



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**



**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

## **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“EVALUACIÓN DEL FRACCIONAMIENTO Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN  
DEL NITRÓGENO COMPLEMENTARIO EN EL RENDIMIENTO Y  
CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL GRANO EN LAS VARIEDADES DE  
CEBADA MALTERA SCARLETT Y METCALFE (*Hordeum vulgare* L.) EN  
CHALTURA-IMBABURA”**

**AUTORA:** Natalia Carolina Quelal Altamirano.

**DIRECTOR DE TESIS:** Ing. Germán Terán

**COMITÉ LECTOR:**

Ing. Juan Aragón

Ing. Fernando Basantes

Ing. Carlos Cazco

**LUGAR DE LA INVESTIGACION:** Provincia de Imbabura

**BENEFICIARIOS:** Productores de cebada

**Abril, 2014**

## HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



**APELLIDOS:** QUELAL ALTAMIRANO  
**NOMBRES:** NATALIA CAROLINA  
**C. CIUDADANIA:** 100317738-1  
**TELEFONO CELULAR:** 0969052011  
**CORREO ELECTRONICO:** n\_carito25@hotmail.com  
**DIRECCION:** **Provincia:** Imbabura  
**Cantón:** Ibarra  
**Parroquia:** San Francisco  
**Calle:** Chica Narváez 7-25 y Oviedo

**Abril, 2014**

## Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA – UTN

Fecha:

QUELAL ALTAMIRANO NATALIA CAROLINA “EVALUACIÓN DEL FRACCIONAMIENTO Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO COMPLEMENTARIO EN EL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL GRANO EN LAS VARIEDADES DE CEBADA MALTERA SCARLETT Y METCALFE (*Hordeum vulgare* L.) EN CHALTURA-IMBABURA”./ TRABAJO DE GRADO. Ingeniera agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra. EC. Marzo del 2014. 117 pág. 10 anexos.

DIRECTOR: Ing. Germán Terán

Se estableció el número de fraccionamientos con el nivel óptimo de fertilización nitrogenada y la época de aplicación de los mismos, se determinó la demanda de nitrógeno del cultivo de cebada cervecera, se eligió la mejor variedad para la industria cervecera, se evaluó el rendimiento obtenido del mejor tratamiento, y determinó el contenido de proteína en el grano de las variedades en estudio.

# “EVALUACIÓN DEL FRACCIONAMIENTO Y ÉPOCAS DE APLICACIÓN DEL NITRÓGENO COMPLEMENTARIO EN EL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEÍNA DEL GRANO EN LAS VARIEDADES DE CEBADA MALTERA SCARLETT Y METCALFE (*Hordeum vulgare* L.) EN CHALTURA-IMBABURA”.

**Autora:** Natalia Carolina Quelal Altamirano

**Director de tesis:** Ing. Germán Terán

**Fecha:** 04/04/2014

## INTRODUCCIÓN

De todas las enfermedades, criptogámicas o bacterianas en La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial. Este cereal es utilizado para diferentes fines principalmente para la alimentación humana, consumo animal y como materia prima para la industria cervecera (González, 2001). En el Ecuador también es uno de los cereales más importantes, en la serranía se cultivan alrededor de 40 000 ha anuales y es un cultivo que se adapta a un amplio rango de ambientes en zonas poco favorables para el cultivo de otros cereales. (FAOSTAT, 2009).

No obstante, ninguna de las variedades que se cultivan en el país es adecuada para su utilización en la industria cervecera (Villacres, 1996). Debido a esto la industria cervecera nacional se ve avocada a importar casi toda la cebada que necesita, y de acuerdo a Rivadeneira (2005), las importaciones de cebada superan las 25000 t anuales provienen de malterías colombianas.

La principal industria cervecera del país es la Cervecería Nacional tiene un alto interés para que se desarrolle el cultivo local de cebada por lo que apoya y fomenta su cultivo. Desde hace algunos años se han venido realizando investigaciones para identificar las variedades que mejor adaptación y rendimiento tengan en el país, pero aún no se ha podido obtener las cantidades y requerimientos productivos necesarios.

La cebada para que pueda ser utilizada en la industria cervecera debe tener una serie de características en el grano; siendo una de las más importantes el contenido de proteína (Arias, 1996). De acuerdo a Marinissen, Torres, & Lauric (2009), el contenido de proteína en el grano debe ser del 11% al 12%. Si el grano tiene

valores superiores o inferiores a este rango, ya no es adecuado para producir cerveza (Arias, 1996). El contenido de proteína en el grano es una característica determinada en gran parte por la herencia y el ambiente, es decir, tanto la variedad como la fertilización nitrogenada establecerán la concentración final de proteína.

