



## Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias

<b>Fecha de Presentación</b>	Abril 2010.	
<b>Estación Experimental</b>	Santa Catalina.	
<b>Programa / Departamento</b>	Programa de Cereales.	
<b>Proyecto</b>	Convenio de Cooperación Técnica Interinstitucional entre el CORPONIAP y la Cervecería Nacional.	
<b>Resultado</b>	Generación de tecnologías agronómicas para la fertilización química en el cultivo de cebada cervecera.	
<b>Actividad</b>	Efecto de dosis y épocas de aplicación de nitrógeno complementario en cebada cervecera ( <i>Hordeum vulgare</i> L.) variedad Metcalfe.	
<b>Localidad 1</b>		
<b>Ubicación</b>	Provincia: Imbabura. Cantón: Urcuquí. Parroquia: San Blas. Localidad: Pisangacho.	
<b>Localidad 2</b>		
<b>Ubicación</b>	Provincia: Imbabura. Cantón: Antonio Ante. Parroquia: Chaltura. Localidad: Cobuendo.	
<b>Autor(es)</b>	Egda. Daniela Albán M.	
<b>Coautor(es)</b>	Ing. Esteban Falconí C. Ing. Javier Garófalo S. Ing. Yamil Cartagena A.	
<b>Colaborador(es)</b>	Departamento de Manejo de Suelos y Aguas.	
<b>Fecha de Inicio</b>	Abril 2010.	
<b>Fecha de Terminación</b>	Abril 2011.	
<b>Presupuesto</b>	7887.03 USD.	
<b>Fuente(s) de Financiamiento</b>	Cervecería Nacional	73.5%
	INIAP	20.0%
	Egresada	6.5%
	TOTAL	100.0%

## 1. ANTECEDENTES

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial (FAOSTAT, 2009). Este cultivo se destina, principalmente, para la alimentación humana, consumo animal y en la industria de la elaboración de malta (Arias, 1995). La cebada en el Ecuador es uno de los cereales más importantes para la población, especialmente en la zona Interandina; constituye un alimento básico para los campesinos del sector rural y se adapta a un amplio rango altitudinal desde 2500 a 3500 m. (Rivadeneira, 2005). La demanda de cebada para consumo humano, es casi satisfecha con la producción local, a pesar del bajo rendimiento que en el país se registra,  $0.6 \text{ t ha}^{-1}$  (FAOSTAT, 2009). Sin embargo, la industria cervecera en Ecuador importa todos sus requerimientos de cebada, ya que no se produce materia prima con las características exigidas por la industria cervecera (Villacres, 1996). Actualmente, se importan cerca de 25 000 t anuales de cebada para procesamiento industrial (Banco Central del Ecuador, 2009).

Con estos antecedentes, el Programa de Cereales del INIAP evaluó, en el año 2009, algunas variedades de cebada cervecera en localidades representativas de los sitios de producción. El objetivo fue seleccionar las variedades que se adapten a las condiciones edafoclimáticas las zonas productoras del Ecuador. Como resultado de este estudio, se seleccionó a la variedad canadiense Metcalfe, ya que ésta mostró las mejores características entre las variedades evaluadas. El rendimiento promedio alcanzado por esta variedad, en parcelas experimentales, fue de  $4 \text{ t ha}^{-1}$ . Adicionalmente presentó una buena adaptación y mostró niveles de resistencia aceptables a enfermedades como roya amarilla, roya de la hoja y escaldadura, de acuerdo a los análisis de laboratorio presentó características aceptables para procesamiento industrial (INIAP, 2010 y Cruz, 2009).

La identificación de una variedad adaptada a las condiciones agroclimáticas del país no garantiza que los agricultores puedan producir materia prima aceptable para el procesamiento industrial. La variación, en el manejo agronómico, puede resultar en un producto heterogéneo que no cumpla con los requisitos exigidos por la industria. Una de las características más importantes es el contenido de proteína en el grano que debe ser del 10% al 12% (Arias, 1996; Giménez *et al.*, 2007). Valores superiores o inferiores a este rango afectan seriamente a la calidad de la malta o cerveza que se elabore. Entre los problemas que se pueden presentar es la alteración del sabor de la cerveza, espuma poco estable y problemas de nutrición de las levaduras (Arias, 1995).

