiesta cuando este hongo ataca a la espiga; las envolturas florales y las aristas o “barbas”, pueden ser invadidas totalmente por el patógeno, dominando sobre todo, en las partes internas de las glumas y pudiendo alcanzar hasta el mismo ovario. En estos casos los granos quedan cubiertos por las fructificaciones uredospóricas del hongo y las espigas toman un color amarillo–oro. Los granos pueden ser parcial o totalmente destruidos, disminuyendo de este modo su rendimiento y produciendo granos deformes y pequeños.

## 6) Diseminación de la enfermedad

VACA (2007) citando a ORELLANA (1978); STUBBS (1986); ROELFS (1992); FERNÁNDEZ (1979), indica que cualquier persona, animal o implemento de la labranza que traslade el polvo amarillo a plantas sanas, está diseminando la enfermedad, sin embargo, los principales agentes son el viento y las lluvias, las mismas que pueden trasladar las esporas del hongo por cientos y aun miles de kilómetros.

## 7) Control

VACA (2007) citando a FERNÁNDEZ (1979), argumenta que el control químico mediante la aplicación de fungicidas ha demostrado ser eficaz, como se ha comprobado por diversos investigadores, sin embargo, el control de las diversas royas de los cereales con fungicida, nunca ha sido considerado práctico ya que el fungicida en la hoja perdura poco tiempo, comparado con el largo periodo de susceptibilidades del cultivo a la infección y que una o dos pulverizaciones, con fungicida reconocidos como eficaces, tienen sólo un control parcial.

Otra alternativa para el control de las royas de los cereales, es el empleo de variedades resistentes, por ser económica y ambientalmente favorables.

INIAP (2008) dice que en caso de presentarse roya amarilla (10% de la hoja con pústulas) realizar una aplicación de Propiconazole (Tilt), Cyproconazole (Alto) en dosis de 0,5 lt/ha o Triadimefon (Bayleton CE) en dosis de 0.5 - 1.0 l/ha.

## **b. Roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.)**

### **1) Descripción**

Los uredos son pequeños, redondos, amarillos o amarillo-amarronado. Las urediosporas son redondas o elípticas, ámbar oscuro, con un tamaño 20-23 x 17-22 micras.

Los telios son marrón oscuro, oblongos. Las teliosporas son unicelulares (80%) o bicelulares con un septum horizontal (tamaño 40-64 x 15-24 micras), color canela, sobre un tallo amarronado y corto (PLANTPROTECTION, 2006).

### **2) Distribución e importancia**

La roya parda de la cebada es probablemente más común que la roya amarilla. La roya parda está ampliamente distribuida por todo el mundo. Esta enfermedad raramente excede del 3% del área de la hoja, pero pueden producirse severas epidemias en cultivos individuales produciendo pérdidas del 30%. Como la roya parda es generalmente una enfermedad de temperaturas más elevadas que la roya amarilla, normalmente se produce más tarde en la estación y se encuentra frecuentemente en la hoja bandera de los cereales. Esto aumenta su importancia en las pérdidas de los cultivos (PLANTPROTECTION, 2006).

### **3) Síntomas**

Pequeñas pústulas marrón-anaranjado se presentan en todas las partes aéreas de las plantas. Se ven más frecuentemente en las hojas. Las pústulas individuales son largas, alrededor de 1 x 1-2 mm de diámetro. Un halo clorótico suele rodear frecuentemente las pústulas individuales. En los estadios tempranos de la enfermedad, las pústulas pueden ser bastante difíciles de detectar, pero conforme la enfermedad progresa las hojas pueden desarrollar una apariencia amarronada. Las pústulas están dispersas aleatoriamente sobre las hojas, no



en bandas o rayas. Hacia el final de la estación, se desarrollan los telios (PLANTPROTECTION, 2006).

#### **4) Ciclo infeccioso**

Una temperatura entre 15 y 22 °C, junto con una humedad relativa del 100%, es óptima para la esporulación y la germinación de las esporas. Los días secos con viento que disperse las esporas y las noches frías con rocío favorecen el desarrollo de la enfermedad. Hacia el final de la estación se forman los telios y otros estados de las esporas se han encontrado en diversas plantas. Esto no es significativo para el ciclo de vida de esta roya, pero puede actuar como fuente de nuevos ataques.

#### **5) Control**

El más efectivo y el único utilizado para el control de la roya parda es el empleo de variedades resistentes de cebada.

El control químico de la roya parda únicamente es necesario en variedades muy susceptibles de ser infectadas, los fungicidas deben ser aplicados tan pronto aparezca la enfermedad. En variedades menos susceptibles, los fungicidas deben ser aplicados si las condiciones ambientales son favorables al desarrollo de la enfermedad. Como la infección de la hoja bandera es bastante común, hay que tener un cuidado extra de protegerla frente a la enfermedad (PLANTPROTECTION, 2006).

INIAP (2008) afirma que en caso de presentarse roya de la hoja (10% de la hoja con pústulas) realizar una aplicación de propiconazole (Tilt), Cyproconazole (Alto) en dosis de 0,5 lt/ha o Triadimefon (Bayleton CE) en dosis de 0.5 - 1.0 l/ha.

### **c. Oídio de los cereales (*Blumeria graminis f. sp. hordei*)**

#### **1) Descripción**

Esta enfermedad es causada por el ascomicete, *Blumeria graminis f. sp. hordei*, hongo que produce conidios característicos con forma de tonel en cadena. El estado sexual forma cleistotecios redondos que llevan apéndices simples y flexibles. Hay entre 15 y 20 ascos por cleistotecio (PLANTPROTECTION, 2006).

## 2) Hospedadores

La cebada es el único hospedador de *Blumeria graminis f. sp. hordei*. Sin embargo oídios similares ocurren en otros pequeños cereales y muchas hierbas, estos hongos son cepas distintas de especies del grupo, *Blumeria graminis* (PLANTPROTECTION, 2006).

## 3) Distribución e importancia

El oídio es la enfermedad de hojas más extendida de los cereales en el mundo. El daño producido se debe a la reducción de la capacidad fotosintética cuando las superficies verdes se oscurecen y el hospedador es cubierto de humedad y sirve de alimento para el crecimiento del hongo. La reducción de la productividad del cultivo oscila el 20% o más. Los cereales afectados por el oídio producen pocas cañas y granos por cabeza, además los granos pueden estar vacíos. Si la "bandera" y la segunda hoja están afectadas, esta enfermedad produce importantes reducciones del cultivo (PLANTPROTECTION, 2006).

## 4) Síntomas

Esta enfermedad está entre las más fáciles de diagnosticar. Los síntomas se pueden encontrar en todas las partes aéreas de la cebada: hojas, tallos y espigas, pero las hojas son normalmente las más infectadas. Los primeros síntomas de la infección son manchas cloróticas en el tejido de la planta. Pústulas blancas del hongo se desarrollan pronto y rápidamente producen masas de esporas que dan el aspecto de polvillo. Conforme las pústulas del hongo se hacen viejas, suelen cambiar de color ligeramente y adquieren una tonalidad gris o marrón. Conforme progresa la estación se forman muchos cleistotecios oscuros y muy pequeños en el micelio. Las hojas más bajas son normalmente las infectadas más severamente porque alrededor de ellas la humedad es alta (PLANTPROTECTION, 2006).

## 5) Ciclo de infección

Los hongos pasan el invierno como cleistotecios, en climas suaves lo hacen como micelio y conidios. El inoculo primario son ascosporas o conidios difundidos por el aire o la lluvia. El hongo necesita una humedad alta pero no agua libre para la germinación de la espora y la posterior infección. El hongo penetra únicamente en las células epidérmicas, donde forma estructuras especializadas en la absorción de comida denominada haustorios. A

continuación se produce la esporulación sobre la superficie de la planta y los conidios resultantes se dispersan por el viento induciendo el ciclo secundario de la enfermedad. Un crecimiento exuberante favorece la enfermedad al producir una elevada humedad a través del "entoldado" de las plantas. Cuando el tiempo es cálido y húmedo, el desarrollo de la enfermedad es rápido. Este hongo es el único en el que la producción de esporas y la infección tienen lugar en ausencia de humedad libre. Las lluvias fuertes no son favorables para la producción de esporas y crecimiento del hongo sobre la superficie de las hojas (PLANTPROTECTION, 2006).

## **6) Control**

El control cultural del oídio incluye la erradicación de los cereales espontáneos, los cuales actúan como fuentes de inóculo y destrucción de rastrojos y escombros, los cuales pueden estar infestados con cleistotecios. Deben ser suministrados niveles óptimos de nutrientes esenciales, especialmente manganeso. Lo más efectivo es la utilización de variedades que sean resistentes al oídio.

El control químico es ampliamente utilizado. Si el oídio está empezando a desarrollarse sobre hojas jóvenes, Utilizar el siguiente fungicida Epoxiconazole (Sopral) en dosis de 1-2 lt/ha (PLANTPROTECTION, 2006).

### **d. Carbón desnudo (*Ustilago nuda*) y carbón negro o semidesnudo (*Ustilago nigra*)**

#### **1) Descripción**

Las esporas del carbón, o clamidosporas son unicelulares, amarillo-amarronadas, producidas individualmente, con un tamaño de 5,5 - 7,5 micras de diámetro (PLANTPROTECTION, 2006).

#### **2) Hospedadores**

Los hospedadores de *Ustilago nuda* son la cebada y el trigo. Los hospedadores de *Ustilago nigra* son la cebada y la avena (PLANTPROTECTION, 2006).

### 3) Distribución e importancia

El carbón desnudo de la cebada es conocido por presentarse donde quiera que crece la cebada. Los patógenos sobreviven como micelio latente junto con el embrión de la semilla de cebada. Una combinación entre variedades resistentes y tratamientos de las semillas con fungicidas con actividad contra el carbón desnudo ha reducido drásticamente la persistencia de esta enfermedad. El cultivo de espigas individuales afectadas crecidas de semillas contaminadas es prácticamente nulo. En cultivos crecidos de semillas no tratadas, las pérdidas pueden superar el 20% (PLANTPROTECTION, 2006).

### 4) Síntomas

El síntoma más reconocible del carbón desnudo se produce en el estado de nacimiento de la espiga. Las cabezas con tizón surgen un poco antes que las sanas y pueden ser también ligeramente más altas. Normalmente la espiga completa es sustituida por una masa de hollín negro y esporas de carbón. Inicialmente, las esporas pueden estar envueltas de una membrana delgada y translúcida, la cuál se rompe pronto y las esporas se liberan por el cultivo. En pocos días todas las esporas son liberadas y lo que queda de la espiga es el raquis. La valoración de la enfermedad es bastante simple, mediante la estimación del porcentaje de las espigas tiznadas en un cultivo.

El carbón semidesnudo (*Ustilago nigra*) destruye la parte floral y toda la cabeza. Las esporas de *Ustilago nigra* se transmiten en la cáscara que sirve de cubierta o en la semilla (PLANTPROTECTION, 2006).

### 5) Ciclo infectivo

El hongo *Ustilago nuda* pasa el invierno como micelio latente en el embrión de las semillas contaminadas. El micelio latente inicialmente crece intracelularmente infectando las plántulas. Una vez las semillas infectadas han germinado el hongo se desarrolla interna y sistémicamente, a veces puede llegar a alcanzar la cabeza de la flor. En las plantas maduras de cereal, las hifas del hongo crecen intercelularmente dentro de la planta, conservándose en el punto de crecimiento. En las plantas sanas las hojas, raíces y primordios de los ovarios en desarrollo de la espiga, así como la espiga emergen al tiempo

de la antesis. Sin embargo, conforme se desarrollan las espiguillas, cualquier semilla es sustituida por una masa de esporas del hongo. Las esporas son transportadas por el aire hacia flores de cereales sanos, donde germinan dando lugar a los basidios. Los basidios producen promicelios haploides los cuales se fusionan produciendo hifas dicarióticas, que crecen dentro del ovario. La transmisión a las semillas es del 100%. El micelio latente se establece en el embrión del grano en desarrollo. Unas condiciones ambientales con temperaturas cálidas y humedad durante la antesis parecen favorecer a la enfermedad.

El ciclo infectivo de *Ustilago nigra* es similar al de *Ustilago nuda* (PLANTPROTECTION, 2006).

## 6) Control

La legislación de enfermedades de plantas para la certificación de semillas de cereal ha jugado un importante papel en el control de esta importante enfermedad. La contaminación de las semillas de un cultivo con carbón desnudo o carbón desnudo negro no debe sobrepasar del 0,5%. Existen variedades de cebada resistentes a esta enfermedad. Esta resistencia puede estar basada en el fenómeno biológico simple del porcentaje de flores cerradas en una variedad. Las esporas solamente pueden infectar a través de las flores, si las flores no se exponen a la enfermedad, la planta escapará a la infección.

Los métodos de control químico están disponibles como tratamientos de semillas con productos sistémicos incluidos en su formulación Carboxin + Captan (Vitavax 300), en dosis de 1-2 g/kg de semilla. La sistematicidad es importante para alcanzar el micelio del interior del embrión. Los tratamientos de semillas son particularmente útiles para semillas o variedades con poca resistencia al carbón desnudo (PLANTPROTECTION, 2006).

### e. Tizón del nudo de la cebada (*Pyrenophora graminea*), anamorfa: (*Helminthosporium gramineum*)

#### 1) Descripción

El micelio del patógeno es hialino o amarillo claro. Los conidióforos se forman normalmente en grupos de 2 a 6, tienen 120 micras de longitud y 10-12 micras de anchura. Los conidios son rectos o ligeramente curvados, cilíndricos y afilados en las puntas. Los

conidios están septados entre 1 y 7 veces, sin constricciones en la septación, tienen entre 80-100 micras de largo y 12-20 micras de ancho (PLANTPROTECTION, 2006).

## **2) Hospedadores**

Todos los cultivares de cebada y especies silvestres del género *Hordeum* (PLANTPROTECTION, 2006).

## **3) Distribución e importancia**

El tizón de la cebada puede producir importantes pérdidas en la producción de este cereal, sin embargo no afecta a otros cereales. Esta enfermedad es peligrosa principalmente para la cebada de verano. Las pérdidas de los cultivos son directamente proporcionales al porcentaje de plantas infectadas. Un 1% de infección provoca un 0,7% de pérdidas directas del cultivo. Las plantas de cultivos vecinos pueden compensar el cultivo. En general las pérdidas del cultivo están en torno al 1-5%, únicamente en casos esporádicos y en condiciones ambientales óptimas y en la primera infección de semillas se producen pérdidas en el cultivo del 70% (PLANTPROTECTION, 2006).

## **4) Síntomas**

Las bandas amarillas longitudinales unidas por las venas aparecen en las hojas y se extienden desde la base de la hoja hasta la punta. Las bandas, eventualmente se vuelven amarilladas y las hojas infectadas caen y se deshilachan. Las hojas infectadas se agrietan a lo largo de las bandas y la cabeza no llega a llenarse. Las bandas del hongo son visibles en cultivos de cebada infectadas desde el estado de plántula hasta que sale la cabeza. Cuando emerge la cabeza, las plantas infectadas con hongo del rayado pueden morir. Las plántulas infectadas quedan enanas y la cabeza se enrolla, se estropea o no llega a nacer. Las plantas infectadas con este hongo se dispersan por todas partes a través de los cultivos por una difusión natural de las semillas.

Las semillas de plantas infectadas (si se ha formado la cabeza) son abortadas, más marrones y enanas. Las esporas fúngicas se dispersan en este estado (PLANTPROTECTION, 2006).

## 5) Ciclo de infección

El hongo se transmite por semilla y pasa el invierno sobre o en la semilla. Crece internamente dentro de la planta infectada. Las esporas se producen en las hojas infectadas y son diseminadas por el viento a las cabezas sanas del entorno.

Las semillas se infectan únicamente en el campo y son más susceptibles durante el desarrollo temprano de la cabeza de la semilla. La esporulación en el follaje de las plantas se ve favorecido por una humedad elevada. Cuando la temperatura del suelo se mantiene por debajo de 15 °C, la infección de las plántulas es mayor. El estado de teleomorfo no es importante para la epidemia (PLANTPROTECTION, 2006).

## 6) Control

Para prevenir el desarrollo de la enfermedad, es importante seguir las siguientes medidas: buena rotación de los cultivos, uso de cultivares resistentes si es posible, enterramiento de los residuos del cultivo y destruir las plantas espontáneas, utilización de aplicaciones compensadas de nitrógeno, uso de semillas libres de enfermedades si es posible.

El paso principal en el control de la enfermedad es el uso de semillas libres de infección y tratamientos de las mismas con fungicidas como Carboxin + Captan (Vitavax 300), en dosis de 1-2 g/kg de semilla

En plantas infectadas sistémicamente (crecidas de semillas infectadas) los fungicidas foliares tienen un efecto mínimo (PLANTPROTECTION, 2006).

### f. Escaldadura de la hoja de cebada o rincosporiosis (*Rhynchosporium secalis*)

#### 1) Descripción

El hongo desarrolla un estroma superficial desnudo en donde se producen los conidios desde células cortas. Los conidios son cilíndricos con forma de huevos, bicelulares o unicelulares, de 12 a 20 micras de longitud y de 2 a 4 micras de espesor, tienen dos células desiguales en tamaño. la célula terminal forma un pico ganchudo (PLANTPROTECTION, 2006).