De acuerdo a estimaciones previas, las tierras cultivables del norte de la sierra ecuatoriana tienen condiciones favorables para el cultivo de cebada cervecera, pero no se han determinado los niveles adecuados de fertilización nitrogenada para los potenciales cultivos que se realicen en esa zona (INIAP, 2009).

En vista de las condiciones actuales de producción de la cebada cervecera en el país, en donde no se han determinado todas las recomendaciones técnicas para obtener una mejor calidad y una mayor productividad, se hace necesaria la realización de estudios que determinen los medios más adecuados para la obtención de una producción más efectiva.

Actualmente el INIAP ha identificado dos variedades de cebada maltera que son Scarlett y Metcalfe que podrían ser cultivadas en zonas tradicionalmente cebaderas de la sierra ecuatoriana, sin embargo, es importante desarrollar una recomendación adecuada de fertilización para obtener rendimientos óptimos que beneficien al agricultor y una calidad cervecera aceptable para que la Industria adquiera la materia prima más idónea. La presente investigación se enfocó en la evaluación de cuatro niveles de fertilizante nitrogenado en dos épocas de aplicación, para determinar el manejo adecuado de las variedades Scarlett y Metcalfe en zonas cebaderas de la Sierra Norte del Ecuador.

## OBJETIVOS

### GENERAL

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto del fraccionamiento de diferentes niveles de nitrógeno y épocas de aplicación, complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera Scarlett y Metcalfe, en la parroquia de Chaltura de la provincia de Imbabura.

### ESPECÍFICOS

- Establecer el número de fraccionamientos con el nivel óptimo de fertilización nitrogenada y la época de aplicación de los mismos.
- Determinar la demanda de nitrógeno del cultivo de cebada cervecera.
- Elegir la mejor variedad para la industria cervecera.
- Evaluar cuál es el rendimiento obtenido del mejor tratamiento.
- Determinar el contenido de proteína en el grano de las variedades en estudio.

### HIPOTESIS DE TRABAJO

La hipótesis propuesta fue, el fraccionamiento de las dosis de nitrógeno y la aplicación en diferentes épocas no produce efecto sobre el rendimiento y contenido de proteína del grano en cebada cervecera.

### METODOLOGÍA

#### LOCALIZACIÓN

La investigación se realizó el 5 de julio del 2012 al 27 de noviembre del 2012, en la Granja Experimental La Pradera de la UTN, Parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante – Imbabura.

#### DIRECTOR:

Ing. Germán Terán

#### FACTOR EN ESTUDIO

##### Tratamientos:

*Variedades*

V1: Scarlett

V2: Metcalfe

##### *Niveles de nitrógeno:*

n0: 0 kg N/ha

n1: 75 kg N/ha

n2: 100 kg N/ha

n3: 125 kg N/ha

##### *Fraccionamiento Nitrógeno:*

a1: Z00 + Z22

a2: Z00 + Z22 + Z30

### TRATAMIENTOS

Se evaluaron 8 tratamientos, conformados por 24 unidades experimentales para cada variedad: Metcalfe y Scarlett. (Tabla 1)

### DISEÑO EXPERIMENTAL

Los 8 tratamientos fueron evaluados bajo el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Para la variable peso de 1000 granos de la variedad Scarlett se realizó la prueba de Tukey al 5%. (Tabla 2)

### VARIABLES

Las variables consideradas fueron: Días al espigamiento, Altura de planta, Tamaño de la espiga, Número de granos por espiga, Peso de 1000 granos, Rendimiento total y Porcentaje de proteína en el grano.

### MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

Las 48 unidades experimentales 24 para cada variedad (Scarlett y Metcalfe), fueron ubicadas en tres bloques, conformados por 8 unidades experimentales, ocupando un área total de 648m<sup>2</sup>, los tratamientos fueron aplicados con las dosis correspondientes a cada uno. Para las épocas de aplicación de las dosis de nitrógeno se utilizó la escala decimal de Zadoks. En el cultivo se realizaron labores de control de malezas, control fitosanitario, riegos. Durante todo el ciclo se evaluaron las variables establecidas, así como también al finalizar el ciclo de cultivo se tomaron muestras de grano, de cada uno los tratamientos para efectuar análisis de contenido de proteína, el cual se realizó en laboratorio según el método micro Kjeldahl.