La fertilización nitrogenada incrementa el rendimiento de grano de cebada, pero paralelamente influye significativamente en la concentración de proteína de los granos (Ferraris *et al.*, 2007; Lazzari *et al.*, 2001). Para obtener una concentración de proteína del grano entre el 10% y 12%, el cultivo debe disponer aproximadamente de 22 a 26 kg N por  $\text{t grano}^{-1}$  (Marinissen *et al.*, 2009). Sin embargo, resulta complicado suministrar al cultivo estas cantidades exactas debido a la variabilidad de  $\text{NO}_3^-$  entre lotes y a la volatilidad y movilidad del nitrógeno aplicado en forma de urea al suelo (Mesa Nacional de Entidades de la Cebada Cervecera, 2001). Para solucionar este problema, es muy importante conocer la concentración de  $\text{NO}_3^-$  en el lote, mediante un análisis de suelo, y fraccionar las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados en etapas del cultivo en la que este aprovecha de mejor manera al N, como en macollamiento hasta la formación de nudos (Otegui *et al.*, 2001).

## 2. JUSTIFICACIÓN

La principal limitante, para que la industria cervecera adquiera la producción local de cebada, es la falta de variedades nacionales que cumplan con los estándares de calidad que son exigidos por la industria para un adecuado procesamiento. En las variedades específicamente cerveceras no solo hay que buscar rendimiento sino también calidad de la producción.

La elección de una variedad es un requerimiento técnicamente relevante. Paralelamente a la variedad adecuada, se requiere desarrollar tecnologías específicas de manejo del cultivo. *En las variedades cerveceras se debe prestar mayor atención a la fertilización nitrogenada que es el factor determinante para asegurar altos rendimientos, buena calidad maltera y bajos costos de producción (Lazzaří et al., 2001).* La fertilización nitrogenada complementaria, ha sido señalada como la que mayor influencia desempeña sobre la producción y calidad del grano. El exceso de fertilización nitrogenada complementaria podría incrementar los rendimientos, pero de la misma manera, elevaría los niveles máximos aceptados para la producción de cerveza, mientras que, una fertilización deficiente podría significar bajos rendimientos y, en adición, una baja concentración de proteína en el grano, lo cual hace que el producto también sea inaceptable.

La presente investigación plantea desarrollar una tecnología adecuada para el manejo de la fertilización nitrogenada complementaria en cebada cervecera, considerando la *variabilidad de condiciones de suelo, clima y manejo que existen en las zonas de producción de la Sierra Norte*, por lo cual, se busca determinar la dosis óptima de nitrógeno complementario que requiere la variedad Metcalfe y la etapa fenológica específica para realizar la fertilización complementaria de nitrógeno, considerando para esto, las recomendaciones más frecuentes que reporta la literatura en etapas crítica de asimilación por parte del cultivo como son macollamiento (Zadocks 22) y producción de nudos (Zadoks 30).

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes dosis y épocas de aplicación de nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano de cebada cervecera variedad Metcalfe.

### 3.2. ESPECÍFICOS

- *Establecer la dosis óptima de nitrógeno complementario y la época de aplicación más adecuada para conseguir el mejor rendimiento y contenido de proteína del grano de cebada en el rango de 10% al 12%.*
- Determinar la absorción de nitrógeno del cultivo de cebada cervecera.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## 4. HIPÓTESIS

**Ho:** Las dosis de nitrógeno complementario y la aplicación en diferentes épocas no afectan el rendimiento y contenido de proteína del grano en la cebada cervecera variedad Metcalfe.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Materiales**

#### **5.1.1. Material experimental**

- Semilla de cebada cervecera (*Hordeum vulgare* L.) variedad Metcalfe.
- Fertilizantes químicos: Urea (46% N), Fosfato Diamónico (18% N, 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Sulpomag (22% K<sub>2</sub>O, 22% S, y 11% Mg).

#### **5.1.2. Materiales de campo**

- Maquinaria Agrícola.
- Herramientas.
- Estacas.
- Letreros.
- Fungicidas.
- Herbicidas.
- Cuaderno de campo.
- Regla.
- Baldes y recipientes para la aplicación del Nitrógeno (urea).
- Azadón.
- Frascos y fundas plásticas.
- Botas de trabajo.
- Cámara fotográfica.

#### **5.1.3. Materiales de Laboratorio**

- Digestor Kjeldahl.
- Balanza analítica.
- Material de vidrio.
- Agitadores.
- Diluidores.
- Estufas.
- Pipetas automáticas.
- Molino.
- Tamices.

