



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

### **CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

#### **“EVALUACIÓN DE UN FERTILIZANTE NITROGENADO DE LIBERACIÓN CONTROLADA EN EL CULTIVO DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL YUYUCOCHA”**

**Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

Rivera Anrango Elvis Eduardo

**DIRECTOR:**

Ing. Doris Chalampunte M.Sc.

**2017**

**Ibarra – Ecuador**

# **Evaluación de un fertilizante nitrogenado de liberación controlada en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la Granja Experimental Yuyucocha.**

Rivera, E.<sup>1</sup>; Chalampunte, D<sup>2</sup>

1. Autor
2. Directora del trabajo de titulación

## **RESUMEN**

El nitrógeno es el principal nutriente que limita el rendimiento y calidad de la cebada (*Hordeum vulgare* L.), por tal motivo se plantea evaluar un fertilizante nitrogenado de liberación controlada como alternativa de fertilización para reducir pérdidas por volatilización comparándola con un fertilizante nitrogenado de uso convencional (urea) empleando dosis tanto al 100% y 80% con tres épocas de aplicación teniendo como referencia la escala decimal de Zadcocks Z00; Z22; Z30. Se observaron resultados positivos con el fertilizante nitrogenado convencional tanto en rendimiento, uso eficiente de nitrógeno y rentabilidad, así mismo dividir en tres épocas de aplicación (siembra, macollamiento y espigado) el 80% de la dosis.

## **SUMMARY**

Nitrogen is the main nutrient that limits the yield and quality of barley (*Hordeum vulgare* L.). For this reason it is proposed to evaluate a controlled release nitrogen fertilizer as an alternative fertilizer to reduce losses by volatilization compared to a nitrogen fertilizer (Urea) using both 100% and 80% doses with three times of application having as reference the decimal scale of Zadcocks Z00; Z22; Z30. Positive results were observed with conventional nitrogen fertilizer in both yield, nitrogen efficient use and profitability, as well as to divide 80% of the application in three times of application (sowing, tillering and earring).

## **INTRODUCCIÓN**

El Ecuador produce unas 3.000 toneladas de este cereal anualmente, por lo tanto es, totalmente dependiente de las importaciones para suplir la demanda de las necesidades (Alvarado, et al., 2010). Lazarrí et al. (2001), afirma que el uso de fertilizantes nitrogenados tiene prioridad en este rubro ya que de esta manera se obtiene un rendimiento económicamente aceptable. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 2015), menciona que la urea es un fertilizante muy común, pero puede causar mayores pérdidas de nitrógeno en la agricultura de conservación debido al aumento de la actividad de la ureasa en los residuos del cultivo por tal motivo existe la necesidad de evaluar una fuente adecuada de nitrógeno adecuada para reducir pérdidas por

volatilización. Razones por el cual se plantea la siguiente la investigación permitiendo conocer los beneficios del fertilizante nitrogenado de liberación controlada como alternativa de producción, estableciendo una recomendación adecuada para este elemento limitante en el cultivo de cebada el cual beneficia a agricultores cebaderos con un óptimo rendimiento, reduciendo costos de inversión y problemas de contaminación ambiental.

## **OBJETIVOS**

Por tal motivo se plantea como objetivo general evaluar un fertilizante nitrogenado de liberación controlada en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cuyos objetivos específicos son: Comparar el fertilizante nitrogenado de liberación

controlada con el fertilizante nitrogenado de uso convencional. Establecer la mejor dosis para las dos fuentes nitrogenadas. Determinar el mejor fraccionamiento y Analizar la rentabilidad de los tratamientos.

## METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en la Granja “Experimental Yuyucocha”, ubicada en la provincia Imbabura, cantón Ibarra, parroquia Caranqui, con una altitud de 2.243 msnm, con una temperatura promedio de 18,4 °C, 589,3 mm de precipitación y 70% de humedad relativa.