### RESULTADOS

#### DÍAS AL ESPIGAMIENTO

El promedio de días al espigamiento de la variedad Metcalfe fue de 69 días, con un coeficiente de variación de 2.07%. Los resultados obtenidos muestran que para

esta variable todos los tratamientos, tuvieron un comportamiento similar, es decir que en general, se muestran uniformes, así como lo indica Berger, Ceretta, & Castro (2002), que dice que la espigazón en cebada está regulado principalmente por el fotoperiodo y tiempo térmico. (Tabla 3)

La media de días al espigamiento de la variedad Scarlett fue de 68 días. Lo que quiere decir que para esta variable, los tratamientos actuaron de forma similar, puesto que los tratamientos utilizados no tuvieron influencia para esta variable, de esta manera se acepta la hipótesis nula. (Tabla 4)

#### **ALTURA DE PLANTA**

La altura promedio de la planta para la variedad Metcalfe fue de 73,79 cm. Lo que demuestra que para esta variable los tratamientos obtuvieron un comportamiento similar, ya que la altura de los tallos de cebada depende de las variedades, el ambiente y la fertilización nitrogenada, el tamaño oscila desde 50 cm a 100 cm (Guerrero, 1999). (Tabla 5)

La altura promedio de la planta para la variedad Scarlett fue de 73,58 cm. La altura está relacionada con la cantidad inicial de nitrógeno en los suelos, la disponibilidad del nitrógeno depende la mineralización, proceso que genera del 2% al 3% de nitrógeno inorgánico anualmente (INPOFOS, 1997). (Tabla 6)

#### **TAMAÑO DE ESPIGA**

El tamaño de la espiga promedio para la variedad Metcalfe fue de 9,28 cm. Los resultados obtenidos mostraron que para esta variable en la variedad Metcalfe todos los tratamientos tuvieron similar tamaño de la espiga, dado que el tamaño promedio de la espiga es de 7cm a 11 cm (INIAP, 2010). (Tabla 7)

El tamaño promedio de la espiga para la variedad Scarlett es de 9,48 cm. Lo que quiere decir que a lo largo del cultivo las condiciones climáticas se mostraron similares, además hubo una correcta densidad de siembra de 150 kg/ha, de esta manera los resultados obtenidos estarían en el tamaño promedio de la espiga que varía entre 7cm a 11cm (INIAP, 2010). (Tabla 8)

#### **NÚMERO DE GRANOS POR ESPIGA**

El número de granos por espiga promedio de la variedad Metcalfe fue de 26,75. La dosis recomendada de semilla para la densidad (150 kg/ha) se obtuvo un buen resultado ya que como lo indica el INIAP (2010), la densidad de siembra es la que más influye en esta variable, un aumento de la densidad de siembra da lugar a un aumento del número de espigas por metro cuadrado y a un descenso del número de granos por espiga. (Tabla 9)

El número de granos por espiga promedio de Scarlett fue de 26,88 granos. Los resultados revelan que para esta variable los tratamientos utilizados en el experimento en la variedad Scarlett, tuvieron similar comportamiento en cuanto al número de granos por espiga. Según Bustamante, et al. (1997), el número de granos por espiga es uno de los factores determinantes en la producción de cebada, la climatología y la densidad de siembra también son de gran influencia, como define González (2001), la climatología durante todo el desarrollo de la investigación no fue la adecuado debido al estrés hídrico al que se sometió, pero pese a eso se obtuvo resultados que están en el promedio de aceptación. (Tabla 10)

#### **PESO DE MIL GRANOS**

El peso promedio de mil granos de Metcalfe fue de 40,73 g. Los valores obtenidos en esta variable demuestran que son aceptables como se concuerda con Chase & Luces (1971), que afirman que el peso de 1000 granos varía de 30 a 60 g, con un promedio de 45 g, esto depende de las condiciones ambientales y de manejo en que se haya desarrollado el cultivo. (Tabla 11)

La prueba de Tukey al 5%, detecta la presencia de dos rangos, en donde el T6 con 42,33 g y T5 con un peso de 42,27 son los que obtienen los promedios más altos en cuanto a la variable de peso de 1000 granos de la variedad Metcalfe. (Tabla 12 y Graf. 1)

El peso promedio de mil granos de Scarlett fue de 44,58 g. Los resultados obtenidos en esta variable se deben a las características de la variedad, y a la respuesta de las condiciones ambientales. Además Bustamante, et al, (1997) afirma que, la climatología es la que más influye sobre el número de granos por espiga y el peso de 1000 granos, al respecto (González, 2001); dice que las altas

temperaturas y el déficit hídrico limitan el peso final del grano al acelerar la senescencia foliar y disminuir la duración del crecimiento del grano ya que disminuye la conductancia de la hoja, la fotosíntesis neta y por tanto, la disponibilidad de asimilados actuales para el llenado del grano. (Tabla 13)

### **RENDIMIENTO**

El peso promedio de Metcalfe fue de kg/ha fue de 1808,91 kg. Los resultados obtenidos para esta variable demuestran que con las condiciones climáticas en las que se desarrollo el cultivo se obtuvieron bajos rendimientos, como lo menciona González (2001), el estrés hídrico causado durante el periodo del encañado y del espigado puede reducir considerablemente el rendimiento de la cebada. (Tabla 14)