### **5.2. Metodología**

#### **5.2.1. Características de los sitios experimentales.**

##### **5.2.1.1. Ubicación:**

La presente investigación se realizará en dos localidades ubicadas en la provincia de Imbabura (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Ubicación geográfica de los sitios experimentales.

<b>Ubicación</b>	<b>Localidad 1</b>	<b>Localidad 2</b>
Provincia	Imbabura	Imbabura
Cantón	Urcuquí	Antonio Ante
Parroquia	San Blas	Chaltura
Localidad	Pisangacho	Cobuendo
Altitud (m)	2700	2340
Latitud	00° 25' 10" N	00° 22' 15" N
Longitud	78° 13' 35" O	78° 10' 23" O

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM). 2007. Carta topográfica de Ibarra. Escala 1:50000

### 5.2.1.2. Características agroclimáticas

Las localidades se encuentran en una región climática Seco Temperado (Cañadas, 1983). Las características de estas zonas se indican en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características agroclimáticas de los sitios experimentales.

<b>Características</b>	<b>Localidad 1</b>	<b>Localidad 2</b>
Precipitación anual en (mm)	700	510
Temperatura media anual (°C)	17.5	17.6
Humedad relativa (%)	73.1	69.0

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2008.

### 5.2.1.3. Características edáficas

#### Localidad 1

Orden: Mollisoles

Suborden: Ustolls

Gran grupo: Durustolls

Estos suelos se encuentran entre las cotas de los 2000 a 3000 m, tienen como origen materiales volcánicos, sobre ceniza negra fina se han desarrollado suelos de 50 a 70 cm de profundidad y luego una capa continua (duripán) de 20 cm de espesor. Son suelos de color pardo, arcillo arenosos, con un pH neutro a ligeramente alcalino (Velásquez, 2008).

## Localidad 2

Orden: Mollisoles

Suborden: Ustolls

Gran grupo: Haplustolls

Son suelos de color pardo, son profundos, arenosos finos con limo o limosos con arena e incremento de arcilla en profundidad. Sin horizonte argílico. Poseen un pH neutro a ligeramente alcalino. Se encuentran en relieves ondulados a acolinados de las vertientes y partes bajas norte y centro. Derivados de material volcánico, de ceniza reciente fina y permeable (Velásquez, 2008).

### 5.2.2. Factores en estudio

Se estudiarán dos factores: dosis de nitrógeno complementario y épocas de aplicación.

#### 5.2.2.1. Dosis de nitrógeno

Para el factor dosis de nitrógeno complementario se aplicarán niveles crecientes de 0, 25, 50, 75, 100 y 125 kg N ha<sup>-1</sup>. La cantidad de nitrógeno que se aplicará de base en la siembra será de 25 kg ha<sup>-1</sup>. Las dosis de nitrógeno se presentan en el cuadro 4.

**Cuadro 3.** Dosis de nitrógeno complementario.

Nº	Código	Dosis de nitrógeno complementario kg ha <sup>-1</sup>
1	n0	0
2	n1	25
3	n2	50
4	n3	75
5	n4	100
6	n5	125

#### 5.2.2.2. Épocas de aplicación

En el factor correspondiente a épocas de aplicación se analizará las etapas fenológicas Z22 y Z30 que corresponden a producción de macollos y producción de nudos respectivamente. Para identificar las etapas fenológicas se utilizará la escala decimal de Zadoks (FAO, 2001)<sup>1</sup>.

e1: Z22

e2: Z22 + Z30

### 5.2.3. Tratamientos

En el ensayo se evaluarán doce tratamientos (Cuadro 4), resultantes de la combinación de los dos factores en estudio.

<sup>1</sup> Escala modificada de Zadoks se presenta en el Anexo 1.