## 2) Hospedadores

Los hospedadores del hongo *Rhynchosporium secalis*, lo constituyen la cebada, centeno y otras gramíneas presentes en los campos de cultivo (PLANTPROTECTION, 2006).

## 3) Distribución e importancia

La escaldadura es una importante enfermedad foliar de la cebada en regiones húmedas, pero normalmente no es lo suficientemente seria para justificar el control. La escaldadura puede atacar a las plantas de cebada en cualquier época pero los niveles de infección son normalmente más severos antes y durante la formación de la cabeza. Las pérdidas en los cultivos han sido calculadas en 2%, aunque pérdidas en cultivos particulares pueden exceder del 25%. Las pérdidas son debidas al descenso del área fotosintética en la hoja bandera y en la segunda hoja resultando reducido el peso de la semilla. Existe una relación directa entre la cantidad de la enfermedad presente en las hojas superiores de los cereales y las pérdidas resultantes en el cultivo de cereal. Las dos hojas superiores de las plantas de cereal aportan la mayor cantidad de energía necesaria para producir un buen grano; esto puede ser utilizado para predecir las pérdidas potenciales del cultivo en el estado lechoso del crecimiento; si la escaldadura aparece sobre las hojas superiores y láminas, anticipa importantes pérdidas del cultivo. Numerosas razas de patógenos han sido diferenciadas en diferentes cultivares de cebada (PLANTPROTECTION, 2006).

## 4) Síntomas

La escaldadura de la hoja de cebada es en principio una enfermedad foliar pero se encuentra fundamentalmente en láminas de hojas y glumas; la enfermedad se desarrolla en hojas como manchas desde ovales a irregulares que tienen apariencia verde azulada mojado; las lesiones se agrandan, su centro se vuelve gris pálido amarronado y se desarrollan bordes marrón oscuro; el tejido se seca con el tiempo, pero los bordes oscuros de las lesiones individuales pueden permanecer visibles en el tejido muerto. Las lesiones a menudo tienen apariencia escaldada; las manchas a menudo matan la hoja entera. Algunas infecciones de escaldado pueden causar daños que se asemejan a punto negro pero no está limitada al final del embrión (PLANTPROTECTION, 2006).



## 5) Ciclo de infección

*Rhynchosporium secalis* pasa el invierno en residuos de cebada, cereales, hierbas o especies de bromus. Sobrevive largo tiempo en residuos sobre la superficie del suelo. En rastrojo, *Rhynchosporium secalis* puede sobrevivir por encima de 12 meses, en primavera, las esporas son producidas principalmente por los residuos de cebada del año anterior dejados en la superficie del suelo. Las esporas producidas en hojas infectadas son transportadas a otras plantas de cebada mediante gotas de lluvia y viento. En épocas de climatología seca la enfermedad se para, pero nuevas infecciones pueden producirse. La importancia de las semillas infectadas como fuente de la enfermedad no es claramente conocida. El desarrollo de la escaldadura se ve favorecida por el frío (12°C), tiempo húmedo y cultivos densos donde las hojas permanezcan mojadas por períodos prolongados. El ciclo infectivo se desarrolla aproximadamente en 14 días durante condiciones ambientales óptimas (PLANTPROTECTION, 2006).

## 6) Control

Remover o arar en profundidad los residuos superficiales de cebada, esto reduce los niveles de la enfermedad cuando se el siguiente cultivo vuelve a ser la cebada. Sembrar temprano con variedades de maduración temprana para perder la mayor cantidad de inóculo infectivo que pueda golpear los cultivos tardíos o bien las variedades de maduración tardía; empleo de la rotación de cultivos con un año al menos sin cultivar cereales. Utilización de cultivares resistentes de cebada.

El control de la fase de transmisión por semillas de esta enfermedad con un tratamiento de las semillas con fungicidas como Carbendazin (Bavistin FL) en dosis de 0,25 lt/ha, la aplicación foliar del fungicida es aprovechable desde la aparición de la última hoja hasta el principio de la emergencia de la cabeza. Los fungicidas se aplican a los primeros síntomas, o de forma preventiva, si la enfermedad es importante (PLANTPROTECTION, 2006).

### g. Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV)

#### 1) Descripción

Este virus está confinado al floema o tejido conductor de alimento de las plantas infectadas. Para la observación del virus es necesario el empleo de un microscopio

electrónico. Tiene 25 nm de diámetro y forma icosaédrica, aunque a veces se ha descrito como esférico. El material genético en cada partícula es ARN monocatenario, que tiene un peso molecular aproximado de unos 2 millones de Daltons. El ARN está encapsulado en una cápsula globular de proteínas de aproximadamente 25000 Daltons. El punto de inactivación térmica del BYDV se encuentra entre 65 y 70 °C (PLANTPROTECTION, 2006).

## **2) Hospedadores**

BYDV fue descrito por primera vez en *Avena sativa*, *Hordeum vulgare* y *Triticum aestivum*. Otros hospedadores del virus son: *Oryza sativa*, *Lolium perenne*, *L. Multiflorum*, *Secale cereale*, *Zea mays* (PLANTPROTECTION, 2006).

## **3) Distribución e importancia**

BYDV está ampliamente distribuido en Norteamérica, Europa y Australia y probablemente está presente también en otras áreas. De los tres principales cultivos afectados por este virus (cebada, avena y trigo), la avena es la que se ve más severamente afectada y sufre serias pérdidas anualmente. En años con epidemias del BYDV, las pérdidas en cebada y trigo se encuentran entre el 5 y el 30%. A las pérdidas en la producción de estos cereales deben añadirse las pérdidas en la calidad de los granos (PLANTPROTECTION, 2006).

## **4) Síntomas**

BYDV a veces es difícil de diagnosticar en el campo y puede no ser reconocido en muchos casos. Los síntomas de este virus son ampliamente variables y pueden ser confundidos con los producidos por el virus del mosaico en línea del trigo, deficiencias nutricionales, enfermedades de la raíz y la corona y estrés ambiental. El diagnóstico es incluso más difícil cuando ambos virus (el del mosaico en línea del trigo y el del enanismo amarillo de la cebada) se mezclan en el mismo cultivo o incluso en la misma planta (PLANTPROTECTION, 2006).

El desarrollo de los síntomas en la hoja es dependiente del tiempo de infección. La infección en plántulas produce una reducción del crecimiento de las mismas, pero raramente mata la planta. Los síntomas generalmente aparecen primero en hojas viejas de las plantas jóvenes, como decoloración (amarilleamiento) de áreas a lo largo de los

márgenes, en lo alto, o en las láminas de las hojas viejas. Las áreas decoloradas se extienden y se unen rápidamente, frecuentemente alrededor de estas áreas decoloradas aparecen áreas no afectadas que incluso tienen un color verde más oscuro de lo normal (PLANTPROTECTION, 2006).

Los tejidos situados a lo largo del nervio central normalmente permanecen verdes más tiempo que el resto, pero finalmente también se decoloran. Las hojas pueden perder su apariencia flexible y volverse rígidas. El margen de la hoja cercano a la punta puede enrollarse y volverse necrótico formando un punto rígido. Las plantas infectadas muy temprano normalmente se quedan enanas. Las hojas jóvenes generalmente mantienen su color normal o pueden aparecer cloróticas, sin embargo en infecciones tardías la hoja bandera puede ser la única que presenta las características de decoloración (PLANTPROTECTION, 2006).

Los entrenudos de los tallos de plantas infectadas son más cortos y a veces la cabeza no emerge. Las plantas infectadas que emergen posteriormente, son más pequeñas y el número y el peso de los granos se reduce. Muchas de las flores son también estériles. El peso del sistema radicular de las plantas infectadas se reduce drásticamente pero no muestra síntomas característicos (PLANTPROTECTION, 2006).

## **5) Ciclo de infección**

BYDV pasa el invierno en cereales de invierno infectados y en hierbas cultivadas y silvestres. Hierbas perennes como las forrajeras, o las de los campos de cultivo pueden servir como reservorios para varias cepas del BYDV. En muchas áreas los cereales de invierno son más importantes que la hierba silvestre como fuente del virus para la infección de los cultivos (PLANTPROTECTION, 2006).

La existencia y la difusión del virus dependen del movimiento de los áfidos que actúan como vectores. Las plántulas emergentes de cebada pueden ser inoculadas por los áfidos que adquieren el virus de cereales infectados o hierba hospedadora. Los áfidos pasan el invierno como adultos en hierbas o en cereales de invierno provocando la infección temprana en primavera. Estos áfidos, normalmente sin alas, producen más áfidos y se mueven en distancias cortas arrastrándose de planta en planta o siendo movidos por el

viento. Los áfidos pueden adquirir el virus al alimentarse de plantas infectadas como mínimo durante 30 minutos, pero generalmente se necesita alrededor de 24 horas de alimentación. Los áfidos permanecen con capacidad infectiva durante varias semanas. Los síntomas de BYDV se desarrollan aproximadamente dos semanas después de la infección (PLANTPROTECTION, 2006).

Los daños causados por la infección de BYDV son más importantes en estaciones frías y húmedas, las cuales favorecen el crecimiento de la hierba y los cereales así como la reproducción y la migración de los áfidos. La lluvia puede difundir los áfidos, pero también reducir la población de los mismos. Las epidemias de BYDV normalmente ocurren cuando el tiempo en la primavera y el principio del verano es fría y húmeda. El BYDV únicamente se transmite a través de sus vectores y no es transmisible a través de semillas, savia de las plantas o por otros insectos (PLANTPROTECTION, 2006).

## **6) Control**

Actualmente BYDV no puede ser correctamente controlado en el campo. Las siguientes prácticas suelen reducir la incidencia y daños producidos en los cultivos de cereales:

Es necesario un abonado adecuado para un buen crecimiento de los cultivos. Las plantas con estrés nutricional son más susceptibles. La perspectiva para el control de BYDV es la utilización de variedades resistentes.

Eliminar en la medida de lo posible las gramíneas espontáneas que pueden servir como importantes reservorios del virus para el siguiente cultivo. Controlar las poblaciones de áfidos vectores del virus BYDV a través de aplicaciones de insecticidas.

## **H. COSECHA**

La cosecha manual debe realizarse un poco antes de que las plantas estén completamente secas para evitar pérdidas por desgrane.

Para la cosecha con máquina combinada, es conveniente que la humedad del grano sea baja (14% a 16%), con lo cual se reduce o elimina la necesidad de secado adicional (INIAP, 2008).

## **I. ALMACENAMIENTO**

Guardar el grano en bodegas limpias, con buena ventilación y protegidas contra la humedad y la acción de roedores (INIAP, 2008).

## **J. RENDIMIENTO**

Según el INIAP (2008), los rendimientos de la cebada varían de 2,5 a 4,5 t/ha, dependiendo esto de la zona en la que se establezca el cultivo.

## **K. COSTOS DE PRODUCCIÓN**

El INIAP (2008), expresa que los costos de producción para una hectárea de cebada mecanizada son de 738, 53 dólares (Anexo 22) y una hectárea semi mecanizada, su costo bordea los 859,15 dólares (Anexo 23).

## **L. CEBADA: USOS TECNOLÓGICOS, VALOR NUTRITIVO E IMPORTANCIA EN LA ALIMENTACIÓN**

### **1. Usos tecnológicos**

La utilización de la cebada como alimento humano, está muy extendida en los países asiáticos, donde el grano es procesado y transformado a numerosos productos tales como: cebada perlada para sopas y potajes, hojuelas instantáneas para el desayuno, cebada tostada para elaborar sustitutos del café, cebada malteada para el procesamiento de jarabes utilizados en panificación, alimentos para niños y leches malteadas.

Los granos germinados de la cebada, tienen importante aplicación nutricional como fuente de lisina, triptófano y vitaminas del complejo B, cuya concentración se incrementa bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. Mientras que los granos tostados son una valiosa materia prima para elaborar bebidas instantáneas y extractos, gracias a su elevado contenido de dextrinas, azúcares reductores y compuestos heterocíclicos.

En nuestro país se conocen dos tipos principales de cebada: cubiertas y desnudas. Desde el punto de vista nutritivo, éstas últimas tienen ciertas ventajas sobre las de grano cubierto como son: un menor contenido de salvado, menos pérdida de nutrientes durante el

procesamiento y mejor digestibilidad de sus productos (94%), atributos que determinan la predilección hacia este tipo de granos por parte de industrias y agricultores.

Con relación a las cebadas cubiertas, en la actualidad, se han ampliado sus posibilidades de uso alimenticio, mediante la aplicación del perlado. Este es un proceso industrial, mediante el cual se remueven y se eliminan las capas externas del grano, lo que facilita la obtención de hojuelas, grano partido (arroz de cebada) y harina que resultan libres de salvado, listas para la preparación. Durante el perlado, junto con las cubiertas, también se desprende algo de las capas de aleurona y de endospermo, por lo que se reduce el valor nutritivo de los productos obtenidos, situación que es compensada por la mejor aceptabilidad que tienen estos derivados por parte de los consumidores (VILLACRES, E. 2008).

## **2. Valor nutritivo e importancia de la cebada en la alimentación humana**

La cebada es un alimento energético, rico en carbohidratos (Cuadro 5), principalmente en almidón. Los hidratos de carbono son importantes, porque aportan más del 40% de calorías a la dieta de los seres humanos y permiten una eficaz utilización de las proteínas.

Ciertos carbohidratos como la fibra viscosa de la cebada, tienen la propiedad de atrapar el colesterol e impedir su absorción en el tracto digestivo, este efecto medicinal es aprovechado en dietas especiales destinadas a reducir el colesterol y a mejorar el metabolismo de los ácidos grasos. Igualmente el estreñimiento y ciertas enfermedades como el cáncer de colon pueden ser prevenidos con una ingestión adecuada de fibra, cuya proporción en la cebada cubierta es alrededor del 7% (Cuadro 5), este porcentaje varía dependiendo de la variedad, el tipo y el tamaño del grano.

En resumen, los carbohidratos de mayor interés nutricional en la cebada son: El almidón; que aporta energía y permite un ahorro de proteínas y la fibra, que mantiene saludable el tracto digestivo.

El aporte de la cebada a la dieta proteica (Cuadro 5) es importante como fuente económica de proteínas, ricas en ácido glutámico, prolina y leucina, aminoácidos importantes porque forman parte de las moléculas proteínicas de todos los tejidos corporales (VILLACRES, E. 2008).

**CUADRO 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CEBADA (PORCENTAJE SOBRE MATERIA SECA DE GRANO).**

CEREAL	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS		CENIZAS
			TOTALES	FIBRA	
<b>Cebada cubierta</b>	12,2	1,9	75,9	6,8	3,1
<b>Cebada desnuda</b>	13,3	2,6	80	1,9	2,0
<b>Cebada perlada</b>	12,0	1,5	84,3	1,0	1,2

FUENTE: YUFERA, P, R. (1987)

INIAP, Dpto, Nutrición y Calidad (1991).

INN, (1965).

Aunque el contenido de aminoácidos esenciales, lisina y triptófano es bajo en el grano no germinado, se puede superar este déficit, combinado 4 partes de cereal y una parte de leguminosa (chocho, arveja, lenteja, etc.) en una misma comida (VILLACRES, E. 2008).

Referente al tema los nutricionistas han llegado a la conclusión de que en el metabolismo humano, cuando se ingieren a un mismo tiempo proteínas derivadas de distintas fuentes se aprovechan mejor que cuando se toma cada alimento por separado (VILLACRES, E. 2008).

En cuanto al contenido de minerales (Cuadro 6), los granos de cebada cubiertos y desnudos presentan un mayor contenido de hierro, fósforo, zinc y potasio que otros cereales de consumo habitual en nuestro medio. No sucede igual con los granos perlados, en los que el porcentaje de estos minerales disminuye, debido a la separación de las cubiertas que contienen un 32% de los minerales presentes en el grano. A pesar de esta reducción, la cebada es una fuente importante de zinc, oligoelemento que forma parte de la insulina, la anhidrasa carbónica y contribuye a la cicatrización de las heridas (VILLACRES, E. 2008).

El aporte de fósforo a la dieta alimenticia, a partir de las variedades desnudas es de 0,47% (Cuadro 6). Este es uno de los minerales básicos, porque forma parte de los ácidos nucleicos DNA, RNA y de los fosfolípidos que participan en la emulsificación, transporte de grasas y ácidos grasos. El fósforo proveniente de cebadas desnudas, se absorbe mejor en el intestino, debido al menor contenido de fitina presente en estas (VILLACRES, E. 2008).

**CUADRO 6. CONTENIDO DE MINERALES DE LA CEBADA COMPARADA CON OTROS CEREALES.**

CONSTITUYENTE	UNIDAD	ARROZ PILADO	CEBADA			MAIZ	TRIGO
			CUBIERTA	DESNUDA	PERLADA		
Cobre	mg/kg	4,3	12	13	12	10,5	5,1
Hierro	mg/kg	34	94	72	26	30	44
Manganeso	mg/kg	15	24	19	7	20	38
Zinc	mg/kg	1,8	49	52	30	10,4	24
Calcio	%	0,01	0,05	0,06	0,02	0,03	0,04
Fosforo	%	0,23	0,54	0,47	0,24	0,32	0,34
Magnesio	%	0,08	0,12	0,12	0,07	0,17	0,18
Potasio	%	0,24	0,65	0,45	0,22	0,35	0,41
Sodio	%	0,02	0,1	0,04	0,02	0,01	0,03

FUENTE: YUFERA, P, R. (1987)  
INIAP, Dpto, Nutrición y Calidad (1991)

### **3. Requerimientos del grano de cebada para consumo alimentario**

El INEN (2004), indica que el grano de cebada para consumo alimentario debe cumplir los requisitos indicados en el Cuadro 7 con base en producto seco y limpio.