El rendimiento promedio de Scarlett fue de 3231,60 kg/ha. Esto indica que no hay la detección de una diferencia significativa en los tratamientos de la variedad Scarlett debido a que las condiciones agronómicas y climáticas no han influido en el comportamiento de esta variable. Según Estudios realizados en la Universidad de la República de Uruguay (2010), obtienen rendimientos desde los 2000 kg/ha hasta los 8000 kg/ha. (Tabla 15)

### **PORCENTAJE DE PROTEÍNA**

En la variedad Metcalfe el mejor tratamiento es el T7, con un porcentaje de 11,16%. Este resultado se debió a las tres épocas de aplicación que son en la siembra, macollamiento y producción de nudos con la dosis de nitrógeno de 100 kg/ha, aunque T3 también tiene la misma dosis de nitrógeno, este no alcanza el porcentaje de proteína, debido a que en este tratamiento solo se realizó dos épocas de aplicación de nitrógeno que fue a la siembra y al macollamiento. Lo que demuestra que al realizar los debidos fraccionamientos con la época correcta de aplicación se tuvo mejores resultados en el porcentaje de proteína del grano, siendo aceptable para la industria cervecera. Esto es corroborado por Marinissen, et al, (2009), que asegura que el contenido de proteína del grano debe ser del 11% al 12%. (Tabla 16)

En la variedad Scarlett correspondiente al porcentaje de proteína del grano, expone que el mejor tratamiento es el T7, con 11,44%, demostrando que este tratamiento es apto para los requerimientos industriales, aunque T3

también tiene la misma dosis de nitrógeno, este no alcanza el porcentaje de proteína, debido a que en este tratamiento solo se realizó dos épocas de aplicación de nitrógeno que fue a la siembra y al macollamiento. Por ende este resultado, se encuentra dentro del rango aceptado por la industria cervecera que es de 11% a 12% (Marinissen, Torres, & Lauric, 2009). (Tabla 17)

### **ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis de dominancia realizado muestra que el mejor tratamiento es T1, ya que tiene mayores beneficios netos y menores costos que varían. (Tabla 18)

El gráfico 2 muestra la curva de beneficios netos con pendiente positiva, en donde se evidencia que T7 tiene el 497,88% de retorno marginal. Con este tratamiento el productor por cada dólar que invierta en la producción de esta variedad recuperaría el dólar invertido más 3,97 dólares adicionales por lo que es la mejor opción porque obtiene mejor retorno de la inversión. (Tabla 19 y 20)

### **CONCLUSIONES**

1. El tratamiento T7 correspondiente al segundo fraccionamiento (a2) fue el óptimo, para todas las variables incluyendo las de mayor importancia que son el rendimiento y el contenido de proteína del grano, esto fue realizado con el segundo nivel de nitrógeno (n2) 100 kg N/hay tres épocas de aplicación: a la siembra (Z00) con una dosis de 11 kg/ha, producción de macollos (Z22) con la dosis de 44,5 kg/ha, y producción de nudos (Z30) igualmente con la dosis de 44,5 kg/ha.
2. Se determinó que la demanda requerida de nitrógeno para el cultivo de cebada es de 100 kg/ha, debido a que este es el resultado del segundo fraccionamiento realizado, junto con las tres épocas de aplicación y al segundo nivel de nitrógeno que se utilizaron en la investigación, resultados correspondientes al tratamiento T7; el tratamiento T3 también tiene la dosis de 100 kg/ha pero no los mismos fraccionamientos ya que en este se utilizaron solamente dos fraccionamientos.
3. Tanto Scarlett como Metcalfe tuvieron comportamiento similar en la mayoría de las variables en estudio, resultando así que no hubo

efecto del fraccionamiento de las dosis de nitrógeno y las épocas de aplicación sobre el rendimiento y contenido de proteína del grano, de esta manera se acepta la hipótesis nula.

4. Con los rendimientos promedio obtenidos de las dos variedades resulta que: el tratamiento T7 de la variedad Scarlett tuvo mayor rendimiento siendo de 3912,78 kg/ha; y en tanto que la variedad Metcalfe el tratamiento T4 alcanzó el mayor rendimiento de 2105,56 kg/ha.
5. En cuanto al contenido de proteína del grano, las dos variedades estudiadas, obtuvieron el contenido de proteína requerido, que es de 11% a 12%, siendo el porcentaje conseguido en Metcalfe de 11,16% y Scarlett 11,44%; pertenecientes a T7; tratamiento que corresponde al segundo fraccionamiento, con tres épocas de aplicación y al segundo nivel de nitrógeno (100 kg N/ha).
6. Desde el punto de vista económico, el tratamiento T7 tiene el 497,88% de retorno marginal, por lo tanto el productor por cada dólar que invierta en la producción de esta variedad recuperaría el dólar invertido más 3,97 dólares adicionales.