**Cuadro 4.** Tratamientos en estudio.

Tratamientos Nº	Codificación	Dosis inicial Z00	Dosis complementarias		Dosis de nitrógeno Total
			Z22	Z30	
kg N ha <sup>-1</sup>					
T1	e1n0	25	0	0	25
T2	e1n1	25	25	0	50
T3	e1n2	25	50	0	75
T4	e1n3	25	75	0	100
T5	e1n4	25	100	0	125
T6	e1n5	25	125	0	150
T7	e2n0	25	0	0	25
T8	e2n1	25	12.5	12.5	50
T9	e2n2	25	25	25	75
T10	e2n3	25	37.5	37.5	100
T11	e2n4	25	50	50	125
T12	e2n5	25	62.5	62.5	150

#### 5.2.4. Características del experimento

##### 5.2.4.1. Área experimental

- Nº de unidades experimentales: 36
- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 12
- Distancia entre parcelas: 1m
- Distancia entre repeticiones: 1m
- Área neta del experimento: 756 m<sup>2</sup> (36 parcelas de 21 m<sup>2</sup>)
- Área de caminos: 469 m<sup>2</sup>
- Área total del experimento: 1225 m<sup>2</sup> (49m x 25 m)

##### 5.2.4.2. Unidad experimental

- Forma de la parcela: rectangular
- Área de la Parcela Grande: 225 m<sup>2</sup> (25 m x 9 m)
- Área parcela Sub Parcela: 21 m<sup>2</sup> (7 m x 3 m)
- Área parcela neta: 12 m<sup>2</sup> (6 m x 2 m)
- Densidad semilla: 135 kg·ha<sup>-1</sup>

#### 5.2.5. Diseño Experimental

En el experimento se utilizará un Diseño de Parcela Dividida con tres repeticiones, ubicándose en la Parcela Grande (PG) las épocas de aplicación y en la Sub-Parcela las dosis de nitrógeno complementario.

## 5.2.6. Análisis Estadístico

### 5.2.6.1. Esquema de análisis de varianza

**Cuadro 5.** Esquema del análisis de varianza (ADEVA) por localidad.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>G. L.</b>
Repeticiones	2
Épocas (E)	1
Error (a)	2
Nitrógeno (N)	5
Interacción E x N	5
Error (b)	20
Total	35

**Cuadro 6.** Esquema del análisis de varianza (ADEVA) combinado.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>G. L.</b>
Repeticiones	2
Localidades	1
Error (a)	2
Fertilizaciones Complementarias(F)	11
Épocas (E)	1
Nitrógeno (N)	5
Interacción (E x N)	5
Localidades x Fertilizaciones Complementarias	11
Error (b)	44
Total	71

### 5.2.7 Análisis Funcional

Se realizará pruebas de significancia en los factores e interacciones que presenten diferencias estadísticas. Para dosis de nitrógeno complementario y la combinación de épocas de aplicación por dosis de nitrógeno complementario se realizará pruebas de Tukey al 5 %. Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para épocas de aplicación y localidades.



### 5.2.8 Análisis Económico

Se utilizará la metodología del Análisis de presupuesto parcial (CIMMYT, 1988) para lo cual se establecerá los costos variables, el beneficio neto y la tasa del retorno marginal.

### 5.2.9 Variables y métodos de evaluación

La parcela de 12 m<sup>2</sup> se dividirá en dos partes. En el 50% de la parcela se evaluará rendimiento (parcela útil) y en el otro 50% se tomarán muestras de plantas para la elaboración de curvas de absorción.

#### - % de Emergencia

A los 21 días después de la siembra se contará el número de plantas emergidas y en relación al número de semilla sembrada, se calculará el porcentaje (%) de emergencia. El 100% corresponderá a una parcela en la que toda la semilla germinó y emergió.

#### - Días al espigamiento

Se contará el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de la población de plantas de la parcela neta presenten espigas totalmente visibles. La información se expresará en días después de la siembra (dds).

#### - Días a la madurez fisiológica

El cambio de color de las espigas se utilizará como un indicador. Cuando el 50% de las plantas de la parcela neta cambien el color de las espigas, de verde a un color oro se registrará días a la madurez fisiológica, los resultados se expresarán en días después de la siembra (dds).

#### - Altura de planta

En la parcela neta se tomará 10 plantas al azar y se realizará la medición desde la base del tallo hasta el ápice barbal de la espiga, utilizando una regla graduada en centímetros (cm). Esta variable se evaluará a los 15, 45, 75, 105 y 135 días.

#### - Número de espigas por planta

En el momento de la cosecha en la parcela neta se tomará 10 plantas al azar y se contará el número de espigas por planta. Se reportará el promedio de espigas/planta para cada unidad experimental.

#### - Número de granos por espiga

En la parcela neta de las plantas muestreadas se tomará 20 espigas al azar y se contará el número de granos en cada espiga. Se reportará el promedio de granos/espiga para cada unidad experimental.