**CUADRO 7. REQUERIMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL GRANO DE CEBADA PARA CONSUMO ALIMENTARIO.**

REQUISITOS	VALOR
Humedad, % (Base húmeda) (max)	13
Impurezas, % (max)	3
Masa hectolétrica, kg/Hl (min)	60
Proteína, % (min)	12

FUENTE: INEN, (2004).

- No se aceptará en ningún caso olores objetables o con residuos de materiales tóxicos.
- El olor debe ser fresco, característico del grano de cebada.
- Debe estar libre de mohos e infestaciones.

## **M. EVOLUCIÓN DEL ÁREA CULTIVADA EN EL ECUADOR**

En la década de los 60 la superficie dedicada a la cebada superaba las 100000 hectáreas.

Según datos estimados por las encuestas agrícolas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, la superficie de cultivo fue reduciéndose progresivamente hasta 1977 (60000



ha); a partir de entonces se observó una reducción más drástica aún que llegó hasta 26000 hectáreas sembradas en 1980. La razón principal se encuentra en los negativos efectos producidos por la roya amarilla de la cebada, enfermedad que afectó en tal periodo a la producción cebadera de la región andina (Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia). La recuperación del área cebadera registrada a partir de 1986 ha sido lenta por varias razones: la insuficiente difusión entre los agricultores de las nuevas variedades mejoradas, por falta de un mecanismo ágil de provisión de semilla, el alto costo de los insumos agrícolas, incluido el precio de la semilla certificada y la baja rentabilidad del cultivo en el período más fuerte de comercialización (L, H, M Broers INIAP-WAU-DGIS, 1994).

La producción ha estado ligada a la superficie cultivada, es decir, la producción de cebada se ha basado en la extensión del área y casi imperceptiblemente a la productividad. En el período 1974-1976 se cultivaron 65000 hectáreas. La más baja producción cebadera en el país se produjo en 1980 (26000 Tm), notándose un ligero incremento en los últimos años hasta fluctuar entre 50000 y 60000 Tm por año (L, H, M Broers INIAP-WAU-DGIS, 1994).

Desde 1978 el volumen de importaciones supera a la producción nacional, sin embargo, en los últimos años la relación cambia y es aproximadamente 70% a 30%, nacional vs importación (L, H, M Broers INIAP-WAU-DGIS, 1994).

Para AGRYTEC (2009), la producción ecuatoriana es la más baja de Latinoamérica. La alternativa es potenciar la producción en minifundios. La producción de cebada nacional no incrementa sus cifras desde hace seis años. Actualmente, la cebada ecuatoriana llega a las 25 mil toneladas anuales en las 40 mil hectáreas cultivadas, es decir, 0,6 toneladas por hectárea. Esta es la cifra más baja en América del Sur. El motivo por el cual el cultivo de este cereal es tan bajo es el número de productores que lo trabajan y la capacidad de sus terrenos.

Según el último Censo Agropecuario, se registraron un poco más de 67 mil unidades productivas, lo que se traduce en igual número de familias que cosechan este producto andino. Lo curioso del censo es que cerca del 70% de esta cifra corresponde a cultivos de menos de una hectárea, en otras palabras, pertenece a pequeños productores. El fin de estos cultivos se direcciona al consumo nacional y al autoconsumo de los productores.

Entre los problemas más serios que perjudican a la cebada, están la roya y la falta de capacitación técnica, pues la roya es la enfermedad más devastadora que tiene la cebada en el Ecuador. Esta puede acabar con el 90% de los cultivos que son infectados.

Cualquiera de las dos variedades de la enfermedad (roja o amarilla) son igual de severas si las condiciones climáticas, como el viento, son fuertes en un cultivo susceptible.

Este problema sumado a la falta de capacitación de los productores cebaderos es el causante para que solo se obtenga 0,6% por hectárea del cereal.

Por tal motivo, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) está desarrollando variedades de cebada que sean más resistentes al ataque de esta y otras enfermedades. Las investigaciones deben llegar hasta los agricultores a través de la transferencia de tecnología. En este punto, el Ministerio de Agricultura comienza a darle importancia a la cebada, algo que no se ha hecho en los últimos 20 años-

Entre las provincias que trabajan con este cereal se destaca Chimborazo, además de Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Carchi y Bolívar que son centros de la producción cebadera nacional.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

#### **1. Localización**

La presente investigación se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Estación Experimental Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

#### **2. Ubicación geográfica<sup>1</sup>**

Latitud: 01° 44' 36" S

Longitud: 78° 37' 33" W

Altitud: 2716 msnm

#### **3. Características climáticas<sup>2</sup>**

Temperatura promedio anual: 13,8 °C

Precipitación promedio anual: 469 mm

Humedad relativa: 60 %

:

#### **4. Clasificación ecológica**

Según Holdridge, (1982), la zona de vida de la hacienda Tunshi corresponde a la clasificación ecológica de estepa espinosa Montano Bajo (ee-MB).

#### **5. Características del suelo<sup>3</sup>**

##### **a. Características físicas**

Textura: Franco arenosa

Drenaje: Bueno

Estructura: Bloques subangulares

Pendiente: 2%

---

<sup>1</sup> Datos obtenidos por medio de GPS

<sup>2</sup> Departamento de Meteorología, ESPOCH, 2008

<sup>3</sup> Archivo, Laboratorio de Suelos ESPOCH - FRN

**b. Características químicas<sup>4</sup>**

**CUADRO 8. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO.**

pH		Materia orgánica		N		P. asimilable	
	Nivel	%	Nivel	ppm	Nivel	ppm	Nivel
6,6	N	2,6	M	4,77	B	23	M
K. asimilable		Ca. asimilable		Mg. asimilable		Carbonato de calcio	
meq/100 g	Nivel	meq/100 g	Nivel	meq/100 g	Nivel	%	Nivel
0,175	B	0,448	B	0,115	B	6,25	M

**Niveles**

Alto            (A)        Bajo        (B)  
 Medio        (M)        Neutro    (N)

**B. MATERIALES**

**1. Material experimental**

Para la presente investigación se utilizaron semillas de las variedades: INIAP Cañicapa 2003, INIAP Pacha 2003 y Rita.

**2. Materiales y equipos**

**a. Materiales**

- Semillas de cebada
- Tractor
- Estacas
- Cinta métrica
- Cuerda
- Azadones
- Rastrillos
- Cuchillo de campo
- Bomba de aspersión

<sup>4</sup> Archivo, Laboratorio de Suelos ESPOCH - FRN

- Equipos de protección
- 10 – 30 - 10
- Nitrato de amonio
- Herbicida Rosulfuron 600 WG (metsulfuron methyl).
- Sinergizante de pesticidas SINERG - IN
- Balanza analítica
- Medidor de humedad de granos
- Balanza hectolétrica
- Trilladora
- Hoz
- Letreros de identificación
- Fundas de papel
- Libreta de campo
- Lápices
- Cámara digital
- GPS

**b. Equipos de oficina**

- Computador
- Calculadora
- Papel bond
- Pendrive

**C. METODOLOGIA**

**1. Diseño experimental**

Para la presente investigación se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (B. C. A), con 3 tratamientos y cuatro repeticiones (Anexo 1).

## 2. Factores en estudio

### a. **Variedades de cebada**

Las variedades de cebada que se utilizaron en el presente ensayo son: INIAP Cañicapa 2003, INIAP Pacha 2003 y Rita.

## 3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos estuvieron constituidos por las diferentes variedades de cebada (Cuadro 9).

### **CUADRO 9. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.**

<b>CODIGO</b>	<b>VARIEDAD</b>
V1	INIAP Pacha 2003
V2	Rita
V3	INIAP Cañicapa 2003

Elaboración: LEON, D. (2009).

## 4. Especificaciones del campo experimental

- Número de tratamientos 3
- Número de repeticiones 4
- Número de unidades experimentales 12
- Forma de la parcela Rectangular (6 x 5 m)
- Área total de la parcela 30 m<sup>2</sup>
- Área de la parcela neta (4 x 3 m) 12 m<sup>2</sup>
- Separación entre tratamientos 1 m
- Separación entre repeticiones 1,5 m
- Área neta del ensayo 144 m<sup>2</sup>
- Área total del ensayo 912 m<sup>2</sup>
- Densidad de siembra Voleo 130 Kg / ha
- Unidad de observación Parcela neta y/o 20 plantas tomadas al azar.

## 5. Variables

### a. Variables independientes: Variedades de cebada

- INIAP Cañicapa 2003
- INIAP Pacha 2003
- Rita

### b. Variables dependientes

- Número de días a la emergencia
- Número de días al macollamiento
- Número de días al espigamiento
- Número de días a la madurez fisiológica
- Número de macollos que espigan
- Altura de planta a la madurez fisiológica
- Número de días a la cosecha
- Resistencia a roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.) y roya amarilla (*Puccinia striiformis* Westendorp).
- Número de granos por espiga
- Número de granos por planta
- Peso del grano por planta
- Peso de mil semillas
- Peso hectolítrico
- Rendimiento
- Análisis económico
- Análisis nutricional

## 6. Esquema del análisis de varianza

**CUADRO 10. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ADEVA).**

Fuente de Variación	Fórmula	GL
Repeticiones	(r-1)	3
Tratamientos	(t-1)	2
Error	(r-1)(t-1)	6
Total	(rt-1)	11

Elaboración: LEON, D. (2009).

## 7. Análisis funcional

Se determinó:

- Para la separación de las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 5%.
- Coeficiente de variación.

## 8. Métodos de evaluación y datos a registrarse

### a. Número de días a la emergencia

Se procedió a contar los días desde la siembra hasta cuando el 50% de las plantas de cada parcela experimental emergió.

### b. Número de días al macollamiento

Se contaron los días desde la siembra hasta cuando el 50% de la parcela experimental presentó el desarrollo de un brote secundario (macollo).

### c. Número de días al espigamiento

Se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el cultivo presentó el 50 % de las plantas con espigas fuera de la hoja bandera.



**d. Número de días a la madurez fisiológica**

Se contabilizó los días desde la siembra hasta cuando el 75 % de las espigas de la parcela experimental presentaron el grano completamente duro.

**e. Números de macollos que espigan**

Se contó el número de macollos que produjeron espiga en 20 plantas tomadas al azar dentro de la parcela neta, al momento de la madurez fisiológica.

**f. Altura de la planta a la madurez fisiológica**

Se midió la altura desde la base de la planta, hasta el ápice de las espigas de 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta.

**g. Número de días a la cosecha**

Se contabilizaron los días desde la siembra hasta cuando el 75 % de las espigas de la parcela experimental presentaron el grano completamente duro y el tallo se volvió quebradizo.

**h. Resistencia a roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.) y roya amarilla (*Puccinia striiformis* Westendorp).**

Se realizó una evaluación de la respuesta de la planta a la infección. Para la roya de la hoja (*Puccinia hordei* Otth.) y roya amarilla (*Puccinia striiformis* Westendorp) el método empleando fue la escala de Cobb modificada (Cuadro 11), que determina el porcentaje del tejido (100%) que puede ser afectado por la enfermedad (Gráficos 1 y 2) e incluye el grado de severidad medida en porcentaje (1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80 y 100%) y la respuesta (**R** resistente, **MR** moderadamente resistente, **MS** moderadamente susceptible y **S** susceptible) del cultivo (tipo de reacción de la enfermedad).

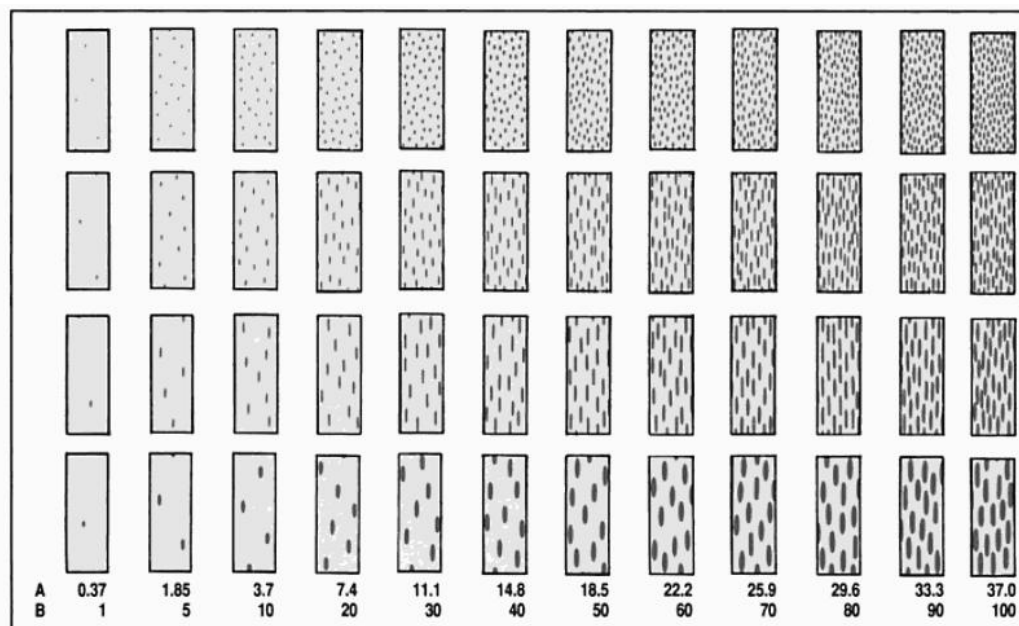
Para el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), se utilizó una escala del 1 al 10; donde 1 equivale al mínimo ataque y 10 a la máxima incidencia de la enfermedad.

Esta metodología se la llevó a cabo a partir del espigamiento, donde se tomaron 20 plantas al azar de la parcela neta. Las lecturas se efectuaron en las hojas superiores de las plantas escogidas al azar.

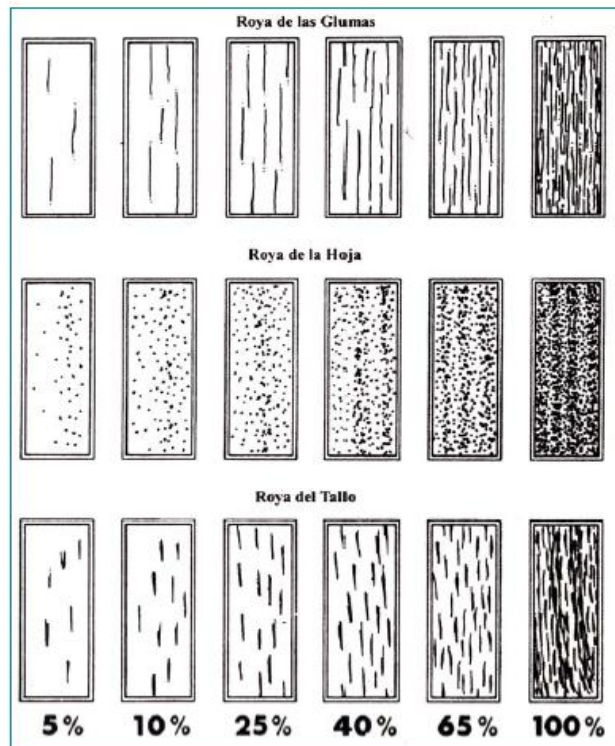
**CUADRO 11. ESCALA MODIFICADA DE COBB.**

REACCION	SINTOMAS Y SIGNOS
5/0	Sin infección visible
10R	Resistente; clorosis o necrosis visible, no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
20MR	Moderadamente resistente; uredias rodeadas ya sea por área clorótica o necrótica.
40MR	Intermedias; uredias de tamaño variable, alguna clorosis, necrosis o ambas.
60MS	Moderadamente susceptible; Uredias de tamaño mediano y posiblemente rodeado por áreas cloróticas,
100S	Susceptible; Uredias grandes y generalmente con poca ausencia de clorosis. No hay necrosis.

Fuente: A.P. Roelfs, Singh, R.P., Saari, E.E, 1992



**GRÁFICO 1. ESCALA MODIFICADA DE COBB: A, PORCENTAJE REAL OCUPADO POR UREDINIOS DE LA ROYA; B, GRADOS DE SEVERIDAD DE LA ROYA DE ACUERDO CON LA ESCALA MODIFICADA DE COBB, SEGÚN PETERSON ET AL. (1948).** Fuente: A.P. Roelfs, Singh, R.P., Saari, E.E, 1992



**GRÁFICO 2. ESCALA DIAGRAMÁTICA MODIFICADA DE COBB DE SEVERIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE ROYAS DE CEREALES.**

Fuente: SENASA, 2004

**i. Número de granos por espiga**

Al momento de la cosecha, se contaron los granos de 20 espigas tomadas al azar de cada parcela neta.

**j. Número de granos por planta**

Se contabilizaron los granos de 20 plantas tomadas al azar en cada parcela útil, al momento de la cosecha.