### Factores en estudio

Los factores en estudio (Tabla 1) corresponden a los fertilizantes nitrogenados: Urea verde y urea convencional, con dosis tanto al 100% y 80% de de nitrógeno en base al análisis químico de suelo y tres épocas de aplicación siguiendo como referencia la escala decimal de Zadocks Z00; Z22 y Z30

**Tabla 1.** Cuadro de tratamientos

Trat	Cód	Factores en estudio				
		Fuente Nitrógeno	Dosis (%)	Fraccionamiento o épocas de aplicación		
				Z00	Z22	Z30
T1	U1D1F1	Urea Convencional	100	100%		
T2	U1D1F2			50%	50%	
T3	U1D1F3			20%	50%	30%
T4	U1D2F1		100%			
T5	U1D2F2		80	50%	50%	
T6	U1D2F3		20%	50%	30%	
T7	U2D1F1	Urea Verde	100	100%		
T8	U2D1F2			50%	50%	
T9	U2D1F3			20%	50%	30%
T10	U2D2F1		100%			
T11	U2D2F2		80	50%	50%	
T12	U2D2F3		20%	50%	30%	

Z00: Siembra

Z22: Brote principal más 2 cañas visibles (formación macollos)

Z30: Elongación del tallo más primer nudo detectable

Elaborado por: El Autor

Se empleó un Arreglo Factorial (A x B x C), bajo la distribución de Bloques Completos al Azar, con tres bloques. Las variables en estudio son: porcentaje de acame, altura de planta, rendimiento total, peso de mil granos, producción materia seca (paja + grano), eficiencia del uso de nitrógeno (EUN) y análisis económico

## RESULTADOS

**Tabla 2.** Análisis de varianza

Variables	p valor
Porcentaje de acame	0,0008
Altura de planta	0,0285
Rendimiento total	0,0109
Peso de mil granos	0,0017
Producción materia seca (paja+grano)	<b>0,3189</b>
Eficiencia del uso de nitrógeno (EUN)	0,0406
<b>p&gt;0,05</b> Diferencia no significativa	
<b>p&lt;0,05</b> Diferencia significativa	

### Porcentaje de acame

Es necesario recalcar que durante el llenado de grano, la localidad presentó una precipitación de 30,9 mm causando ablandamiento del suelo y al mismo tiempo ráfagas de viento de 1,2 m/s lo que ocasionó comportamientos inesperados comparando tratamientos homólogos por tal motivo, para un mejor análisis es necesario estudiar más a fondo características radicales u otras variables. Sin embargo los tratamientos con el fertilizante nitrogenado de liberación controlada con dosis al 100% y dos fraccionamientos presenta mayor incidencia de acame con 17,4% mientras que, el fertilizante nitrogenado de uso convencional con el 80% de la dosis y tres épocas de aplicación reduce el encamado a 1,4%.

### Altura de planta

Independientemente de la fuente nitrogenada empleada, la variedad en estudio alcanza un comportamiento propio de la variedad ya que no señala una tendencia por mostrar una diferencia mínima de 11 cm. No obstante se determina que los tratamientos con urea convencional al 100% de la dosis y tres fraccionamientos presenta 129,12 cm mientras que, al realizar una sola aplicación de nitrógeno a la siembra se reduce a 118,32 cm. Por otro lado con el fertilizante nitrogenado de liberación controlada al 80% de la dosis y tres épocas de aplicación muestra 128,42 cm reduciéndose a 121,27 cm al realizar dos fraccionamientos.

### Rendimiento total

El fertilizante nitrogenado de uso convencional con el 80% de la dosis y tres fraccionamientos muestra un rendimiento de 4.482,38 kg/ha mientras que, con el fertilizante nitrogenado de liberación controlada con dosis al 100% y dos épocas de aplicación señala el menor rendimiento 3.109,63 kg/ha. Haciendo notar que existe una relación directa entre rendimiento y acame se determina que el 73% del rendimiento total es afectado por el acame.