#### RECOMENDACIONES

1. Para cultivos de cebada cervecera de las variedades Scarlett y Metcalfe, se recomienda utilizar tres épocas de aplicación de nitrógeno, basándose en la escala decimal de Zadoks que sirve de referencia para la oportuna aplicación de nitrógeno, la cual indica las etapas críticas de asimilación de nitrógeno como son la siembra (Z0) con dosis de 11 kg/ha, producción de macollos (Z22) con dosis de 44,5 kg/ha y producción de nudos (Z30) igualmente con dosis de 44,5 kg/ha, en dichas etapas se debe aplicar la dosis total de 100 kg/ ha N; de esta manera se logra obtener los resultados esperados, principalmente el porcentaje de proteína del grano.
2. Se recomienda para este tipo de investigaciones utilizar un arreglo factorial, a fin de analizar los tres factores (variedades, dosis y

fraccionamientos) por separado, para así poder analizar los resultados de mejor manera.

3. Realizar la siembra en épocas adecuadas a fin de no tener problemas de escasez de agua, y así no afecten a los resultados que se buscan.

#### RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el fraccionamiento y épocas de aplicación de nitrógeno, complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en las variedades de cebada maltera (*Hordeum vulgare* L.) Scarlett y Metcalfe en la parroquia de Chaltura de la provincia de Imbabura. El periodo de duración del ensayo fue desde el 5 de julio del 2012 hasta el 27 de noviembre del 2012. Los objetivos a estudiarse fueron establecer el número de fraccionamientos con el nivel óptimo de fertilización nitrogenada y la época de aplicación de los mismos, determinar la demanda de nitrógeno del cultivo de cebada cervecera, elegir la mejor variedad para la industria cervecera, evaluar cual es el rendimiento obtenido del mejor tratamiento, determinar el contenido de proteína en el grano de las variedades en estudio. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (B.C.A.) con tres repeticiones y 8 tratamientos. De los resultados analizados y discutidos no se detectaron diferencias significativas para las variables: días al espigamiento, altura de planta, tamaño de la espiga, número de granos por espiga y rendimiento. En la presente investigación se comprobó el tratamiento T7 correspondiente al segundo fraccionamiento (a2) fue el óptimo, para todas las variables incluyendo las de mayor importancia que son el rendimiento y el contenido de proteína del grano, esto fue realizado con el segundo nivel de nitrógeno (n2) 100 kg N/ha y tres épocas de aplicación: a la siembra (Z00) con una dosis de 11 kg/ha, producción de macollos (Z22) con la dosis de 44,5 kg/ha, y producción de nudos (Z30) igualmente con la dosis de 44,5 kg/ha. Se determinó que la demanda requerida de nitrógeno para el cultivo de cebada es de 100 kg/ha, debido a que este es el resultado del segundo fraccionamiento realizado, junto con las tres épocas de aplicación y al segundo nivel de nitrógeno que se utilizaron en la investigación, resultados correspondientes al tratamiento T7; el tratamiento T3 también tiene la dosis de 100 kg/ha pero no los mismos fraccionamientos ya que en este se utilizaron solamente dos fraccionamientos. Tanto



Scarlett como Metcalfe tuvieron comportamiento similar en la mayoría de las variables en estudio, resultando así que no hubo efecto del fraccionamiento de las dosis de nitrógeno y las épocas de aplicación sobre el rendimiento y contenido de proteína del grano, de esta manera se acepta la hipótesis nula. Con los rendimientos promedio obtenidos de las dos variedades resulta que: el tratamiento T7 de la variedad Scarlett tuvo mayor rendimiento siendo de 3912,78 kg/ha; y en tanto que la variedad Metcalfe el tratamiento T4 alcanzó el mayor rendimiento de 2105,56 kg/ha. En cuanto al contenido de proteína del grano, las dos variedades estudiadas, obtuvieron el contenido de proteína requerido, que es de 11% a 12%, siendo el porcentaje conseguido en Metcalfe de 11,16% y Scarlett 11,44%; pertenecientes a T7; tratamiento que corresponde al segundo fraccionamiento, con tres épocas de aplicación y al segundo nivel de nitrógeno (100 kg N/ha). Desde el punto de vista económico, el tratamiento T7 tiene el 497,88% de retorno marginal, por lo tanto el productor por cada dólar que invierta en la producción de esta variedad recuperaría el dólar invertido más 3,97 dólares adicionales.