**k. Peso del grano por planta**

De las mismas plantas evaluadas anteriormente se pesaron sus granos.

**l. Peso de mil granos**

Se procedió a pesar 1000 granos tomados al azar de cada parcela neta, mediante una balanza analítica.

### **m. Rendimiento**

Una vez cosechadas las parcelas netas de los tratamientos, se pesó la producción con el objetivo de obtener los datos por parcela neta y luego estos valores se transformaron a Kg/ha (rendimiento al 14% de humedad), empleando la siguiente relación matemática (MONAR, C. 1992):

$$Rc = Pc * \frac{10000}{Anc} * \frac{100 - HC}{100 - HE}$$

Donde:

$Rc$  = Rendimiento (kg/ha)

$Pc$  = Peso de campo o peso de rendimiento fresco (kg)

$Anc$  = Área neta cosechada (m<sup>2</sup>)

$HC$  = Humedad actual

$HE$  = Humedad estándar

### **n. Peso hectolítrico**

Se lo determinó utilizando la balanza de peso hectolítrico del Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, empleando una muestra de 1 kg de cada unidad experimental.

### **o. Análisis económico**

Se aplicó la relación beneficio/costo (retorno de la inversión) para establecer la viabilidad económica de los diferentes tratamientos.

### **p. Análisis nutricional**

Se enviaron muestras del grano cosechado de las tres variedades de cebada al Laboratorio de Análisis Ambiental e Inspección CESTTA para que se realice el correspondiente análisis proximal, Ca, Fe y P, con el propósito de establecer la mejor cebada en base a su valor nutricional.

## **9. Manejo del ensayo**

### **a. Preparación del suelo**

Se efectuó un pase de arado y dos pases de rastra, a continuación se implantó el ensayo con el respectivo trazado de las parcelas experimentales.

### **b. Fertilización**

De acuerdo a las recomendaciones técnicas del INIAP (2008), se fertilizó el suelo con dosis de 234 kg/ha de 10 – 30 - 10 aplicados al voleo. El nitrógeno complementario fue aportado por el nitrato de amonio con una cantidad de 112 kg/ha, distribuidos al voleo a los 40 días posteriores a la siembra.

### **c. Desinfección de la semilla**

Se utilizó Vitabax 300 a razón de 1 gr por kilogramo de semilla.

### **d. Siembra**

La siembra se la realizó manualmente, mediante una distribución uniforme de la semilla (al voleo) por cada una de las parcelas experimentales a razón de 130 kg/ha, a continuación se removió el suelo con un azadón con la finalidad de cubrir la semilla.

### **e. Control de malezas**

Las malezas fueron controladas químicamente mediante la aplicación del herbicida Rosulfuron 600 WG (metsulfuron methyl) a partir del macollamiento.

### **f. Control de plagas y enfermedades**

Durante el ciclo vegetativo del ensayo no se combatieron las enfermedades. En lo referente a las plagas no se hizo ningún control debido a su baja incidencia.

### **g. Riego**

Se proporcionó agua al cultivo a partir de los 35 días después de la siembra, con una frecuencia de riego cada 30 días, mediante un sistema por aspersión.

**h. Cosecha**

Se cosechó cuando las plantas alcanzaron la madurez propiamente dicha, es decir un poco antes de que se secaran completamente. Esta actividad se la hizo de forma manual, cortando en la base del tallo con una hoz.

**i. Trilla**

La trilla comprendió una actividad totalmente mecanizada para posteriormente separar el grano de las impurezas con la ayuda del viento.

## **V. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **A. NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA**

Según el Análisis de Varianza (Cuadro 12) para el número de días a la emergencia, se observó diferencias altamente significativas entre las variedades de cebada, con un coeficiente de variación de 12,20 %, registrándose en promedio 10,67 días entre ellas.

**CUADRO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	11,33	3,78	2,23 ns
Variedades de Cebada	2	77,17	38,58	22,77 **
Error	6	10,17	1,69	
Total	11	98,67		
C.V (%)	12,20			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

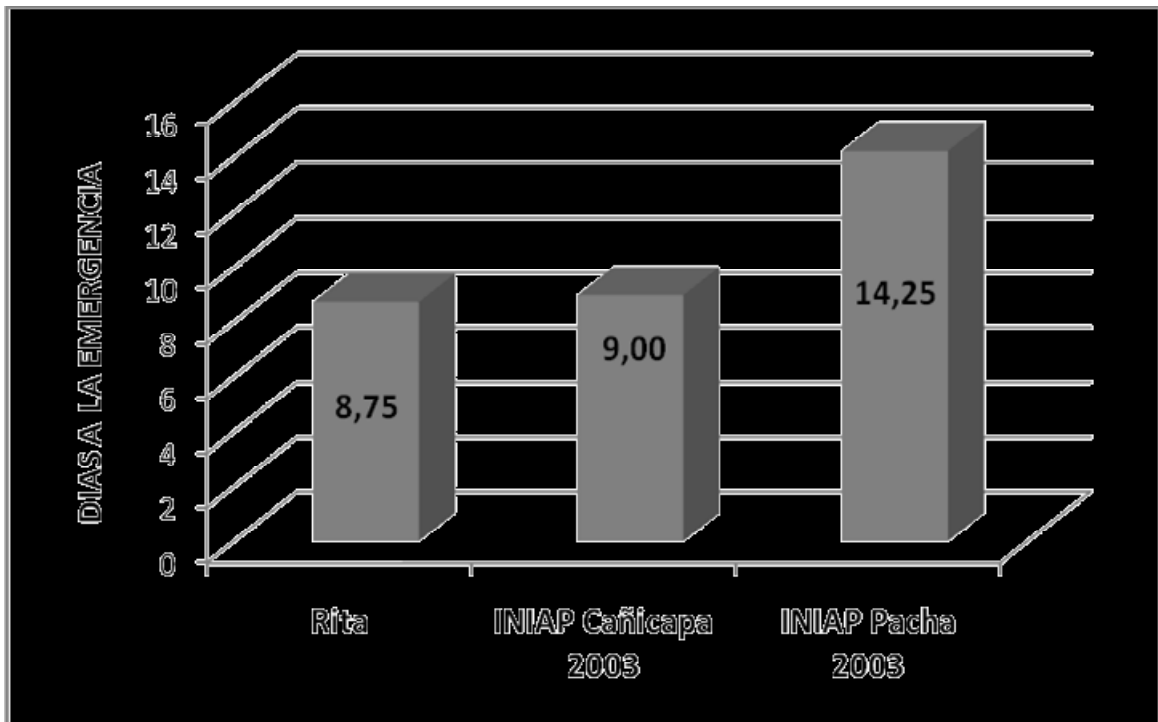
La prueba de Tukey al 5% (Cuadro 13 y Gráfico 3) para el número de días a la emergencia presentó dos rangos de significancia, el rango “A” lo ocupó la variedad Rita (V2) con 8,75 días, superando estadísticamente en precocidad a las variedades INIAP Pacha 2003 (V1) e INIAP Cañicapa 2003 (V3) con valores de 9 y 14,25 días respectivamente, las cuales se ubican en el rango “B”.

**CUADRO 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA.**

<b>VARIETADES DE CEBADA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
(V2) Rita	8,75	A
(V3) INIAP Cañicapa 2003	9,00	B
(V1) INIAP Pacha 2003	14,25	B

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).



**GRÁFICO 3. NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA.**

### B. NÚMERO DE DÍAS AL MACOLLAMIENTO

Al realizar el Análisis de Varianza referente al número de días al macollamiento (Cuadro 14), se pudo apreciar que no existe significancia estadística entre las variedades de cebada.

El promedio fue de 37,83 días, con un coeficiente de variación de 9,50 %.

**CUADRO 14. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE DÍAS AL MACOLLAMIENTO.**

F. V	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.
Repeticiones	3	11,00	3,67	0,28 ns
Variedades de Cebada	2	101,17	50,58	3,92 ns
Error	6	77,50	12,92	
Total	11	189,67		
C.V (%)	9,50			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).



### C. NÚMERO DE DÍAS AL ESPIGAMIENTO

El Análisis de Varianza para el número de días al espigamiento (Cuadro 15), muestra que no existe significancia estadística entre las variedades de cebada.

El promedio general fue de 83,08 días, con un coeficiente de variación de 5,48 %.

**CUADRO 15. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE DÍAS AL ESPIGAMIENTO.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	48,25	16,08	0,78 ns
Variedades de Cebada	2	8,17	4,08	0,20 ns
Error	6	124,50	20,75	
Total	11	180,92		
C.V (%)	5,48			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

### D. NÚMEROS DE MACOLLOS QUE ESPIGAN.

Al realizar el Análisis de Varianza para el número de macollos que espigan (Cuadro 16), se pudo observar que no existe significancia estadística entre las variedades de cebada.

Se registró un valor promedio de 4,76 macollos por planta, con un coeficiente de variación de 16,79%.

**CUADRO 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA NÚMEROS DE MACOLLOS QUE ESPIGAN.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	1,27	0,42	0,66 ns
Variedades de Cebada	2	0,84	0,42	0,66 ns
Error	6	3,84	0,64	
Total	11	5,96		
C.V (%)	16,79			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

### E. NÚMERO DE DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

Al realizar el Análisis de Varianza para el número de días a la madurez fisiológica (Cuadro 17), se pudo apreciar que no existen diferencias estadísticas entre las variedades de cebada.

Se registró un valor promedio de 129,17 días, con un coeficiente de variación de 2,78%.

**CUADRO 17. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	17,67	5,89	0,46 ns
Variedades de Cebada	2	68,67	34,33	2,66 ns
Error	6	77,33	12,89	
Total	11	163,67		
C.V (%)	2,78			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

### F. ALTURA DE LA PLANTA A LA MADUREZ FISIOLÓGICA

Al realizar el Análisis de Varianza para la altura de la planta (Cuadro 18), se pudo observar que no existen diferencias estadísticas entre las variedades de cebada.

El promedio fue de 82,84 centímetros, con un coeficiente de variación de 7,70%.

**CUADRO 18. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA ALTURA DE PLANTA.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	331,68	110,56	2,71 ns
Variedades de Cebada	2	335,44	167,72	4,12 ns
Error	6	244,33	40,72	
Total	11	911,45		
C.V (%)	7,70			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

### G. NÚMERO DE DIAS A LA COSECHA

Al realizar el Análisis de Varianza para el número de días a la cosecha (Cuadro 19), se pudo visualizar que no existe significancia estadística entre las variedades de cebada.

En promedio se registró un valor de 139,00 días con un coeficiente de variación de 2,39%.

**CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE DÍAS A LA COSECHA.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	31,33	10,44	0,95 ns
Variedades de Cebada	2	96,50	48,25	4,38 ns
Error	6	66,17	11,03	
Total	11	194,00		
C.V (%)	2,39			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**H. RESISTENCIA A ROYA DE LA HOJA (*Puccinia hordei* Otth.) Y ROYA AMARILLA (*Puccinia striiformis* Westendorp).**

En el Cuadro 20, se observa que la variedad Rita (V2), con 100% de ataque presenta susceptibilidad a *Puccinia striiformis* Westendorp. (Anexo 5), INIAP Pacha 2003 (V1) e INIAP Cañicapa 2003 (V3) con una incidencia del 20% para las dos variedades, muestran una resistencia moderada.

Para *Puccinia hordei* Otth, (Anexo 6), la variedad Rita (V2) con un 80 % de ataque, presenta una moderada susceptibilidad, INIAP Pacha 2003 (V1) con un 20% de ataque, resultó moderadamente resistente en tanto que INIAP Cañicapa 2003 (V3) con una incidencia del 5% es muy resistente.

Para el virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV), se observa que la variedad Rita (V2), exhibe el rango más alto con un valor de 7, mientras que INIAP Cañicapa 2003 (V3) con una cifra de 1 presenta el menor ataque, INIAP Pacha 2003 (V1) ocupa un rango intermedio con una cifra correspondiente a 4.

Además se visualizó la presencia de *Ustilago nuda*. (Anexo 7) a una escala significativa en la variedad INIAP Pacha 2003 (V1), cuyo valor es de 3.

**CUADRO 20. INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>PATÓGENO</b> <b>VARIEDAD</b>	<i>Puccinia striiformis W</i>	<i>Puccinia hordei Otth</i>	<b>BYDV</b>	<i>Ustilago nigra</i>
<b>INIAP PACHA 2003 (V1)</b>	20 MR	20 MR	4	3
<b>RITA (V2)</b>	100 S	80 MS	7	
<b>INIAP CAÑICAPA 2003 (V3)</b>	20 MR	5	1	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

### I. NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA

Al realizar el Análisis de Varianza para el número de granos por espiga (Cuadro 21), se aprecian diferencias significativas al 1% entre las diferentes variedades de cebada, con un coeficiente de variación de 12,26% y una media general de 24,06 granos por espiga.

**CUADRO 21. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	2,05	0,68	0,08 ns
Variedades de Cebada	2	718,53	359,27	41,29**
Error	6	52,21	8,70	
Total	11	772,79		
C.V (%)	12,26			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

La prueba de Tukey al 5% Cuadro 22 y Gráfico 4, muestran que la variedad Rita (V2) con 34,71 granos por espiga se ubica en el rango A correspondiente al valor más alto para esta variable, mientras que las variedades INIAP Cañicapa 2003 (V3) con 20,91 e INIAP Pacha 2003 (V1) con 16,55 granos por espiga respectivamente, comparten el rango B.

**CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI.**

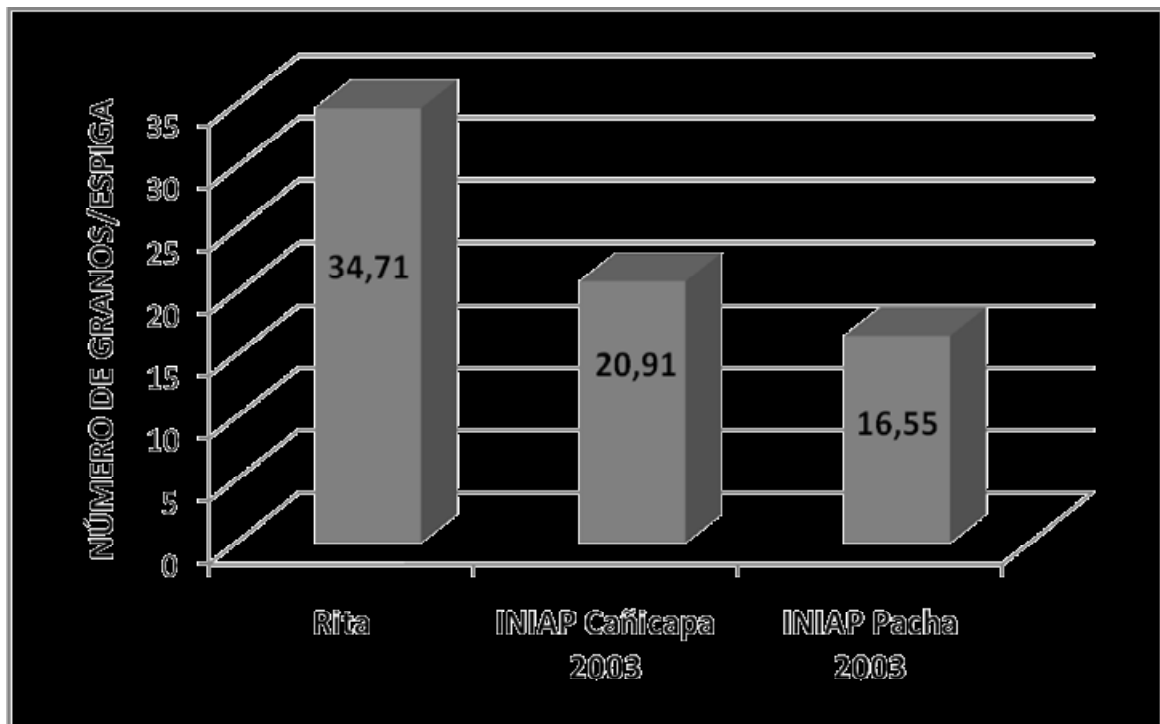
<b>VARIEDADES DE CEBADA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
(V2) Rita	34,71	A
(V3) INIAP Cañicapa 2003	20,91	B
(V1) INIAP Pacha 2003	16,55	B

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

Esta marcada variabilidad entre los diferentes tratamientos, se fundamenta en el tipo de espiga, puesto que Rita (V2) es una variedad hexastica y por consecuencia tiene un mayor número de hileras en cada espiga, producen también un mayor número de granos, a diferencia de INIAP Pacha 2003 (V1) e INIAP Cañicapa 2003 (V3) que poseen únicamente dos hileras de grano en sus espigas.

Los valores obtenidos en la presente investigación, en lo referente a INIAP Cañicapa 2003 (V3) e INIAP Pacha 2003 (V1); es de 20,91 y 16,55 granos por espiga respectivamente, los cuales son inferiores a los reportados por el INIAP en el Cuadro 1, que corresponden a 30 granos por espiga para las dos variedades, debido a que en la hacienda Tunshi, la precipitación registrada en el año 2009 durante la realización del ensayo fue de 318,1 mm (Anexo. 20 y 21) por debajo de lo requerido que de acuerdo con el INIAP (2008) es de 400 a 600 mm durante el ciclo de cultivo.