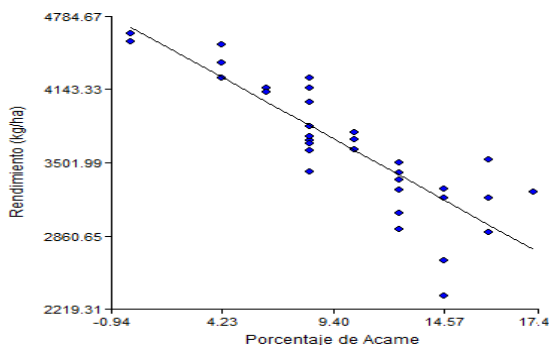


Figura 1. Correlación lineal entre rendimiento total y porcentaje de acame

### Peso de mil granos

Los datos recolectados en la presente variable se realizaron con un 14% de humedad. Los tratamientos con la influencia del fertilizante nitrogenado de liberación controlada presentan pesos iguales o superiores a 62 g ubicándose dentro de los estándares establecidos por el INIAP. Por otro lado el fertilizante nitrogenado de uso convencional con dosis al 80% y tres fraccionamientos presenta 64,22 g el mayor peso de mil granos con respecto al resto. Mientras que, al emplear el 100% de la dosis con un fraccionamiento se reduce drásticamente a 61 g.

### Producción de materia seca (paja + grano)

Para la presente variable no se encontró diferencia significativa. Debido al acame presentado ya que las plantas en contacto con el suelo sufrieron un proceso de descomposición reduciéndose así el área vegetal asemejando los datos recolectados. No obstante es necesario señalar que, independientemente de la fuente nitrogenada, dosis y fraccionamientos, los tratamientos superaron las 11 ton MS/ha.

### Eficiencia del uso de nitrógeno (EUN)

Es conveniente subrayar que, para la presente variable fue necesario tener en consideración parcelas testigos para la obtención de datos previo al análisis estadístico, empleando la fórmula  $(\text{Rendimiento total} - \text{Rendimiento testigo}) / \text{Nitrógeno aplicado}$ . Por consiguiente el tratamiento con el fertilizante nitrogenado de uso convencional con dosis al 80% y tres fraccionamientos señala 12 kg grano/kg N. contradictoriamente, con el 100% de la dosis y una época de aplicación muestra la menor eficiencia con 5,4 kg grano/Kg N. Por el contrario, el tratamiento con la influencia del fertilizante nitrogenado de liberación controlada dosis al 100% con uno y dos fraccionamientos presenta 5,6 kg grano/kg N. Cabe señalar que los resultados se encuentran en función del rendimiento por tal motivo no existe una tendencia clara.

### Análisis económico

Se resultados demuestran que todos los tratamientos son rentables. Pero hay que recalcar que el tratamiento con urea convencional al 80% de la dosis y tres fraccionamientos presenta el mejor beneficio/costo de 0,57 centavos de utilidad por cada dólar invertido. Mientras que, la mejor rentabilidad con el fertilizante nitrogenado de liberación controlada se dio al emplear el 100% de la dosis y tres fraccionamientos con un beneficio/costo de 0,36 centavos por cada dólar invertido.

### CONCLUSIONES

- Realizar dos y tres épocas de aplicación ya que presentan similar eficiencia en el uso de nitrógeno tanto para la fuente nitrogenada de liberación controlada y de uso convencional, sin embargo hay que señalar tratamientos T4 y T10 con un fraccionamiento demuestran de igual manera valores de 9 kg grano/kg N aplicado.
- Se identifica al T6 con el fertilizante nitrogenado de uso convencional al 80% de dosis dividida en tres aplicaciones con menor incidencia en el acame 1,4% demostrando un

rendimiento de 4,4 tn/ha, superando en 0,6 tn/ha al T9 con urea verde que mejor rendimiento obtuvo además existe relación directa con el peso de mil granos que demuestran 64g en los mismos tratamientos ya mencionados.

-El fraccionamiento de la dosis del nitrógeno mejora significativamente el rendimiento, debido a la presencia de nitrógeno en el suelo durante todo el ciclo del cultivo por ende la eficiencia agronómica en el uso de nitrógeno aumenta como se muestra en los tratamientos con dos y tres épocas de aplicación cuyos valores se encuentran encima de los 6 kg de grano por cada kg de nitrógeno aplicado sobresaliendo el T6 con 12 kg, por otro lado el T8 presenta 5 kg por la relación directa con el acame.

-Los tratamientos T8, T9, T11 y T12 con la influencia del fertilizante nitrogenado de liberación controlada con dos y tres épocas de aplicación muestran mayor incidencia de acame del 10 al 17% incluyendo también al T5 con urea convencional, sin embargo, la productividad se encuentra dentro de los rangos óptimos del cultivo.