#### - Número de plantas a la cosecha

Esta variable se determinará cinco días antes de la cosecha. Se utilizará un cuadrante de 1 m<sup>2</sup>, en cada parcela neta se contará el número de plantas dentro

del cuadrante y se reportará el número de plantas por m<sup>2</sup>, estos datos se transformaran a número de plantas ha<sup>-1</sup>.

- **Severidad enfermedades**

En cada parcela neta se realizaran observaciones periódicas a partir de la emergencia de las plantas hasta antes de la cosecha, con el fin de observar la incidencia de enfermedades. Se identificará el agente causal y se cuantificará el porcentaje del follaje cubierto por la enfermedad, para lo que se utilizará la escala modificada de Cobb (FAO, 2001).

- **Porcentaje de acame**

Se determinará cuando el cultivo inicie madurez fisiológica y consistirá en determinar el porcentaje de plantas acamadas en la parcela neta. Estos datos se registrarán en (%).

- **Rendimiento total**

La cosecha de la parcela neta se realizará manualmente cuando todas las plantas de la parcela se encuentren en madurez de cosecha y un contenido de humedad del grano inferior al 20%. La cosecha será trillada a máquina. La cosecha en grano obtenida se pesará en una balanza y el peso de grano se registrará en kilogramos por parcela neta, para luego transformar a toneladas por hectárea (t·ha<sup>-1</sup>). Con los resultados de rendimiento por parcela neta se determinará la Dosis óptima económica (DOE) y la Dosis óptima fisiológica (DOF).

- **Peso de 1000 granos**

De la cosecha en grano de cada parcela neta se contabilizarán 1000 granos y la muestra será pesada en una balanza de precisión. El peso será registrado en gramos por 1000 granos (g/1000 granos).

- **Peso Hectolítrico**

La cosecha de cada parcela se juntará por tratamiento y se pesará en una balanza de peso hectolítrico. Los valores serán registrados en kg HI<sup>-1</sup>.

- **Porcentaje de proteína en el grano**

En el Laboratorio de Servicios de Análisis e Investigación en Alimentos se determinará el porcentaje de proteína del grano por el método micro Kjeldahl (CIMMYT, 1982). Este análisis se realizará en muestras obtenidas de cada unidad experimental y los resultados serán expresados en porcentaje (%).

- **Materia fresca**

Se realizarán muestreos a los 15, 45, 75, 105 y 135 días después de la siembra para evaluar el peso de la materia fresca de cada tratamiento. Las muestras consistirán en diez plantas de la parcela neta que serán llevadas al Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA)

de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, donde se obtendrá el peso fresco en una balanza de precisión, estos valores se registrarán en gramos por planta y por órganos (hojas, tallos y espiga).

#### - **Materia seca**

Las muestras de materia fresca permanecerán en una estufa a 65°C hasta obtener peso constante y se registrará el peso seco en gramos. Con la información de los pesos de materia fresca y materia seca se calculará el porcentaje de materia seca con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = (\text{Ps/Pf}) \times 100$$

Donde:

MS = Materia Seca (%)

Ps = Peso seco (g)

Pf = Peso Fresco (g)

#### - **Nitrógeno extraído**

La concentración de nitrógeno en planta de cada tratamiento se determinará por el método Semimicro Kjeldahl modificado. Para ello, de cada tratamiento se tomará una muestra seca, molida y tamizada de 0.1 g de tejido, el cual será sometido a una digestión húmeda con ácido nítrico – perclórico. Seguidamente, la solución será destilada por el método micro Kjeldahl modificado (Alcantar y Sandoval, 1999, citado por Cartagena, 2009). Para determinar la cantidad de nitrógeno extraído se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{NE} = (\text{MS} \times \% \text{N}) / 100$$

Donde:

NE = Cantidad de nutriente extraído (g/pl)

MS = Cantidad de Materia seca (g/pl)

%N = Contenido de nutriente (%)

Con los resultados de la cantidad de nitrógeno extraído se realizarán las curvas de absorción, para lo cual se utilizará una función matemática del modelo logístico:

$$y = \frac{a}{1 + b \cdot \exp(-c \cdot x)}$$

Donde:

x = Días después de la siembra (dds)

y = Nitrógeno extraído (mg/pl)

#### - **Índice de cosecha**

El índice de cosecha será calculado con los datos de peso de la Biomasa total aérea y rendimiento por parcela. La fórmula a utilizar será:

$$\text{IC} = \text{R/BT}$$

Donde:

IC = Índice de cosecha

R = Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>).