**GRÁFICO 4. NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

#### **J. NÚMERO DE GRANOS POR PLANTA**

Al realizar el Análisis de Varianza para el número de granos por planta (Cuadro 23), se pudo apreciar que no existe significancia estadística entre las variedades de cebada.

En promedio se registró un valor de 107,60 granos, con un coeficiente de variación de 28,67%.

**CUADRO 23. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE GRANOS POR PLANTA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	4595,29	1531,76	1,61 ns
Variedades de Cebada	2	8496,19	4248,09	4,46 ns
Error	6	5711,25	951,88	
Total	11	18802,72		
C.V (%)	28,67			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

#### **K. PESO DEL GRANO POR PLANTA**

Al realizar el Análisis de Varianza para el peso del grano por planta (Cuadro 24), se pudo apreciar que no existe significancia estadística entre las variedades de cebada.

En promedio se registró un valor de 3,86 gramos, con un coeficiente de variación de 13,80%.

**CUADRO 24. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO (g) DEL GRANO POR PLANTA DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	0,92	0,31	1,09 ns
Variedades de Cebada	2	1,65	0,82	2,91 ns
Error	6	1,70	0,28	
Total	11	4,27		
C.V (%)	13,80			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

#### **L. PESO DE MIL SEMILLAS**

En el Análisis de Varianza, Cuadro 25; para el peso de mil semillas, se aprecian diferencias significativas al 1% entre las diferentes variedades de cebada, con un coeficiente de variación de 5,18% y una media general de 43,08 gramos por mil semillas.

**CUADRO 25. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO (g) DE MIL SEMILLAS DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	6,92	2,31	0,46 ns
Variedades de Cebada	2	1400,17	700,08	140,80**
Error	6	29,83	4,97	
Total	11	1436,92		
C.V (%)	5,18			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

En la prueba de Tukey al 5%, Cuadro 26 y Gráfico 5; se observan tres rangos. En el rango A se encuentra la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) con un valor medio de 57,50 gramos; en el rango B se encuentra INIAP Pacha 2003 (V1) con 40,25 gramos en promedio y finalmente esta la variedad Rita (V2) con 31,50 gramos en el rango C.

La variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) presentó el mayor peso correspondiente a mil semillas, debido a que sus granos fueron los más grandes y uniformes en comparación con INIAP Pacha 2003 (V1) y Rita (V2) que es una variedad de seis hileras. Al respecto, VARGAS, F (2003) citando a GUERRERO (1986), manifiesta que los granos provenientes de las hileras laterales de las variedades de seis hileras, presentan un tamaño y un peso 13 a 20% inferior, que los granos provenientes de las variedades de dos hileras.

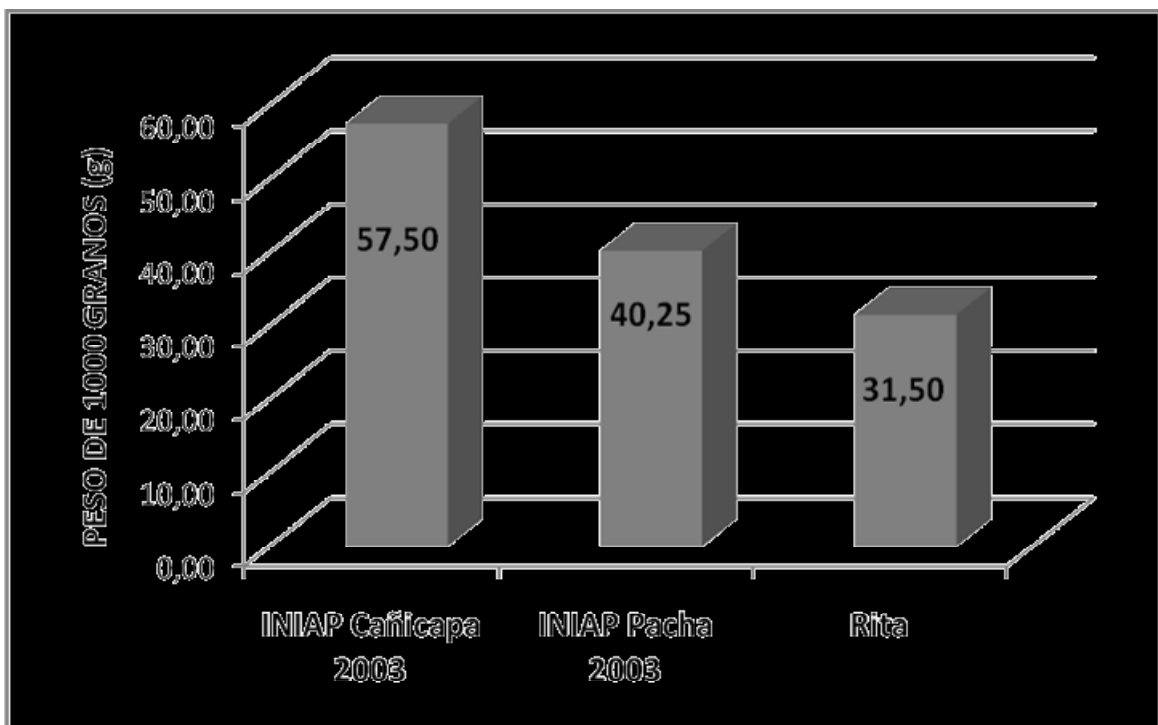
Al comparar los datos del ensayo con los registrados por el INIAP (Cuadro 1), se observa que la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) mostró promedios similares, no así INIAP Pacha 2003 (V1) con medias muy por debajo de las reportadas por el INIAP, debido a la presencia de elevados contenidos de granos que no se han llenado (granos chupados) como consecuencia a una mayor susceptibilidad al stress hídrico (Anexo 20 y 21), resultando totalmente diferente con la información de la variedad, detallada en el Cuadro 2. En relación a lo anteriormente citado, PUJOL M (1998), afirma que el peso de 1000 granos, depende del tamaño y de la densidad del grano, que es una característica varietal, pero está afectado en gran medida por las condiciones ambientales al momento de la maduración del mismo.

**CUADRO 26. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL PESO (g) DE MIL SEMILLAS DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

VARIETADES DE CEBADA	MEDIA	RANGO
(V3) INIAP Cañicapa 2003	57,50	A
(V1) INIAP Pacha 2003	40,25	B
(V2) Rita	31,50	C

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).



**GRÁFICO 5. PESO DE MIL SEMILLAS (g) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

### M. PESO HECTOLÍTRICO

Al realizar el Análisis de Varianza, Cuadro 27; para el peso hectolítrico (kg/hl), se observa que existen diferencias significativas al 1% entre las diferentes variedades de cebada, con un coeficiente de variación del 1,20 % y una media general de 68,31 kg/hl.



**CUADRO 27. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL PESO HECTOLITRICO (Kg/Hl) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>F. V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F.C.</b>
Repeticiones	3	0,98	0,33	0,49 ns
Variedades de Cebada	2	251,17	125,59	187,67**
Error	6	4,01	0,67	
Total	11	256,17		
C.V (%)	1,20			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

En la prueba de Tukey al 5%, Cuadro 28 y Gráfico 6; evidencian la existencia de tres rangos entre las medias de los tratamientos, la variedad que mayor peso hectolítrico posee es Rita (V2) con un valor de 74,45 kg/hl, ubicándose en el rango A, en el rango B se encuentra INIAP Cañicapa 2003 (V3) con 67 kg/hl y finalmente INIAP Pacha 2003 (V1) en el rango C con 63,48 kg/hl.

Las diferencias en cuanto al peso hectolítrico, se fundamentan en que Rita (V2) es una variedad de grano desnudo no así INIAP Cañicapa 2003 (V3) e INIAP Pacha 2003 (V1) que presentan el grano completamente cubierto por las glumillas. Al respecto PUJOL M (1998), manifiesta que en la cebada el peso hectolítrico está afectado, básicamente, por el tipo de grano (dos o seis carreras), por la importancia de las glumillas y por las condiciones de maduración; por otra parte, algunas variedades muestran tendencia a retener en el grano, después de la trilla, una base de la arista de mayor longitud que otros, lo que se traduce en una disminución de su peso hectolítrico, sin correspondencia con su pérdida de calidad.

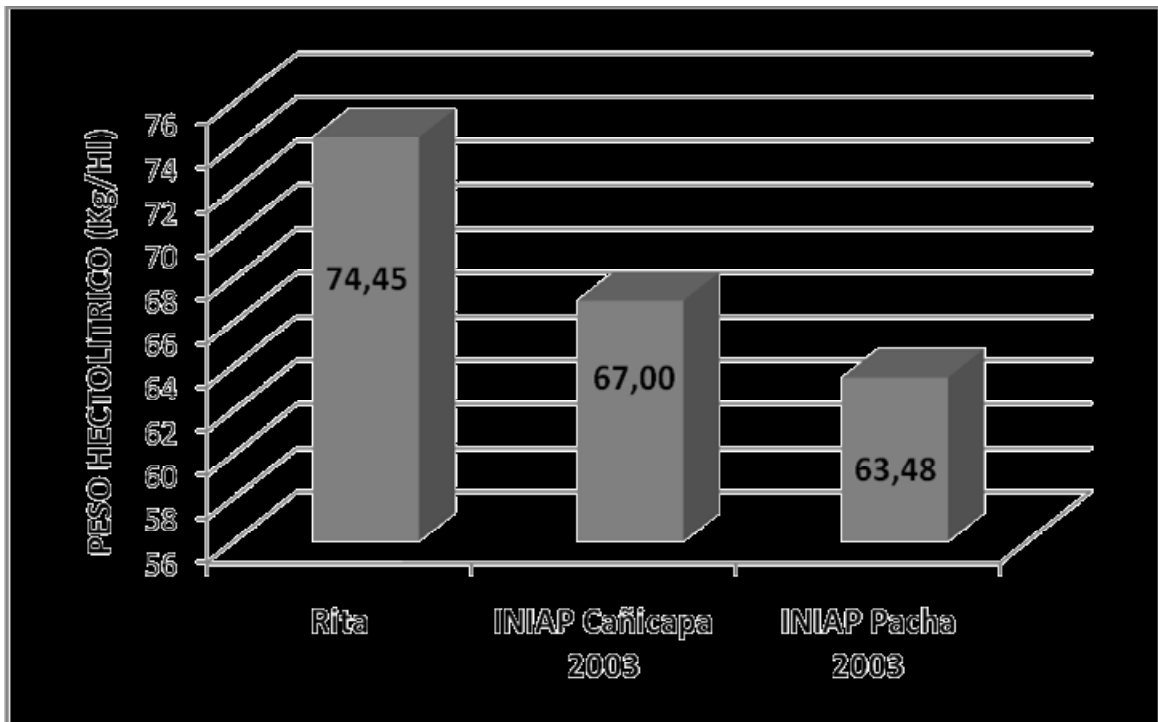
En cuanto a la calidad de la cebada para el consumo alimentario, el peso hectolítrico de las tres variedades empleadas en la presente investigación, sobrepasan el rango mínimo aceptable que de acuerdo con el INEN (2004), (Cuadro 7) es de 60 kg/hl.

**CUADRO 28. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL PESO HECTOLITRICO (Kg/Hl) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>VARIEDADES DE CEBADA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
(V2) Rita	74,45	A
(V3) INIAP Cañicapa 2003	67,00	B
(V1) INIAP Pacha 2003	63,48	C

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).



**GRÁFICO 6. PESO HECTOLÍTRICO (Kg/Hl) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

## N. RENDIMIENTO

Al realizar el Análisis de Varianza (Cuadro 29), para el rendimiento (kg/ha) de tres variedades de cebada, se observa que existen diferencias significativas al 5% entre las diferentes variedades, con un coeficiente de variación del 23,33 % y una media general de 2287,70 kg/ha.

**CUADRO 29. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO (Kg/ha) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

F. V	G. L.	S. C.	C.M.	F.C.
Repeticiones	3	546709,92	182236,64	0,64 ns
Variedades de Cebada	2	4291801,46	2145900,73	7,53*
Error	6	1708925,39	284820,90	
Total	11	6547436,78		
C.V (%)	23,33			

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

En la prueba de Tukey al 5%, Cuadro 30; existen dos niveles de significación, En el nivel A se encuentra la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) con un valor medio de 3031,86 kg/ha; correspondiendo al nivel A y B se encuentra Rita (V2) con una media de 2263,69 kg/ha y finalmente en el nivel B se encuentra la variedad INIAP Pacha 2003 (V1) con un valor promedio de 1567,56 kg/ha.

La variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) tiene un rango de rendimiento de 3000 a 5000 kg/ha (Cuadro 2), el valor obtenido en esta investigación (3031,86 kg/ha), se ubica dentro de lo reportado por el INIAP, no así INIAP Pacha 2003 (V1) con 1567,56 kg/ha, que está lejos de lo conseguido por el INIAP que es de 5000 kg/ha (Cuadro 2).

INIAP Cañicapa 2003 (V3) presentó el mayor rendimiento debido a que resultó ser la variedad más resistente a las enfermedades (Cuadro 20), en relación a las variedades restantes que al ser infectadas por diferentes patógenos, sus rendimientos son totalmente inferiores a lo esperado. También resultó ser la variedad de cebada más tolerante al stress hídrico, coincidiendo con la información del INIAP (Cuadro 2), lo que implica una gran adaptabilidad a las condiciones agroecológicas (Anexo 20 y 21) de la hacienda Tunshi.

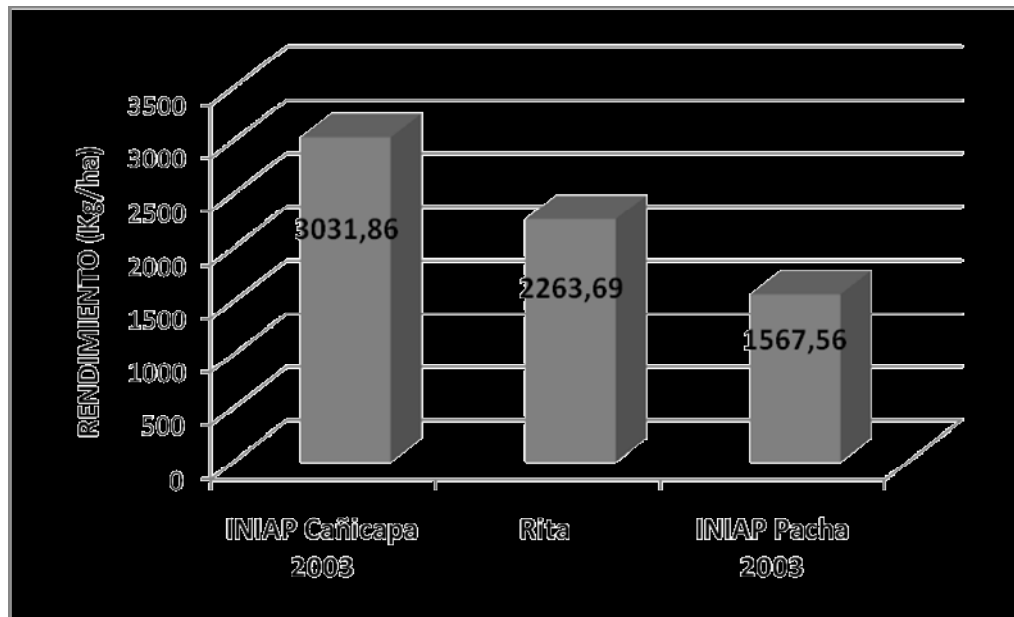
En lo referente al rendimiento nacional promedio por hectárea que según AGRYTEC (2010), es de 600 kg/ha (0,6 Tm/ha) el más bajo en América del Sur, los resultados obtenidos en el ensayo para las tres variedades de cebada (INIAP Pacha 2003, INIAP Cañicapa 2003 y Rita), sobrepasan ampliamente la media producida en el Ecuador, en especial INIAP Cañicapa 2003 por lo que es necesario difundir y cultivar en Tunshi y zonas similares este tipo de variedades mejoradas con la finalidad de incrementar y satisfacer la demanda.

**CUADRO 30. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA EL RENDIMIENTO (Kg/ha) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

<b>VARIEDADES DE CEBADA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>RANGO</b>
(V3) INIAP Cañicapa 2003	3031,86	A
(V2) Rita	2263,69	AB
(V1) INIAP Pacha 2003	1567,56	B

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).