#### ABSTRACT

In the present research was studied the fragmenting of nitrogen, the time of nitrogen application supplement on performance, as well as the content in the varieties of grain protein, such as: malting barley (*Hordeum vulgare* L.), Scarlett and Metcalfe in Chaltura parish, in Imbabura province during the period July 5, 2012 and November 27, 2012. The objectives to be studied were to establish the number of fractions with the ideal level of nitrogenous fertilization and the time of application of it. To determine the nitrogen demand of the crop malting barley, to choose the best variety for the brewing industry, which is the rate performance obtained from the best treatment and to determine the protein content in the grain varieties under study. The nitrogenous fertilization was applied under the Design of full Blocks, which were chosen (BCA) with three different trials and eight treatments. From the analyzed and controversial results significant differences were not detected for the variables, and they were: days to tasseling, plant height, spike size, number of grains per spike and yield. In the current study there was verified the treatment T7 corresponding to the second fragmenting (a2), which was optimal for all the

variables including those of major importance that are the performance and the protein content of the grain, this was done with the second level of nitrogen (n2) 100 kg N /. There are three different times for this application: at sowing (Z00) with a dose of 11 kg / ha, production of tillers (Z22) dose of 44.5 kg / ha, and production of knots (Z30), as well as the same dose of 44.5 kg / ha. It was determined that the demand of nitrogen required for barley crop is 100 kg N / ha, because this is the result of the second fragmenting made during the three timing of application and also the second level of nitrogen used in the research corresponding to the treatment T7; moreover, the treatment T3 has a dose of 100 kg / ha, but not the same fragmenting since as these only two fragmenting were used. Both Scarlett and Metcalfe had a similar performance in most of the variables in study, proving so that there was no effect of dose fragmenting of nitrogen and timing of application on yield and grain protein content, thus accepting the null hypothesis; with average yields obtained from the two varieties is that: the treatment T7 Scarlett variety had higher yield being of 3912.78 kg / ha, while the variety Metcalfe T4 treatment reached the highest yield of 2105.56 kg / ha. As for the protein content of the grain, the two varieties studied obtained the required protein content, which is 11% to 12%, with the percentage achieved in Metcalfe of 11.16% and 11.44% Scarlett, belonging to T7; treatment corresponding to the second fragmenting, with three application timing and the second level of nitrogen (100 kg N / ha). And, from the economic point of view, the treatment has the T7 497.88% of marginal return, therefore the producer for every dollar that he/she invested in the production of this variety would recover the additional dollar invested over \$ 3.97.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Arias, G. (1996). *La calidad industrial de la cebada cervecera*. In: *Primera Reunión Latinoamericana de Cebada Cervecera*. La Paz: FAO.
- Berger, A., Ceretta, M., & CASTRO, T. (2002). *Universidad de la República, Inia*. Obtenido de Estimación de espigazón en cebada: [http://www.inia.org.uy/investigacion/programas/cultivos/Articulo\\_ceb.pdf](http://www.inia.org.uy/investigacion/programas/cultivos/Articulo_ceb.pdf)

Bustamante, J., Allés, A., Espadas, M., & Muñoz, J. (1997). *Densidad de siembra en cebadas de ciclo corto*. Menorca: Centro de Capacitación y Experiencias Agrarias de Mahón. Información técnica n° 2.

Chase, A., & Lucas, Z. (1971). *Primer libro de las gramíneas*. Caracas: Instituto de Ciencias Agrícolas de la OEA.

FAOSTAT. (2009). *FAO*. Obtenido de Production Statistics:  
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

González, A. (2001). *Estudio de caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos en relación con la tolerancia al estrés hídrico en Cebada*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Guerrero, A. (1999). *Cultivos herbáceos extensivos*. Madrid: Mundi Prensa.

INIAP. (2009). *Informe de actividades 2009 del convenio INIAP-CORPOINIAP Y Cervecería Nacional*. Quito: INIAP.

INIAP. (2010). *Guía para la producción artesanal de semilla de calidad*. Boletín divulgativo n° 390. *El cultivo de cebada*. Quito, Pichincha, Canón Mejía: INIAP.

INFOFOS. (1997). *Manual Internacional de Fertilidad de Suelos: Nitrógeno*. Quito: INFOFOS.

Marinissen, A., Torres, C., & Lauric, A. (2009). *Fertilización Nitrogenada de Cebada Cervecera en un Año Seco*. Buenos Aires: INTA.

Rivadeneira, M. (2005). *Inventario Técnico del Programa de Cereales*. Quito: INIAP.

Universidad de la República de Uruguay. (2010). *Cultivo de invierno cebada*. Montevideo:

Universidad de la República de Uruguay,  
Facultad de Agronomía.

Villacres, E. (1996). *Evaluación de la calidad maltera de la cebada en Ecuador*. In: *Primera Reunión Latinoamericana de Cebada Cervecera*. La Paz: FAO.