BT = Biomasa total (kg ha<sup>-1</sup>).

## **5.2.10. Manejo específico del experimento**

### **5.2.10.1. Toma de muestras del suelo**

Una semana antes de la siembra en el área experimental se tomará una muestra compuesta de suelo de 1 kg a 15 cm de profundidad. La muestra será enviada al Laboratorio de Suelos Plantas y Aguas del INIAP – ESSC donde se determinará macro y micro nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn y B), materia orgánica, conductividad eléctrica, pH y textura.

### **5.2.10.2. Preparación del suelo**

El lote será preparado con tractor, el cual realizará un paso de arado y dos de rastra.

### **5.2.10.3. Riego**

No se aplicará riego, debido a que los agricultores manejan la cebada como un cultivo de temporal. Sin embargo, en el caso de presentarse un período de sequía prolongado y el cultivo muestra síntomas de estrés hídrico, se realizarán los riegos auxiliares. La cantidad de agua de riego a aplicarse se calculará en base al balance hídrico.

### **5.2.10.4. Clima**

En la localidad de Cobuendo se registrarán las condiciones climáticas diarias para lo cual se utilizará una estación meteorológica (Davis ISS + Vintage), la cual reporta información de temperatura, precipitación, radiación solar, índice de calor, velocidad y dirección del viento.

### **5.2.10.5. Fertilización química**

La aplicación del fertilizante químico se realizará en cada una de las unidades experimentales y de acuerdo a las dosis establecidas.

Al momento de la siembra se aplicará todo el fósforo, potasio, azufre y magnesio. La cantidad de nitrógeno que se aplicará de base en la siembra será de 25 kg ha<sup>-1</sup>. Posteriormente se realizarán aplicaciones de fertilizante nitrogenado complementario en las etapas fenológicas Z22 y Z30.

Como fuente de nitrógeno se utilizará fosfato diamónico (18-46-0) y urea (46-0-0). El fosfato diamónico también será fuente de fósforo. La fuente de potasio azufre y magnesio será sulphomag (0-0-22-22-11).

### **5.2.10.6. Siembra**

La siembra se realizará de forma manual al boleó con una densidad de 135 kg/ha.

### 5.2.10.7. Controles fitosanitarios

Para el control de roya amarilla (*Puccinia striiformis* f.sp.*hordei*) y roya de la hoja (*Puccinia hordei*), se utilizará Propiconazol en dosis de un litro por hectárea.

### 5.2.10.8. Control de malezas

A los 45 días se aplicará 15 g/ha de Metsulfurón metil para el control de malezas de hoja ancha.

### 5.2.10.9. Cosecha

La cosecha se realizará de forma manual cuando el cultivo alcance la madurez completa del grano.

## 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Cuadro 7. Cronograma de actividades.

Actividades	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisión de literatura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Aprobación del proyecto		x										
Adquisición de equipos, herramientas y materiales			x									
Muestreo del suelo	x											
Análisis de muestras de suelo	x	x										
Preparación del terreno			x									
Siembra y fertilización			x									
Control de malezas				x								
Toma de muestras (curva de absorción)			x	x	x	x	x					
Fertilización			x	x								
Controles fitosanitarios			x	x	x							
Visita de tesis						x						
Cosecha							x					
Almacenaje								x	x			
Toma de datos			x	x	x	x	x	x				
Análisis de datos					x	x	x	x	x	x		
Redacción del texto								x	x	x	x	x