**GRÁFICO 7. RENDIMIENTO (Kg/ha) DE TRES VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

## O. ANÁLISIS ECONÓMICO

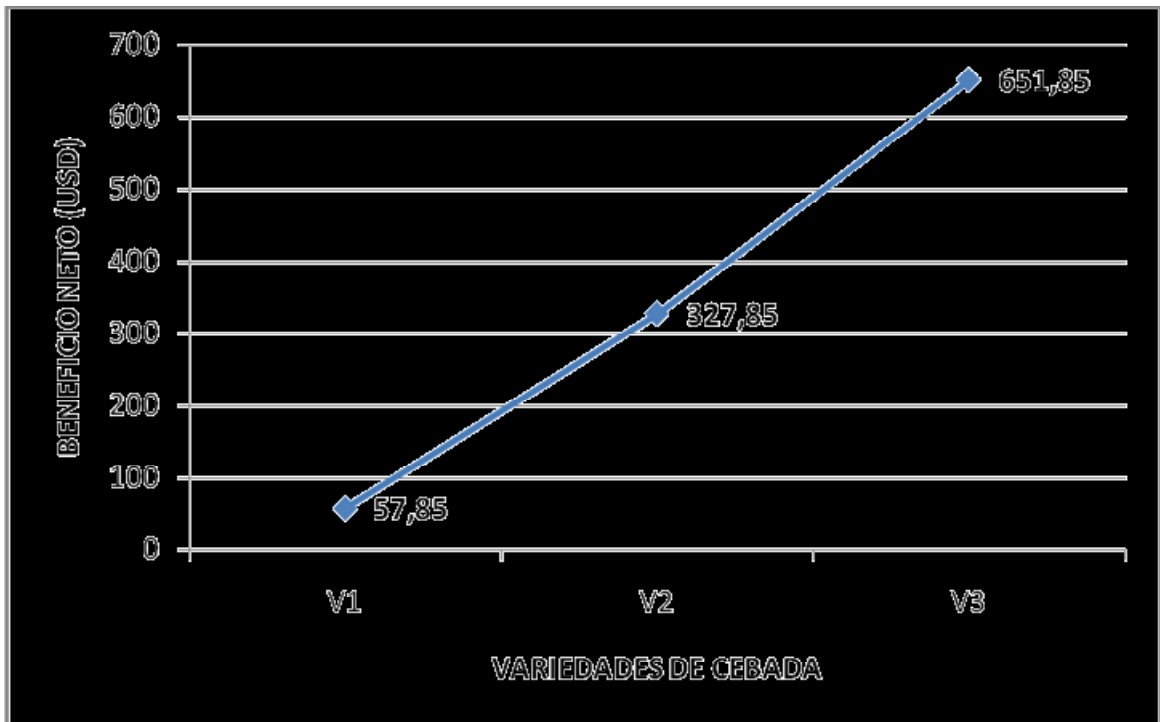
**CUADRO 31. RELACIÓN COSTO / BENEFICIO DE LAS VARIEDADES DE CEBADA EN TUNSHI, 2009.**

VARIETADES	RENDIMIENTO (Kg/ha)	COSTOS DE PRODUCCION	BENEFICIO BRUTO	BENEFICIO NETO	RELACION COSTO/ BENEFICIO
<b>V1</b>	1567,56	712,15	770	57,85	1,08
<b>V2</b>	2263,69	772,15	1100	327,85	1,42
<b>V3</b>	3031,86	844,15	1496	651,85	1,77

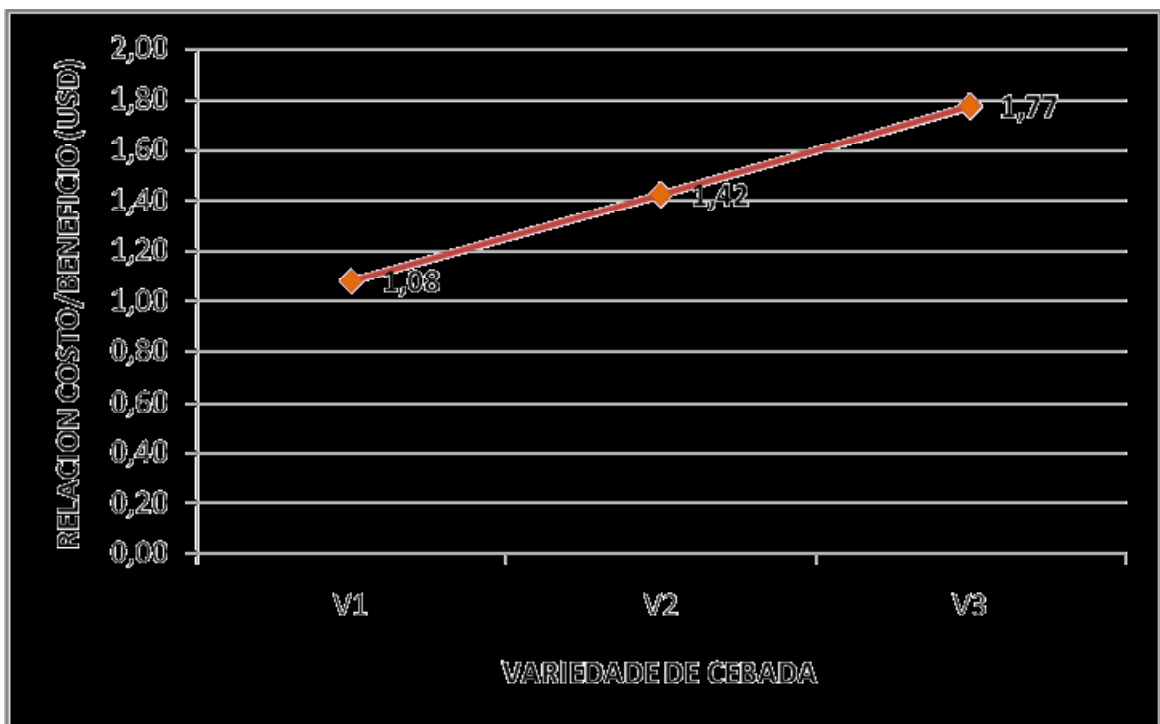
Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

Como se muestra en el Cuadro 31, la variedad que mayores ingresos genera como consecuencia de un elevado rendimiento y por lo tanto representa una excelente alternativa a ser utilizada en la hacienda Tunshi, es la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) que arroja un beneficio neto de 651,85 USD/ha (Gráfico 8) y una relación costo/beneficio (retorno de la inversión) de 1,77 USD (Gráfico 9). La variedad INIAP Pacha 2003 (V1) con el rendimiento más bajo, es la que tiene un menor beneficio neto correspondiente a 57,85 USD/ha (Gráfico 8) y una relación costo/beneficio (retorno de la inversión) de 1,08 USD (Gráfico 9).



**GRÁFICO 8. CURVA DEL BENEFICIO NETO (USD) PARA LAS TRES VARIEDADES DE CEBADA.**



**GRÁFICO 9. CURVA DE LA RELACION COSTO/BENEFICIO (USD) PARA LAS TRES VARIEDADES DE CEBADA.**

## **P. ANÁLISIS NUTRICIONAL**

Con base en el análisis proximal (Anexos 27, 28 y 29), se puede apreciar que el mayor contenido de proteína lo tiene la variedad INIAP Pacha 2003 (V1) con un 13,10 % (Gráfico 10); a continuación se ubica la variedad Rita (V2) con 12,71 % de proteína (Gráfico 10) y finalmente con 12,37 % (Gráfico 10) está la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3). Al respecto, el INEN (2004) (Cuadro 7), menciona que el requerimiento mínimo de proteína del grano de cebada destinado para la alimentación humana es del 12 %.

Al cotejar los datos del ensayo con los reportados por el INIAP, la variedad INIAP Pacha 2003 (V1) presentó un porcentaje proteínico (13,10 %) elevado a diferencia de lo que registra el INIAP (Cuadro 3) que es del 9,60 %; en cambio INIAP Cañicapa 2003 (V3) mostró un contenido de proteína (12,37 %) inferior a lo obtenido por el INIAP que es del 13,99 %.

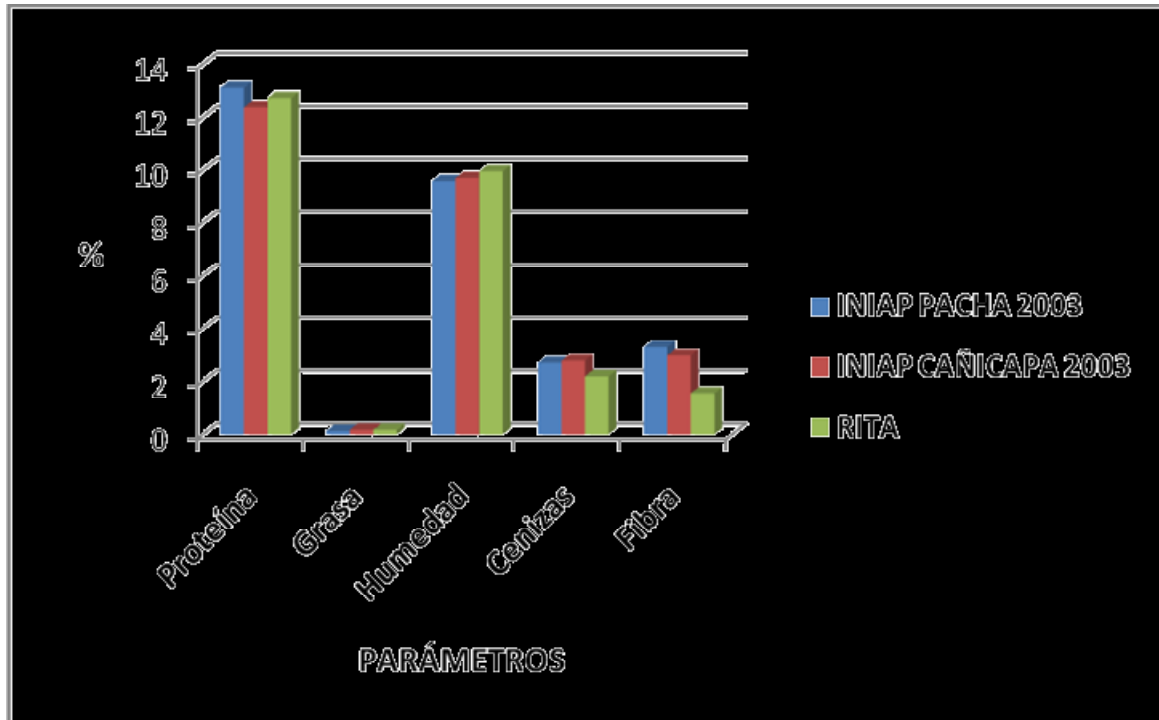
En lo referente a los contenidos de fibra (Anexos 27, 28 y 29), la variedad de cebada con el más alto porcentaje es INIAP Pacha 2003 (V1) con 3,28 % (Gráfico 10), a continuación esta la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) con 2,97 % (Gráfico 10) y finalmente se ubica la variedad Rita (V2) con un porcentaje de fibra del 1,55 % (Gráfico 10).

Los valores obtenidos en la presente investigación, correspondientes a las variedades INIAP Pacha 2003 (V1) e INIAP Cañicapa 2003 (V3) con porcentajes de 3,28 % y 2,97 % respectivamente, están por debajo de lo reportado por el INIAP (Cuadro 3) que son de 5,75 % para INIAP Pacha 2003 y 5,65 % para INIAP Cañicapa 2003.

El porcentaje más elevado de ceniza le pertenece a la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) con 2,78 % (Gráfico 10), le sigue la variedad INIAP Pacha 2003 (V1) con 2,70 % y el último lugar lo ocupa la variedad Rita (V2) con un porcentaje de ceniza del 1,55 % (Gráfico 10).

Estos datos, para la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) e INIAP Pacha 2003 (V1) con 2,78 % y 2,70 % respectivamente, al compararlos con los reportes del INIAP (Cuadro 3),

se observa que comparten cierta similitud como es el caso para la variedad INIAP Cañicapa 2003 con un porcentaje del 2,36 % y para la variedad INIAP Pacha 2003 con 2,05 % de ceniza.



**GRÁFICO 10. CONTENIDO NUTRICIONAL DE LAS TRES VARIEDAD DE CEBADA.**

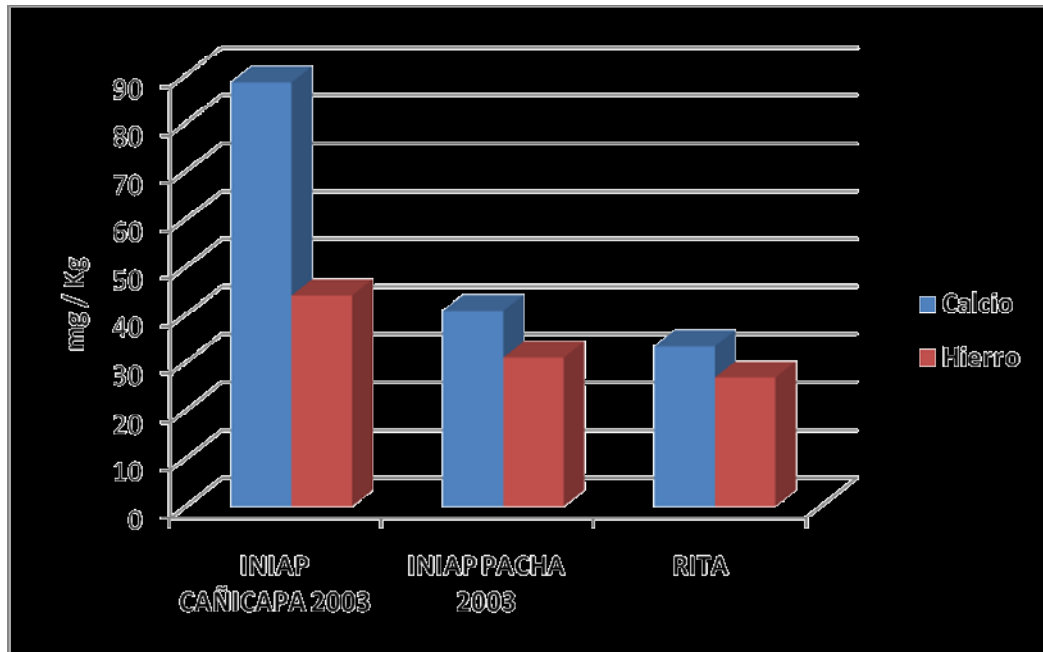
En cuanto al contenido de minerales (Cuadro 32), los granos de cebada de la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) muestran los contenidos más elevados de calcio y hierro de 88,49 y 44,03 mg/Kg respectivamente (Gráfico 11), los valores más bajos le corresponden a la variedad Rita (V2) con 33,34 mg/Kg de calcio y 26,78 mg/Kg de hierro (Anexo 27, 28 y 29).

**CUADRO 32. CONTENIDO DE MINERALES DE LAS TRES VARIEDADES DE CEBADA.**

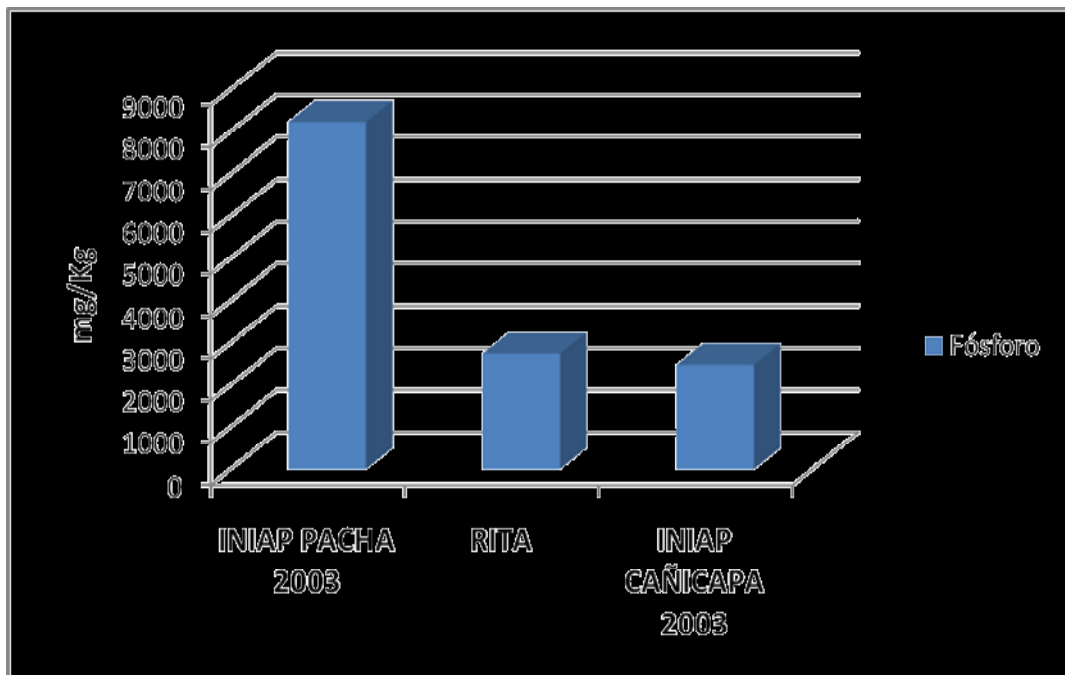
ELEMENTO	UNIDAD	INIAP CAÑICAPA 2003	INIAP PACHA 2003	RITA
<b>Calcio</b>	mg/Kg	88,49	40,82	33,34
<b>Hierro</b>	mg/Kg	44,03	31,04	26,78
<b>Fósforo</b>	mg/Kg	2484,34	8231,72	2748,79

FUENTE: LABORATORIO CESSTA. (2010).

El elemento fósforo (Cuadro 32 y Gráfico 12), se encuentra en mayor concentración en la variedad INIAP Pacha 2003 (V1) con 8231,72 mg/Kg y en menor concentración en la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) con 2484,34 mg/Kg (Anexos 27, 28 y 29).