**Tabla 1**

*Tratamientos del ensayo*

TRAT	SIMBOLOGÍA	FRACCIONAMIENTO	kg N ha
T1	a1n0	Z00 + Z22	0
T2	a1n1	Z00 + Z22	75
T3	a1n2	Z00 + Z22	100
T4	a1n3	Z00 + Z22	125
T5	a1ni	Z00 + Z22	11
T6	a2n1	Z00 + Z22 + Z30	75
T7	a2n2	Z00 + Z22 + Z30	100
T8	a2n3	Z00 + Z22 + Z30	125

**Tabla 2**

*Esquema del ADEVA*

F.V	G.L.
<b>Total</b>	<b>23</b>
<b>Tratamientos</b>	<b>7</b>
<b>Bloques</b>	<b>2</b>
<b>Error experimental</b>	<b>14</b>

cv=

**Tabla 3**

*Análisis de varianza de días al espigamiento variedad Metcalfe*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	47,96	23				
Bloq	12,34	2	6,17	2,98ns	3,74	6,51
Trat	6,63	7	0,95	0,46ns	2,76	4,28
Error	28,99	14	2,07			

ns = no significativo

CV = 2,07%

$\bar{X}$  = 69,54

**Tabla 4**

*Análisis de varianza de días al espigamiento variedad  
Scarlett*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	31,33	23				
Bloq	10,33	2	5,17	4,42 *	3,74	6,51
Trat	4,66	7	0,67	0,57ns	2,76	4,28
Error	16,34	14	1,17			

\*= Significativo al 5%

ns = no significativo

CV = 1,57 %

$\bar{X}$  = 68,83

**Tabla 5**

*Análisis de varianza de altura de planta variedad  
Metcalfe.*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	2141,9	23				
Bloq	248,09	2	124,05	1,11 ns	3,74	6,51
Trat	329,96	7	47,14	0,42 ns	2,76	4,28
Error	1563,9	14	111,71			

ns = no significativo

CV = 14,32%

$\bar{X}$  = 73,79

**Tabla 6**

*Análisis de varianza de altura de planta variedad  
Scarlett.*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	1421,83	23				
Bloq	163,08	2	81,54	2,1 ns	3,74	6,51
Trat	715,16	7	102,17	2,63 ns	2,76	4,28
Error	543,59	14	38,83			

ns= no Significativo:

CV= 8,47%

$\bar{x}$ = 73,58

**Tabla 7**

*Análisis de varianza del tamaño de la espiga variedad  
Metcalfe*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	23,75	23				
Bloq	5	2	2,5	2,02 ns	3,74	6,51
Trat	1,43	7	0,2	0,16 ns	2,76	4,28
Error	17,32	14	1,24			

ns= No Significativo

CV= 12,00%  $\bar{x}$ = 9,28

**Tabla 8**

*Análisis de varianza del tamaño de la espiga variedad  
Scarlett*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	27,19	23				
Bloq	11,69	2	5,85	9,59 **	3,74	6,51
Trat	6,92	7	0,99	1,62 ns	2,76	4,28
Error	8,58	14	0,61			

\*\*= Significativo al 1%

ns= No Significativo

CV= 8,24%

$\bar{x}$ = 9,48

**Tabla 9**

*Análisis de varianza del número de granos por espiga  
variedad Metcalfe.*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	382,5	23				
Bloq	117,25	2	58,63	3,46 ns	3,74	6,51
Trat	27,83	7	3,98	0,23ns	2,76	4,28
Error	237,42	14	16,96			

ns= No Significativo

CV= 15,40%

$\bar{x}$ = 26,75

**Tabla 10**

*Análisis de varianza del número de granos por espiga  
variedad Scarlett.*

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	148,62	23				
Bloq	47,24	2	23,62	4,5 *	3,74	6,51
Trat	27,95	7	3,99	0,76 ns	2,76	4,28
Error	73,43	14	5,25			

\*= Significativo

ns= No Significativo

CV= 8,53%

$\bar{x}$ = 26,88

**Tabla 11**

Análisis de varianza del peso de 1000 granos de la variedad Metcalfe.

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	88,03	23				
Bloq	4,81	2	2,41	1,14 ns	3,74	6,51
Trat	53,56	7	7,65	3,61 *	2,76	4,28
Error	29,66	14	2,12			

\*= Significativo ns= No Significativo

CV= 3,58%  $\bar{x}$ = 40,73

**Tabla 12**

Prueba de Tukey al 5% para la variable de peso de 1000 granos de la variedad Metcalfe

Tratamientos	X (Kg)	Tukey
T6	42,33	A
T5	42,27	A
T2	41,70	A B
T4	41,53	A B
T3	40,72	A B
T8	40,33	A B
T7	39,15	A B
T1	37,78	B

**Tabla 13**

Análisis de varianza del peso de 1000 granos de la variedad Scarlett.