## 7. PRESUPUESTO ESTIMADO DEL ENSAYO

Cuadro 8. Costos del proyecto.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
<b>A Costos Variables</b>				
<b>1. Preparación del Suelo</b>				<b>60.00</b>
Arada	Hora	2	15.00	30.00
Rastrada	Hora	2	15.00	30.00
<b>2. Mano de Obra</b>				<b>360.00</b>
Siembra	Jornal	9	9.00	81.00
Fertilización	Jornal	9	9.00	81.00
Deshierba	Jornal	10	9.00	90.00
Controles fitosanitarios	Jornal	7	9.00	63.00
Cosecha	Jornal	10	9.00	90.00
<b>3. Semilla</b>				<b>14.00</b>
Semilla	kg	20.00	0.7	14.00
<b>4. Fertilización</b>				<b>35.26</b>
Urea	kg	25.00	0.50	12.50
Sulpomag	kg	9,0	0.64	5.76
18-46-0	kg	25.00	0.68	17.00
<b>5. Controles fitosanitarios</b>				<b>29.20</b>
Vitavax (Carboxin)	gr	45	0.025	1.20
Propiconazol (Triazol)	Litro	1.0	28,00	28.00
<b>6. Control Químico de malezas</b>				<b>12.00</b>
Glifosato (N fosfometil glicina)	Litro	1	4.95	4.95
Ally (Metsulfurón metil)	gramos	15	0.47	7.05
<b>7. Cosecha</b>				<b>60.00</b>
Fundas, gavetas, etc.				60.00
<b>8. Materiales de oficina</b>				<b>226.00</b>
Papel (resmas)	unidad	4	4.00	16.00
Papel, lápices, Cds.				60.00
Impresiones y empastado				150.00
<b>9. Servicios de Laboratorio</b>				<b>1275.00</b>
Análisis de suelo completo	análisis	4	12.50	50,00
Análisis de tejidos	análisis	300	2,50	750.00
Materia seca	análisis	300	1,025	307.50
Análisis proteína	análisis	30		168.00
<b>10. Sueldos, viáticos, movilización</b>				<b>4840.00</b>
Gastos de combustible	Salidas	25	15.00	375.00
Subsistencias	Días	25	25.00	625.00
Becario	Mensual	12	320.00	3840.00
<b>11. Otros</b>				<b>600.00</b>
Aranceles facultad	Arancel	1	500.00	500.00
Visita tesis	Visita	1	50.00	50.00
<b>Subtotal</b>				<b>7511.46</b>
<b>Imprevistos (5%)</b>				<b>375.57</b>
<b>Total</b>				<b>7887.03</b>

Cuadro 8. Continuación.

<b>Fuentes de Financiamiento</b>		
<b>Instituciones</b>	<b>USD</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
INIAP	1577.4	20
Cervecería Nacional	5796.9	73,5
Egresada	512.6	6,5
<b>Total</b>	<b>7887.03</b>	<b>100</b>

## 8. BIBLIOGRAFÍA:

- Arias, G. 1995. Mejoramiento genético y producción de cebada cervecera en América del Sur. Santiago, FAO. pp 36-42.
- . 1996. La calidad industrial de la cebada cervecera. En: Primera Reunión Latinoamericana de Cebada Cervecera. Cochabamba, 1994. Bolivia. FAO/SNAG/IBTA. pp 141-183.
- Banco Central del Ecuador. 2009. División de Comercio Exterior.
- Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Quito, EC. PRONAREG. pp. 210.
- Cartagena, Y. 2009. Determinación de la demanda nutrimental de nitrógeno en Brócoli. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo. México. pp. 32.
- CIMMYT. 1982. Métodos químicos usados en el CIMMYT para determinar la cantidad de proteína de los cereales. México. pp. 39.
- . 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. CIMMYT. pp. 76 – 78.
- Cruz, F. 2009. Resultados de los análisis de laboratorio de variedades de cebada tropicalizadas para Ecuador. Cervecería Nacional.
- Ferraris, G. y Couretot, L. 2007. Efecto de un fertilizante foliar nitrogenado sobre el rendimiento, la calidad y la eficiencia de uso del nitrógeno en cebada cervecera. INTA. Argentina. pp 1-5.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2001. Escala decimal Zadoks. Published online. Consultado el 26 de Febrero 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/X8234S/x8234s05.htm#TopOfPage>
- FAOSTAT. 2009. Production Statistics. Published online. Consultado: Marzo-05-2010. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID= 567>
- Giménez, F. y Tomaso J. 2007. Evaluación de cultivares de cebada cervecera en Balcarce. INTA - EEA Bordenave. Argentina. pp 1-4.
- IGM. 2007. Instituto Geográfico Militar. Carta Topográfica de Ibarra. Escala 1:50000.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2008. Anuario Meteorológico. Quito, EC.
- INIAP. 2010. Informe de actividades 2009 del Convenio INIAP-CORPOINIAP-CERVECERÍA NACIONAL. Programa de Cereales. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Quito - Ecuador (Documento por Publicar).