**GRÁFICO 11. CONTENIDO DE MINERALES DE LAS TRES VARIEDADES DE CEBADA.**



**GRÁFICO 12. CONTENIDO DE FÓSFORO DE LAS TRES VARIEDADES DE CEBADA.**



## **VI. CONCLUSIONES**

- A. La variedad que mejor se adaptó a las condiciones agroecológicas de la hacienda Tunshi, fue INIAP Cañicapa 2003 (V3), la misma que presentó el valor más alto en peso de mil semillas (57,50 g), un peso hectolítrico (67,00 kg/Hl) óptimo y un rendimiento totalmente superior al resto de variedades, correspondiente a 3031,86 kg/ha, lo que se traduce en un mayor beneficio neto de 651,85 USD y una relación costo/beneficio (retorno de la inversión) de 1,77 USD. Así mismo mostró la más elevada resistencia a las enfermedades: *Puccinia striiformis Westendorp*, *Puccinia hordei Otth*, BYDV y *Ustilago nuda* así como una excelente tolerancia al stress hídrico.
- B. La variedad Rita (V2), resultó con el menor número de días a la emergencia (8,75 días). También registró el mayor número de granos por espiga (34,71), debido a que es una variedad hexastica y un peso hectolítrico de 74,45 kg/hl, el más alto para esta variable en relación con el resto de las variedades.
- C. El valor nutritivo del grano de la variedad INIAP Pacha 2003 (V1), reflejó los mejores porcentajes de proteína del 13,10 %, fibra 3,28 % y el 2,70 % de ceniza; pero por consecuencia de los bajos rendimientos obtenidos (1567,56 kg/ha) no es económicamente viable su cultivo en la zona, siendo necesario emplear la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) que presentó contenidos nutricionales intermedios correspondientes al 12,37 % de proteína, 2,97 % de fibra y el 2,78 % de ceniza.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- A. Para la hacienda Tunshi se recomienda sembrar la variedad de cebada INIAP Cañicapa 2003, por su excelente adaptación a la zona, un elevado rendimiento, un valor nutricional óptimo y sobre todo por ser altamente resísete a las enfermedades.
- B. Utilizar semilla certificada y variedades resistentes a las enfermedades que permitan obtener buenos rendimientos y reducir al máximo los costos de producción.
- C. Realizar más investigaciones con otras variedades de cebada en aspectos referentes a la fertilización, resistencia a las enfermedades y su aporte nutritivo a la alimentación humana.
- D. Determinar diferentes proporciones de mezcla de la cebada con otros cereales y leguminosas, con el propósito de complementar los nutrientes faltantes y así obtener derivados de alto valor nutricional, destinados a la alimentación humana.

## **VIII. RESUMEN**

La presente investigación propone: evaluar el rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional de cebada (*Hordeum vulgare L.*) en Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; además determinar cuál de ellas es la mejor desde el punto de vista económico y nutricional. El material vegetativo empleado lo constituyeron las variedades INIAP Pacha 2003, INIAP Cañicapa 2003 (variedades dísticas) y Rita (variedad hexastica) a razón de 130 kg/ha, utilizando DBCA, con tres tratamientos y 4 repeticiones. Las dimensiones de las unidades experimentales fueron de 30m<sup>2</sup>, evaluando 16 variables. Resultando la variedad Rita la más precoz con 8,75 días a la emergencia, las evaluaciones sobre la resistencia a roya de la hoja (*Puccinia hordei Otth.*) y roya amarilla (*Puccinia striiformis Westendorp*) arrojan que la variedad INIAP Cañicapa 2003 impide o retarda de mejor manera el desarrollo de los patógenos. El número de granos por espiga fue el mayor en la variedad Rita con 34,71 así como su peso hectolítrico, debido principalmente al número de hileras que posee que son seis y por ser una cebada de grano desnudo. El rendimiento más alto le correspondió a la variedad INIAP Cañicapa 2003 con 3031,86 kg/ha, siendo un excelente beneficio neto para el agricultor correspondiente a 651,85 USD y un retorno de la inversión de 1,77 USD; ya que fue la variedad más resistente a las enfermedades y tolerante a las condiciones agroecológicas de Tunshi. Nutricionalmente la mejor cebada fue INIAP Pacha 2003 con un 13,10 % de proteína, pero por efecto de su bajo rendimiento, para la zona de Tunshi se recomienda INIAP Cañicapa 2003 con un contenido proteínico intermedio de 12,37%.

## **IX. SUMMARY**

This research work proposes: to evaluate the performance of two improved varieties of barley and one traditional variety of barley (*Hordeum vulgare L.*) in Tunshi, parish of Licto, in the city of Riobamba, province of Chimborazo; in addition to determine, which of them is the best taking into account the economical and nutritional aspects. The vegetative material used was built by the varieties INIAP Pacha 2003, INIAP Cañicapa 2003 ("disticas" varieties) and Rita ("hexastica" variety) at a rate of 130 Kg/ha, using DBCA, with three treatments and 4 repetitions. The dimensions of the experimental units were of 30m<sup>2</sup>, evaluating 16 variables. Rita was the earliest variety with 8.75 days to the emergency, the evaluations about the resistance to "roya" of leave (*Puccinia hordei Otth*) and yellow roya (*Puccinia striiformis Westendorp*) show a result that the variety INIAP Canicapa 2003 prevent or retard in a better way the infectious development. The number of grains by ear was higher in Rita variety with 34.71, as well as a hectolitic weight, mainly due to the number in a row which are six for being barley of bare grain. The higher performance belonged to the INIAP Canicapa 2003 variety, with 3031.86 Kg/ha, being an excellent net benefit for the farmer of 651.85 USD and a profit of 1,77 USD; because it was the most resistant variety to the illnesses and tolerant to the agro-ecological conditions in Tunshi. Taking into account the nutritional aspect, the best barley was INIAP Pacha 2003 with a 13,10 % of protein, but for effect of its low performance, for the zone of Tunshí, it is recommended INIAP Canicapa 2003 with an average protein content of 12.37 %.

## X. **BIBLIOGRAFÍA**

1. AGRYTEC, 2009 Cultivo de cebada es aún incipiente Disponible en [http://agrytec.com/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=6376](http://agrytec.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=6376) Consultado en Febrero del 2010.
2. AGROSISTEMAS S.A, 2003 Perfil de la Cebada- plagas y Enfermedades Disponible en: <http://www.agrosistemas.es/Servicios/Perfiles%20de%20cultivos/Cebada/cebada6.htm> Consultado en Abril del 2009.
3. \_\_\_\_\_, 2003 Perfil de la cebada Características Disponible en <http://www.agrosistemas.es/Servicios/Perfiles%20de%20cultivos/Cebada/cebada2.htm> Consultado en Abril del 2009.
4. \_\_\_\_\_, 2003 Perfil de la cebada Exigencias Disponible en <http://www.agrosistemas.es/Servicios/Perfiles%20de%20cultivos/Cebada/cebada4.htm> Consultado en Abril del 2009.
5. A.P. Roelfs, Singh, R.P., Saari, E.E, 1992 Las royas del trigo: conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades Disponible en <http://www.cimmyt.org/english/docs/manual/royastrigo.pdf> Consultado en Mayo del 2009.
6. Abc AGRO, 2004 El Cultivo de la Cebada Disponible en [www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm) Consultado en Abril del 2009.
7. \_\_\_\_\_, 2004 El Cultivo de la Cebada Disponible en [www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada2.htm](http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada2.htm) Consultado en Abril del 2009.
8. BROERS, LHM Resistencia duradera en cultivos alto andinos Memorias del primer taller sobre resistencia duradera en cultivos alto andino de Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador 1994 LHM Broers, INIAP-WAU-DGIS Editores Quito Ecuador 44-45 pp.

9. HOLDRIDGE, Leslier 1982 Ecología basado en zonas de vida Segunda edición Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura San José Costa Rica. 8-9 pp.
10. ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y GANADERIA, 2001 Océano / Centrum Editorial Océano Barcelona España 319-321 pp.
11. ENCICLOPEDIA AGROPECUARIA TERRANOVA, 1998 Producción agrícola Tomo II Terranova Editores Santafé de Bogotá Colombia 106-107-108 pp.
12. EL CAMPIRAN, 2007 Plagas y enfermedades de la cebada Disponible en [http://www.oeidruszacatecas.gob.mx/oeidrus\\_zac/zacatecas/periodico/07/MAY/4.html](http://www.oeidruszacatecas.gob.mx/oeidrus_zac/zacatecas/periodico/07/MAY/4.html) Consultado en Abril del 2009.
13. EDIFARM, 2008 Vademecum Agrícola Disponible en <http://www.edifarm.com.ec/ConsultasEnLinea/Paginas/contenedor.html#> Consultado en Mayo del 2009.
14. FEDERACION NACIONAL DE CULTIVADORES DE CEREALES Y LEGUMINOSAS, 2007 Cebada Disponible en [http://fenalce.net/pagina.php?p\\_a=50](http://fenalce.net/pagina.php?p_a=50) Consultado en Abril del 2009.
15. GOMEZ. L, 2005 Cebada Disponible en <http://www.samconet.com/productos/producto13/descripcion13.htm> Consultado en Abril del 2009.
16. INFOCEBADA, 2006 Información sobre la Cebada Disponible en <http://infocebada.galeon.com/nutricional.htm> Consultado en Abril del 2009.
17. INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS 2008 Guía técnica de cultivos Quito Ecuador INIAP Manual No. 73 Cebada ficha 1 y 2.

18. \_\_\_\_\_, 2003 Guía práctica para los agricultores cebaderos de la Sierra Ecuatoriana Plegable No 198 Estación Experimental Santa Catalina Quito Ecuador 2 – 4 pp.
19. \_\_\_\_\_, 2003 INIAP Cañicapa 2003 La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína Plegable No 208 Estación Experimental Chuquipata Cañar Ecuador 3 – 4 pp.
20. \_\_\_\_\_, 2003 INIAP Pacha 2003 Nuevas variedades de cebada de dos hileras para el Austro Ecuatoriano Plegable No 209 Estación Experimental Chuquipata Cañar Ecuador 3 – 4 pp.
21. INSTITUTO NACIONAL ECUATORIANO DE NORMALIZACION 2004 Norma técnica ecuatoriana Granos y cereales. Cebada. Requisitos NTE INEN 1559 [CD-ROM]. Riobamba, 2009, 3,4 pp.
22. MONAR, C. 1992. Efecto de Épocas de Siembra y Densidad de Maíz (*Zea mays. L*) en el Sistema Intercalado con Caupi (*Virginia ungmculata Wolp*). Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayaguez. Facultad de Agricultura. Pg 23.
23. PLANTPROTECTION, 2006 Crecimiento y desarrollo Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/growth01\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/growth01_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
24. \_\_\_\_\_, 2006 Roya Parda (Anaranjada) Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/brownrust\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/brownrust_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
25. \_\_\_\_\_, 2006 Pulgón del Tallo y Pulgón del Grano Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/aphids\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/aphids_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.

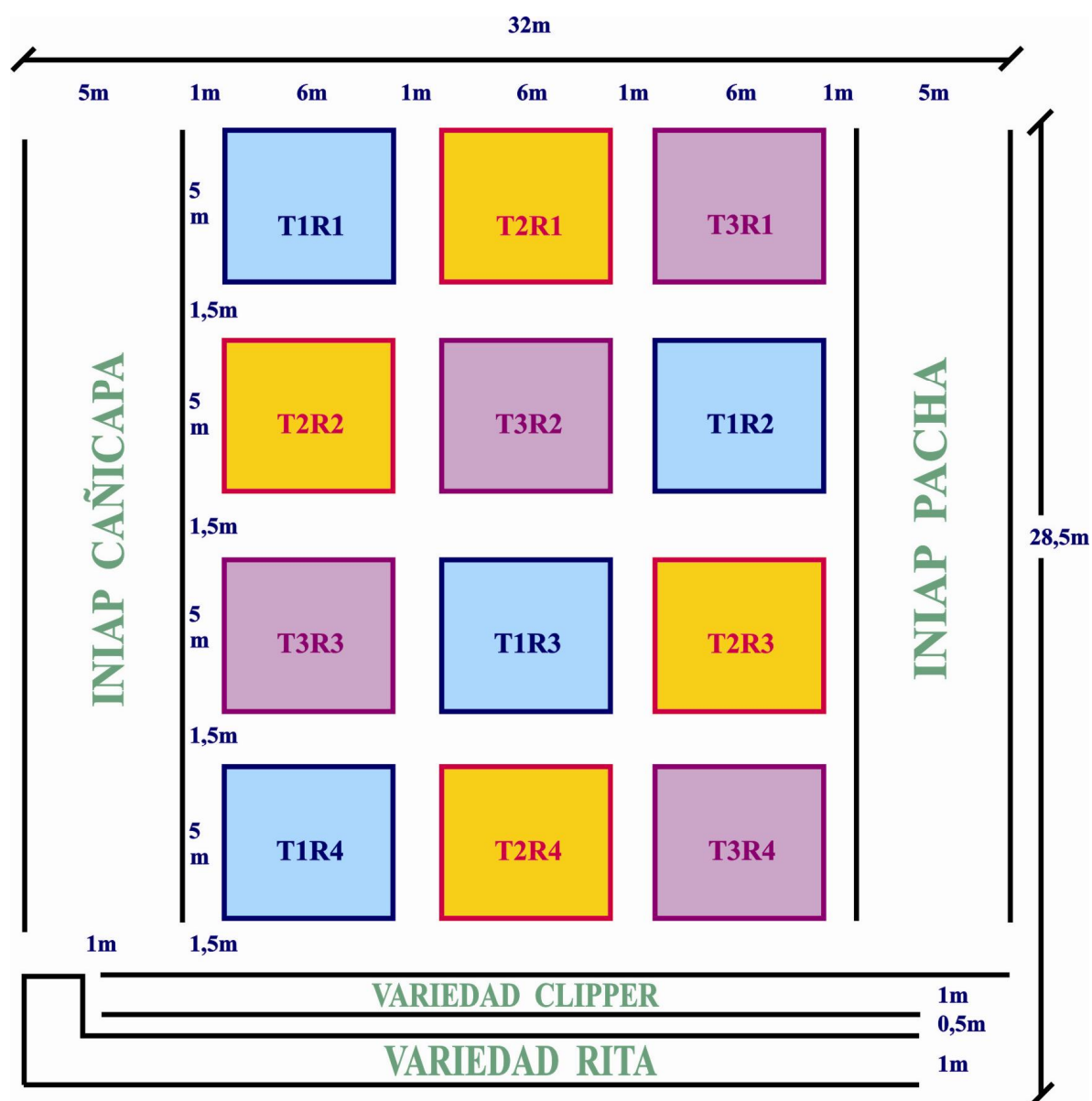
26. \_\_\_\_\_, 2006 Oídio de los Cereales Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/mildew\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/mildew_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
27. \_\_\_\_\_, 2006 Carbón desnudo y carbón negro o semidesnudo Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/loose\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/loose_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
28. \_\_\_\_\_, 2006 Tizón del nudo de la cebada Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/leafstripe\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/leafstripe_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
29. \_\_\_\_\_, 2006 Escaldadura de la hoja de cebada o Rincosporiosis Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/leafscald\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/leafscald_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
30. \_\_\_\_\_, 2006 Virus del enanismo amarillo de la cebada Disponible en [http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/bydv\\_bar.htm](http://www.plantprotection.hu/modulok/spanyol/barley/bydv_bar.htm) Consultado en Abril del 2009.
31. PUJOL. M, 1998 Gramíneas aplicaciones agronómicas Disponible en <http://conreusextensius.com> Consultado en Marzo del 2010.
32. SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA TORRES, Carlos 2004 Ejemplos de escalas diagramáticas de evaluación de enfermedades Disponible en [http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso\\_tingo\\_maria/ejemplos\\_escalas\\_diagramaticas\\_de\\_evaluacion\\_enfermedades.pdf](http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso_tingo_maria/ejemplos_escalas_diagramaticas_de_evaluacion_enfermedades.pdf) Consultado en Mayo del 2009.
33. VARGAS, F 2003 Evaluación Agronómica de seis variedades de cebada (*Hordeum vulgare L.*), En tres localidades de la parroquia Punin, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo Tesis Ing Agr. Riobamba, ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales.



34. VILLACRES, E, 2008 La cebada un cereal nutritivo (50 recetas para preparar)  
INIAP Editorial Grafistas Quito Ecuador pp 1-5, 81-83.
35. VACA 2007 “PROYECTO CARACTERIZACIÓN FISIOLÓGICA DE LA ROYA AMARILLA (*Puccinia striiformis f. Sp. hordei*) DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN LAS PROVINCIAS DE CHIMBORAZO, BOLIVAR, CAÑAR, AZUAY Y LOJA” [CD- ROM]. Riobamba, 2007, Tema 2.
36. WIKIPEDIA, 2009 *Hordeum vulgare* Disponible en [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)  
Consultado en Abril del 2009.