-Independientemente de las fuentes de nitrógeno aplicadas al cultivo no presentaron diferencia significativa en cuanto a producción de materia seca sin embargo, la cantidad producida en cada los tratamientos es de 12 a 15 ton MS/ha lo que permite un ingreso económico adicional.

-Los resultados del análisis económico demostraron que todos los tratamientos en estudio son rentables ya que se encuentran con una relación beneficio/costo mayor a uno, destacándose el T6 con el fertilizante nitrogenado de uso convencional la dosis al 80% fraccionadas en tres aplicaciones presentando mejor rentabilidad, cuyo ingreso total fue de 1.703,30 USD/ha y un beneficio/costo de 1,57 dólares, superando con un 14% a la mejor rentabilidad del tratamiento con el fertilizante nitrogenado de liberación controlada T9

(U2D1F3) con ingreso neto de 1.461,52 y un beneficio/costo de 1,36 dólares.

-Aunque los resultados sean superiores con el fertilizante nitrogenado de uso convencional, no hay que descartar los beneficios de la urea verde como alternativa medioambiental ya que reduce la emisión de gases hacia a la atmósfera y productivas si se reduce aún más la dosis evaluadas debido a que favorecerían a la menor incidencia de acame sin afectar al potencial del fertilizante.

## RECOMENDACIONES

-Se recomienda emplear el fertilizante nitrogenado de uso convencional con dosis del 80% y tres épocas de aplicación, con base al análisis de suelo ya que presenta los mejores resultados en cuanto a rendimiento y aspectos económicos.

-Para el manejo de fertilización nitrogenada en el cultivo de cebada hay que considerar las etapas con mayor demanda de nitrógeno como: la siembra, macollamiento y espigado como se señala en la escala decimal de Zadocks.

-Debido a las diferencias marcadas del fertilizante nitrogenado de liberación controlada sobre la incidencia de acame con respecto al fertilizante nitrogenado de uso convencional se recomienda para futuras investigaciones probar nuevas dosis y fraccionamientos a las empleadas en la presente investigación, para evitar características agronómicas no deseables y ver el efecto sobre los costos de producción.

-Realizar estudios para reducir los problemas del acame evaluando variables que presenten estrecha relación con el mismo como: características del sistema radicular, tallos, biomasa, entre otros.

-Evaluar el efecto de las fuentes nitrogenadas en cuanto a resistencia a plagas y enfermedades, ya que la correcta nutrición con este elemento expresa y aumenta la capacidad genética de las plantas a soportar daños por patógenos.

[http://oa.upm.es/4783/3/INVE\\_MEM\\_2008\\_57828.pdf](http://oa.upm.es/4783/3/INVE_MEM_2008_57828.pdf)