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	36,54	23				
Bloq	4,91	2	2,46	1,95 ns	3,74	6,51
Trat	14	7	2	1,59 ns	2,76	4,28
Error	17,63	14	1,26			

ns= No Significativo

CV= 2,52%

$\bar{x}$ = 44,58

**Tabla 14**

Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha de la variedad Metcalfe.

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	5	23				
Bloq	0,56	2	0,28	1,08 ns	3,74	6,51
Trat	0,81	7	0,12	0,46 ns	2,76	4,28
Error	3,63	14	0,26			

ns= No Significativo

CV= 17,31%

X= 1808,91

**Tabla 15**

Análisis de varianza del rendimiento en kg/ha de la variedad Scarlett.

FV	SC	Gl	CM	F.cal	F. Tab.	
					5%	1%
Total	1,88	23				
Bloq	0,35	2	0,18	2 ns	3,74	6,51
Trat	0,32	7	0,05	0,56 ns	2,76	4,28
Error	1,21	14	0,09			

ns= No Significativo

CV= 8,77%

X= 3231,60

**Tabla 16**

Porcentaje de proteína en el grano de la variedad Metcalfe

Tratamientos	% Proteína
T1	10,08
T2	9,06
T3	9,22
T4	9,25
T5	9,32
T6	9,65
T7	11,16
T8	10,23

**Tabla 17**

Porcentaje de proteína en el grano de la variedad Scarlett.

Tratamientos	% Proteína
T1	8,53
T2	9,27
T3	9,51
T4	9,66
T5	8,43
T6	9,35
T7	11,44
T8	9,67

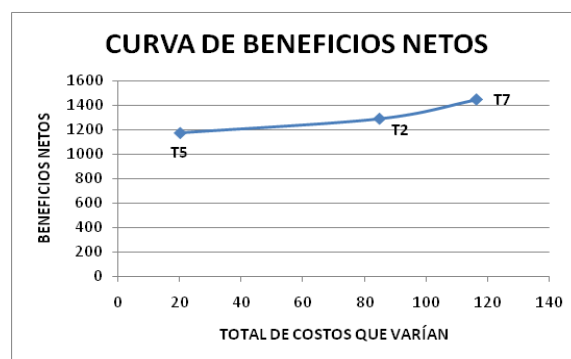


**Gráfico 1.** Promedios de peso de 1000 granos para la variedad Metcalfe

**Tabla 18**

Presupuesto parcial de "Evaluación del fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en la variedad de cebada maltera Metcalfe (*Hordeum vulgare L.*) en Chaltura – Imbabura".

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimiento kg/ha	1989,32	2067,09	1937,22	2105,56	1418,24	2077,04	1276,91	1599,87
Rendimiento ajustado kg/ha	1889,85	1963,74	1840,36	2000,28	1347,33	1973,19	1213,06	1519,88
Beneficio neto en campo (USD)	795,73	826,84	774,89	842,22	567,30	830,82	510,76	639,95
Costos de mano de obra de aplicación de nitrógeno (USD)	0,00	20,00	20,00	20,00	10,00	30,00	30,00	30,00
Costo de dosis de nitrógeno (USD)	0,00	64,89	86,52	119,40	9,95	64,89	86,52	119,40
Total de costos que varían	0,00	84,89	106,52	139,40	19,95	94,89	116,52	149,40
Beneficio neto	795,73	741,95	668,37	702,82	547,35	735,93	394,24	490,55



**Gráfico 2.** Curva de beneficios netos de cebada maltera (*Hordeum vulgare L.*) de la variedad Scarlett.

**Tabla 19**

Presupuesto parcial de "Evaluación del fraccionamiento y épocas de aplicación del nitrógeno complementario en el rendimiento y contenido de proteína del grano en la variedad de cebada maltera Scarlett (*Hordeum vulgare L.*) en Chaltura – Imbabura".

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Rendimiento kg/ha	2408,89	3440,00	3018,89	3351,11	2985,56	3096,67	3912,78	3638,89
Rendimiento ajustado kg/ha	2288,45	3268,00	2867,95	3183,55	2836,28	2941,84	3717,14	3456,95
Beneficio neto en campo	963,56	1376,00	1207,56	1340,44	1194,22	1238,67	1565,11	1455,56
Fraccionamientos mano de obra	0,00	20,00	20,00	20,00	10,00	30,00	30,00	30,00
Costo de dosis de nitrógeno	0,00	64,89	86,52	119,40	9,95	64,89	86,52	119,40
Total de costos que varían	0,00	84,89	106,52	139,40	19,95	94,89	116,52	149,40
Beneficio neto	963,56	1291,11	1101,04	1201,04	1174,27	1143,78	1448,59	1306,16