- Lazzari, M.; Landriscini, M.; Cantamutto, M.; Miglierina, A.; Rosell, R. Mockel, F. y Echague, M. 2001. Absorción de Nitrógeno por Cebada cervecera en dos suelos del sur Bonaerense, Argentina. *Ciencia del Suelo*. 19(2):101-102.
- Marinissen, A.; Torres, C. y Lauric, A. 2009. Fertilización Nitrogenada de Cebada Cervecera en un Año Seco. INTA - EEA Bordenave. pp 28-30.
- Mesa Nacional de Entidades de la Cebada Cervecera. 2001. Fertilización en cebada cervecera. Facultad de Agronomía. Universidad de la Republica Uruguay. Uruguay. pp. 6-7.
- Otegui, O.; Zamavilde, J.; Perdomo, C.; Goyenola, R. y Cerveñanasky, A. 2001. Momento de aplicación de nitrógeno: efecto en eficiencia de uso de fertilizante, rendimiento y concentración proteica en grano de cebada cervecera en Uruguay. *TERRA Latinoamericana*. México. Vol. 20: 71-80.
- Rivadeneira, M. 2005. Inventario Técnico del Programa de Cereales. Quito, EC. Proyecto: INIAP-DPI-IT-05/2005. pp 6-26.
- Velásquez, H. 2008. Cartografía e Información de la fertilidad de los Suelos del Ecuador. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo. Quito, EC. pp 1-19.
- Villacres, E. 1996. Evaluación de la calidad maltera de la cebada en Ecuador. En: Primera Reunión Latinoamericana de Cebada Cervecera. Cochabamba, 1994. Bolivia. FAO/SNAG/IBTA. pp 185-202.

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Escala decimal Zadoks.

Tabla 1. Fases de desarrollo según la Escala decimal Zadoks (Z)

Código de Zadoks		Descripción	Código Feekes
Estado principal	Estado secundario		
0		Germinación	
	0	Grano seco	
	1	Principio de la imbibición (absorción de agua)	
	5	Emergencia de la radícula	
	7	Emergencia del coleoptilo	
	9	Hojas en la punta del coleoptilo	
1		Desarrollo de la plántula	1
	0	Primera hoja a través del coleoptilo	
	1	Emergencia al menos del 50% de la primera hoja	
	2	Emergencia al menos del 50% de la segunda hoja	
	3	Emergencia al menos del 50% de la tercera hoja	
	4	Emergencia al menos del 50% de la cuarta hoja	
	5	Emergencia al menos del 50% de la quinta hoja	
2		Crecimiento de las cañas	
	0	Brote principal solo	
	1	Brote principal más 1 caña visible	2
	2	Brote principal más 2 cañas visibles	
	3	Brote principal más 3 cañas visibles	
	4	Brote principal más 4 cañas visibles	
	5	Brote principal más 5 cañas visibles	3
3		Elongación del tallo	
	1	Primer nudo detectable	6
	2	Segundo nudo detectable	7
	3	Tercer nudo detectable	
	7	Hoja bandera recién nacida	8
	9	Hoja bandera collar just visible	9
4		Bota	
	1	Lámina de hoja bandera en crecimiento	
	3	Bota justo antes del hinchado	
	5	Hinchado de la bota	10
	7	Apertura de la lámina de la hoja bandera	
	9	Primeras aristas visibles	
5		Aparición de la inflorescencia	

	1	Primera espiguilla o cabeza visibles	10.1
<b>Tabla 1. Continuación</b>			
	3	Un cuarto de cabeza emergida	10.2
	5	La mitad de la cabeza emergida	10.3
	7	Tres cuartos de la cabeza emergida	10.4
	9	Emergencia de la cabeza completa	10.5
6		Floración (no visible realmente en cebada)	
	1	Comienzo de la floración	10.5.1
	5	La mitad de las floretas han florecido	10.5.2
	9	Floración completa	10.5.3
7		Desarrollo de grano lechoso	
	1	Maduración acuosa del grano	10.5.4
	3	Lechoso temprano	
	5	Lechoso medio	11.1
	7	Lechoso tardío	
8		Desarrollo de grano pastoso	
	3	Pasta temprana	
	5	Pasta suave	11.2
	7	Pasta dura, la cabeza pierde color verde	
	9	Aproximación madurez fisiológica	
9		Maduración	
	1	Endurecimiento del grano	11.3
	2	Grano totalmente maduro	11.4