## XI. ANEXOS

### ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO EXPERIMENTAL.



**ANEXO 2. TRAZADO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.**



**ANEXO 3. SIEMBRA DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS.**





**ANEXO 4. RIEGO DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES.**



**ANEXO 5. ROYA AMARILLA (*Puccinia striiformis* Westendorp).**



**ANEXO 6. ROYA DE LA HOJA (*Puccinia hordei* Otth.).**



**ANEXO 7. *Ustilago nuda* PRESENTE EN LA VARIEDAD INIAP PACHA 2003.**



**ANEXO 8. NÚMERO DE DÍAS A LA EMERGENCIA.**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	15,00	11,00	16,00	15,00	57,00	14,25
(V2) Rita	8,00	9,00	10,00	8,00	35,00	8,75
(V3) INIAP Cañicapa 2003	8,00	8,00	10,00	10,00	36,00	9,00
<b>TOTAL</b>	31,00	28,00	36,00	33,00	128,00	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**ANEXO 9. NÚMERO DE DÍAS AL MACOLLAMIENTO.**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	45,00	40,00	35,00	38,00	158,00	39,50
(V2) Rita	38,00	38,00	40,00	45,00	161,00	40,25
(V3) INIAP Cañicapa 2003	33,00	35,00	34,00	33,00	135,00	33,75
<b>TOTAL</b>	116,00	113,00	109,00	116,00	454,00	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**ANEXO 10. NÚMERO DE DÍAS AL ESPIGAMIENTO.**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	86,00	81,00	87,00	79,00	333,00	83,25
(V2) Rita	84,00	88,00	77,00	79,00	328,00	82,00
(V3) INIAP Cañicapa 2003	81,00	84,00	90,00	81,00	336,00	84,00
<b>TOTAL</b>	251,00	253,00	254,00	239,00	997,00	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**ANEXO 11. NÚMERO DE MACOLLOS QUE ESPIGAN.**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	4,55	5,55	4,90	5,55	20,55	5,14
(V2) Rita	6,20	4,25	4,10	3,80	18,35	4,59
(V3) INIAP Cañicapa 2003	5,10	4,05	4,20	4,90	18,25	4,56
<b>TOTAL</b>	15,85	13,85	13,20	14,25	57,15	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

## ANEXO 12. NÚMERO DE DÍAS A LA MADUREZ FISIOLÓGICA.

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	132,00	136,00	132,00	130,00	530,00	132,50
(V2) Rita	129,00	124,00	130,00	129,00	512,00	128,00
(V3) INIAP Cañicapa 2003	121,00	127,00	130,00	130,00	508,00	127,00
<b>TOTAL</b>	<b>382,00</b>	<b>387,00</b>	<b>392,00</b>	<b>389,00</b>	<b>1550,00</b>	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

## ANEXO 13. NÚMERO DE DÍAS A LA COSECHA.

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	144,00	145,00	141,00	142,00	572,00	143,00
(V2) Rita	135,00	136,00	139,00	137,00	547,00	136,75
(V3) INIAP Cañicapa 2003	130,00	138,00	142,00	139,00	549,00	137,25
<b>TOTAL</b>	<b>409,00</b>	<b>419,00</b>	<b>422,00</b>	<b>418,00</b>	<b>1668,00</b>	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

## ANEXO 14. NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA.

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	18	16	16	16	66	16,55
(V2) Rita	31	39	34	35	139	34,71
(V3) INIAP Cañicapa 2003	24	18	20	22	84	20,91
<b>TOTAL</b>	<b>73</b>	<b>72</b>	<b>70</b>	<b>74</b>	<b>289</b>	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

## ANEXO 15. NÚMERO DE GRANOS POR PLANTA.

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	107,00	96,75	95,85	123,45	423,05	105,76
(V2) Rita	195,45	169,60	67,70	131,50	564,25	141,06
(V3) INIAP Cañicapa 2003	92,30	61,95	67,70	81,90	303,85	75,96
<b>TOTAL</b>	<b>394,75</b>	<b>328,30</b>	<b>231,25</b>	<b>336,85</b>	<b>1291,15</b>	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).



**ANEXO 16. PESO (g) DEL GRANO POR PLANTA.**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	3,30	3,40	3,55	4,45	14,70	3,68
(V2) Rita	5,00	4,70	3,80	4,00	17,50	4,38
(V3) INIAP Cañicapa 2003	3,90	3,10	3,05	4,05	14,10	3,53
<b>TOTAL</b>	12,20	11,20	10,40	12,50	46,30	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**ANEXO 17. PESO (g) DE MIL SEMILLAS.**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	42,00	41,00	40,00	38,00	161,00	40,25
(V2) Rita	30,00	30,00	32,00	34,00	126,00	31,50
(V3) INIAP Cañicapa 2003	57,00	56,00	56,00	61,00	230,00	57,50
<b>TOTAL</b>	129,00	127,00	128,00	133,00	517,00	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**ANEXO 18. PESO HECTOLÍTRICO (Kg/Hl).**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	62,70	63,90	63,30	64,00	253,90	63,48
(V2) Rita	74,80	75,10	74,30	73,60	297,80	74,45
(V3) INIAP Cañicapa 2003	67,50	66,60	65,90	68,00	268,00	67,00
<b>TOTAL</b>	205,00	205,60	203,50	205,60	819,70	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

**ANEXO 19. RENDIMIENTO (Kg/ha).**

V. CEBADA	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
(V1) INIAP Pacha 2003	1549,38	1972,67	1397,81	1350,39	6270,25	1567,56
(V2) Rita	2495,15	2416,74	1946,82	2196,03	9054,74	2263,69
(V3) INIAP Cañicapa 2003	3747,47	2036,36	2790,41	3553,21	12127,44	3031,86
<b>TOTAL</b>	7792,00	6425,77	6135,04	7099,62	27452,43	

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON, D. (2010).

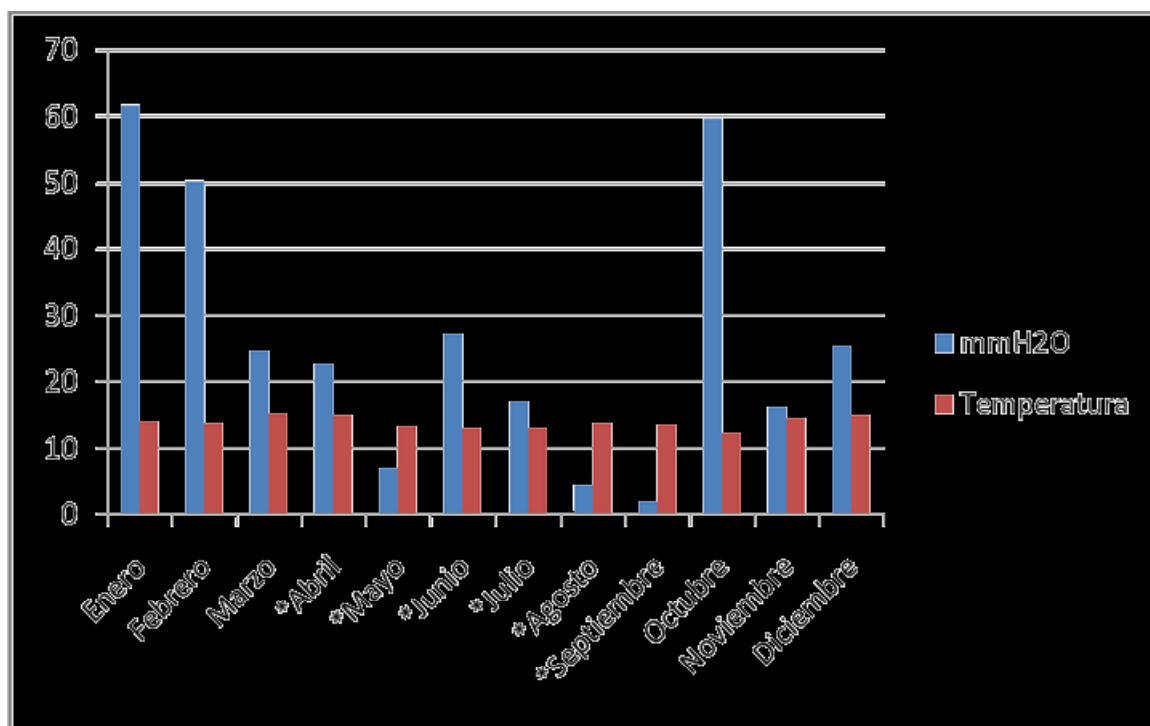


## ANEXO 20. PRECIPITACION Y TEMPERATURA CORRESPONDIENTES AL AÑO 2009.

Mes	mmH2O	Temperatura
Enero	61,5	14,0
Febrero	50,2	13,7
Marzo	24,7	15,2
*Abril	22,8	14,9
*Mayo	7,0	13,3
*Junio	27,2	13,0
*Julio	17,2	13,1
*Agosto	4,3	13,7
*Septiembre	2,0	13,6
Octubre	59,6	12,4
Noviembre	16,2	14,6
Diciembre	25,4	14,9
$\Sigma$	318,1	166,4
<b>Promedio</b>	26,5	13,9

Fuente: Departamento de Meteorología, ESPOCH, 2009

## ANEXO 21. GRÁFICA DE LA PRECIPITACION Y TEMPERATURA CORRESPONDIENTES AL AÑO 2009.



Fuente: Departamento de Meteorología, ESPOCH, 2009

\*Meses en los que se desarrolló el ensayo.

**ANEXO 22. COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE CEBADA MECANIZADA.**

<b>LABOR O ACTIVIDAD</b>	<b>TECNOLOGIA DEL INIAP</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL/ha</b>
<b>1. ANALISIS DEL SUELO</b>	Análisis completo del suelo	1	20	20	20
	<b>Subtotal</b>				<b>20</b>
<b>2. PREPARACION DEL SUELO</b>	Tractor: (arada)	Hora	3	20	60
	Tractor: (rastrada)	Hora	2	20	40
	Tractor: (cruza)	Hora	1	20	20
	<b>Subtotal</b>				<b>120</b>
<b>3. VARIEDADES</b>	INIAP-Cañicapa 2003	kg	110	0,44	44
	INIAP-Pacha 2003				
	<b>Subtotal</b>				44
<b>4. SIEMBRA</b>	Densidad de siembra				
	A máquina 110 kg/ha	Hora	2	20	40
		Jornal	1	7	7
	<b>Subtotal</b>				<b>47</b>
<b>5. FERTILIZACION</b>	18-46-00	kg	150	49	73,5
	Muriato de potasio	kg	50	0,47	23,5
	Urea	kg	50	0,55	27,5
		Jornal	1	7	7
	Aplicación tractor	Hora	1	20	20
	<b>Subtotal</b>				
<b>6. CONTROL QUIMICO DE MALEZAS</b>	Ally	g	15	0,6	9
	Aplicación tractor	Hora	1	20	20
	<b>Subtotal</b>				<b>20</b>

Fuente: INIAP. (2008).

LABOR O ACTIVIDAD	TECNOLOGIA DEL INIAP	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	TOTAL/ha
<b>7. CONTROL FITOSANITARIO</b>	<b>Desinfección semilla</b>	kg	0,11	23	2,53
	Vitabax	kg	110	0,05	5,5
	Desinfección				
	<b>Control de la roya de la hoja y/o amarilla</b>				
	Tilt	Litro	0,5	50	25
	Aplicación tractor	Hora	1	20	20
	<b>Subtotal</b>				<b>53,03</b>
<b>8. COSECHA</b>	Sacos	Unidad	80	0,2	16
	Cosecha combinada	Unidad	80	1	80
	Enfardado	Unidad	200	0,75	150
	<b>Subtotal</b>				<b>246</b>
<b>9. POSCOSECHA</b>	Enscado	Jornales	4	7	28
	<b>Subtotal</b>				<b>28</b>
<b>10. OTROS</b>					
<b>Subtotal</b>					<b>0</b>
<b>11. COSTOS DIRECTOS</b>	<b>TOTAL</b>				<b>738,53</b>
<b>12. RENDIMIENTO</b>	Rendimiento promedio de grano: 3,6 t/ha = 3600 kg = 80 qq/ha	Quintal	80	15	<b>1200</b>
	<b>TOTAL</b>				<b>1200</b>

Fuente: INIAP. (2008).

**ANEXO 23. COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE CEBADA SEMIMECANIZADA.**

	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Arado	Hora/tractor	4	12	48
Rastrado	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total preparación del suelo</b>				<b>72</b>
<b>2. Labores culturales</b>				
Siembra	Jornal	1	7	7
Fertilización complementaria	Jornal	1	7	7
Deshierba (control químico)	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total labores culturales</b>				<b>38</b>
<b>3. Insumos</b>				
Semilla	Kg	130	0,66	85,8
10-30-10	Saco	5	27,87	139,35
Urea	Saco	2	27,5	55
Muriato de potasio	Saco	1	30	30
Herbicida (Metsulfuronmetil)	15 gr	1	7	7
<b>Sub total Insumos</b>				<b>317,15</b>
<b>4. Cosecha</b>				
Cosecha	Jornal	20	7	140
Ensacado	Jornal	4	7	28
Trilla	qq	80	3	240
Transporte	qq	80	0,3	24
<b>Sub total cosecha</b>				<b>432</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>859,15</b>
<b>INGRESOS</b>				
Venta de la cebada	qq	80	15	1200
<b>TOTAL INGRESOS</b>				<b>1200</b>

Fuente: INIAP, (2008).

**ANEXO 24. COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE CEBADA  
DE LA VARIEDAD INIAP CAÑICAPA 2003.**

	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Arado	Hora/tractor	4	12	48
Rastra	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total preparación del suelo</b>				<b>72</b>
<b>2. Labores culturales</b>				
Siembra	Jornal	1	7	7
Fertilización complementaria	Jornal	1	7	7
Deshierba (control químico)	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total labores culturales</b>				<b>38</b>
<b>3. Insumos</b>				
Semilla variedad Iniap Cañicapa 2003	Kg	130	0,66	85,8
10-30-10	Saco	5	27,87	139,35
Nitrato de amonio	Saco	2	21,5	43
Vitabax 300	300 gr	1	6,5	6,5
Rosulfuron 600 WG	15 gr	1	7	7
Sinerg-in	lt	1	12,5	12,5
<b>Sub total Insumos</b>				<b>294,15</b>
<b>4. Cosecha</b>				
Cosecha	Jornal	20	7	140
Ensayado	Jornal	4	7	28
Trilla	qq	68	3,5	238
Transporte	qq	68	0,5	34
<b>Sub total cosecha</b>				<b>440</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>844,15</b>
<b>INGRESOS</b>				
Venta de la cebada	qq	68	22	1496
<b>TOTAL INGRESOS</b>				<b>1496</b>

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON. D, (2010).

**ANEXO 25. COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE CEBADA  
DE LA VARIEDAD INIAP PACHA 2003.**

	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Arado	Hora/tractor	4	12	48
Rastrado	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total preparación del suelo</b>				<b>72</b>
<b>2. Labores culturales</b>				
Siembra	Jornal	1	7	7
Fertilización complementaria	Jornal	1	7	7
Deshierba (control químico)	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total labores culturales</b>				<b>38</b>
<b>3. Insumos</b>				
Semilla variedad Iniap Pacha 2003	Kg	130	0,66	85,8
10-30-10	Saco	5	27,87	139,35
Nitrato de amonio	Saco	2	21,5	43
Vitabax 300	300 gr	1	6,5	6,5
Rosulfuron 600 WG	15 gr	1	7	7
Sinerg-in	lt	1	12,5	12,5
<b>Sub total Insumos</b>				<b>294,15</b>
<b>4. Cosecha</b>				
Cosecha	Jornal	20	7	140
Ensayado	Jornal	4	7	28
Trilla	qq	35	3,5	122,5
Transporte	qq	35	0,5	17,5
<b>Sub total cosecha</b>				<b>308</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>712,15</b>
<b>INGRESOS</b>				
Venta de la cebada	qq	35	22	770
<b>TOTAL INGRESOS</b>				<b>770</b>
<b>BENEFICIO NETO</b>				<b>57,85</b>

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON. D, (2010).

**ANEXO 26. COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE CEBADA DE LA VARIEDAD RITA.**

	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>A. COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Arado	Hora/tractor	4	12	48
Rastra	Hora/tractor	2	12	24
<b>Subtotal preparación del suelo</b>				<b>72</b>
<b>2. Labores culturales</b>				
Siembra	Jornal	1	7	7
Fertilización complementaria	Jornal	1	7	7
Deshierba (control químico)	Hora/tractor	2	12	24
<b>Sub total labores culturales</b>				<b>38</b>
<b>3. Insumos</b>				
Semilla variedad Rita	Kg	130	0,66	85,8
10-30-10	Saco	5	27,87	139,35
Nitrato de amonio	Saco	2	21,5	43
Vitabax 300	300 gr	1	6,5	6,5
Rosulfuron 600 WG	15gr	1	7	7
Sinerg-in	lt	1	12,5	12,5
<b>Subtotal Insumos</b>				<b>294,15</b>
<b>4. Cosecha</b>				
Cosecha	Jornal	20	7	140
Ensacado	Jornal	4	7	28
Trilla	qq	50	3,5	175
Transporte	qq	50	0,5	25
<b>Subtotal cosecha</b>				<b>368</b>
<b>TOTAL COSTOS</b>				<b>772,15</b>
<b>INGRESOS</b>				
Venta de la cebada	qq	50	22	1100
<b>TOTAL INGRESOS</b>				<b>1100</b>
<b>BENEFICIO NETO</b>				<b>327,85</b>

Fuente: Datos de campo. (2009).

Elaboración: LEON. D, (2010).