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Alcívar, W. (2013). *Producción, acame y precocidad en época seca de seis variedades de maíz (Zea mays) en la zona de Fumisa (Tesis Pregrado)*. Quevedo - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Alvarado, P., Malave, J., Suarez, W., & Villavicencio, C. (2010). *Comportamiento Agronómico de Seis Variedades de Cebada (Hordeum Vulgare) en Tres Localidades, Provincia de Santa Elena*. Libertad-Ecuador.
- Asan, J. (2012). *Efectividad de tres ureas comerciales aplicadas en forma superficial e incorporada en el híbrido de maíz HAZ 1 (Tesis pregrado)*. Zamorano - Honduras: Escuela Agrícola Panamericana.
- Ayala, D. (2007). *Evaluación y caracterización morfoagronómica de 117 líneas de maíz negro y 42 líneas de maíz dulce provenientes del CIMMYT (México)*. (Tesis Pregrado). Sangolquí - Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército.
- Baque, J. (2014). *Adaptación de 26 líneas avanzadas de fréjol voluble (Phaseolus vulgaris L.), asociado con maíz (Zea mays L.) en el campo Docente Experimental La Tola, Tumbaco, Pichincha (Tesis Pregrado)*. Quito: UCE.
- Bellido, L. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Parte II Abonado de los principales cultivos en España. Catedrático de Producción Vegetal, ETSIA*. España: Universidad de Córdoba.
- Boaretto, A., Muraoka, T., & Trevelin, P. (2007). *Uso eficiente del nitrógeno de los fertilizantes convencionales. Informaciones agronómicas N° 120*, 13-14.
- Carrillo, J. (2008). *Resistencia al encamado*. Obtenido de
- Casanova, M., & Benavides, C. (2009). *Cartografía de las pérdidas potenciales de N-Urea por volatilización en suelos de Chile Central*. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 9(1), 14-25.
- Castro, N., Domínguez, R., & Paccapelo, H. (2011). *Análisis del rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricipiros y triticales)*. *Revista de la Facultad de Agronomía Vol N° 22*, 13-21.
- CIMMYT. (20 de 08 de 2015). *Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación*. Obtenido de [http://conservacion.cimmyt.org/es/component/docman/doc\\_view/1502-eficiencia-del-uso-de-nitrogeno](http://conservacion.cimmyt.org/es/component/docman/doc_view/1502-eficiencia-del-uso-de-nitrogeno)
- Fernández del Pozo, M. (1984). *La urea, fertilizante nitrogenado*. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR02557.pdf>
- Fontanetto, H., Gambuado, S., Keller, O., Albrecht, J., Weder, E., Sillón, M., . . . Ruffino, P. (2011). *Formas de aplicación, dosis y fuentes nitrogenadas en cebada. Publicación Miscelánea INTA Rafaela N° 119*, 93-99.
- García, A. (2004). *Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas*. Montevideo - Uruguay: RUSCONI.
- Gordón, R., & Camargo, I. (2015). *Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz*. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 55-63.
- Grant, C., & Rawluk, C. (05 de 07 de 2010). *Agrotain como herramienta de manejo del Nitrógeno*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Agrotain%20como%20Herramienta%20de%20Manejo%20de%20Nitrogeno.pdf>
- Guerrero, A. (1999). *Cultivos Herbáceos extensivos*. España: Ediciones Mundi-

- Prensa. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=ImiIbPnsKr0C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- INIAP. (2003). *INIAP-Cañicapa 2003, La primera variedad de cebada con alto contenido de proteína*. Cañar-Ecuador: Plegable No. 208. Obtenido de <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/INIAP%20CA%C3%91ACAP A%202003.%20La%20primera%20variedad%20de%20cebada%20con%20alto%20contenido%20de%20prote%C3%ADna..pdf>
- Intriago, N. (2013). *Fertilización nitrogenada en dos híbridos de maíz (Zea mays) amarillo duro DK 1040 e INIAP H-553 en el Empalme (Tesis pregrado)*. Quevedo - Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Lázzari, M., Landriscini, M., & Echangué, M. (2005). Patrones de absorción de nitrógeno nativo y del fertilizante en cebada cervecera con fertilizaciones cercanas a la siembra. *Ciencia del suelo*, 23(1), 66-77.
- Matéo, J. (2005). *Prontuario de agricultura: cultivos agrícolas*. España: Mundi-Prensa Libros.
- Morán, J. (2012). *Efecto de dos fuentes de fertilizantes nitrogenados en el cultivo de maíz (Zea mays L.), en la parroquia de Ilumán provincia de Imbabura (Tesis Pregrado)*. Ibarra - Ecuador.
- Orcellet, J., Reussi, N., Echeverría, H., Sainz, H., Diovisalvi, N., & Berardo, A. (2015). Eficiencia de uso de nitrógeno en cebada en el sudeste bonaerense: Efecto de aplicaciones divididas. *Ciencia del suelo*, 33(1). *Ciencia del suelo*, 33(1), 1-10. Obtenido de [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672015000100010](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672015000100010)
- Quelal, N. (2014). *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. (Tesis pregrado)*. Ibarra - Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- Quintero, C., & Boschetti, G. (2016). *Fertilizando*. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Eficiencia%20de%20Uso%20del%20Nitrogeno%20en%20Trigo%20y%20Maiz.asp>
- Rawson, H., & Gómez, H. (2001). *Trigo Regado: Manejo del cultivo*. Roma: Food & Agricultura Org.
- Redagícola. (22 de 09 de 2013). *Fertilizantes de liberación controlada, de lenta liberación y estabilizados*. Obtenido de <http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/fertilizantes-de-liberacion-controlada-de-lenta-liberacion-y-estabilizados>