

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias como requisito previo para optar el título de  
Ingeniero Agrónomo

TEMA:

“Efectos de la aplicación de tres niveles de fertilización química y dos  
bioestimulantes radiculares del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.), en el  
cantón Mira, provincia del Carchi.”

AUTOR:

Lilian Mercedes Bolaños Vallejo

DIRECTOR:

Ing. Agr. Eliceo Franklin Cárdenas Sandoval

El Ángel - Carchi - Ecuador

- 2015-

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS

Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias  
Agropecuarias como requisito previo para optar el título de Ingeniero  
Agrónomo

TEMA:

“Efectos de la aplicación de tres niveles de fertilización química y dos  
bioestimulantes radiculares del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.), en el  
cantón Mira, provincia del Carchi.”

TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Agr. Joffre León Paredes MBA  
Presidente

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita MBA  
Vocal principal.

Ing. Agr. Rosa Elena Guillen Mopra  
Vocal principal.

El Ángel - Carchi - Ecuador  
2015

*El contenido del presente trabajo, su investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones es de exclusiva responsabilidad del autor.*

*Lilian Mercedes Bolaños Vallejo*

## *Agradecimiento*

*El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.*

*A la Universidad Técnica de Babahoyo por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.*

*A mi directora de tesis, Ing. Franklín Cárdenas, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.*

*También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial al Ing. Espinoza por sus consejos, su enseñanza y estar en los momentos más difíciles de mi vida, más que todo por su amistad.*

*De igual manera agradecer a mis compañeros de trabajo, Damián, Vicente, Sulema, José, Pamela, Nancy quienes con su motivación, por sus consejos, comprensión, paciencia, y sinceridad supieron darme ánimo para culminar mis metas.*

*Y por último a mis jefes de trabajo Dra. Marlene Navas y Lic. Rafael Anrango, quienes son como unos padres para mí, los cuales me han motivado durante mi formación profesional.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. A los hermanitos del movimiento Juan Veintitrés de Mira que están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.*

## *Dedicatoria*

*A Dios nuestro Señor, por darme fuerza y voluntad para seguir y concluir mi carrera profesional, por acompañarme siempre, por guiar mis pasos en todo momento, por ser mi luz que ilumina mi camino.*

*A mis padres con Gratitude, Manuel Bolaños y Zoila Vallejo, que me dieron la vida y han estado con mígo en todo momento. Gracias por todo papa y mama por que siempre han estado apoyándome y dándome todo su contingente.*

*A mis hermanos Wilson, Manuel, Doris y Magaly a mis sobrinos Bryan, Brenda, Ivan, Sebastian, Caridad, Valeria, Jesus, Adonys y Dael, a mis cuñados Esmeralda, Washo e Iban, Mis Amigos Oswaldo Orbe y Berta y a toda mi familia.*

*A todos mis ex compañeros de la universidad con los que viví momentos inolvidables de mi vida gracias por ser mis amigos, siempre los llevare presentes.*

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1.	Objetivo general.....	2
1.1.2.	Objetivos específicos.....	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	Cultivo de la cebada.....	3
2.2.	La fertilización química.....	4
2.3.	Los Bioestimulantes.....	6
2.4.	Características de los materiales utilizados en éste estudio.....	8
2.4.1.	Raizal.....	8
2.4.2.	Kelpak.....	9
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
3.1.	Ubicación y Descripción del Área Experimental.....	10
3.2.	Material de Siembra.....	10
3.3.	Factores Estudiados.....	10
3.4.	Métodos.....	11
3.5.	Tratamientos.....	11
3.6.	Diseño Experimental.....	11
3.7.	Análisis de varianza.....	11
3.8.	Análisis funcional .....	12
2.2.1.	Características del Lote Experimental.....	12
3.9.	Manejo del ensayo.....	12
3.9.1.	Preparación de suelo.....	12
3.9.2.	Siembra.....	13
3.9.3.	Aplicación de fertilizante químico.....	13
3.9.4.	Tape.....	13
3.9.5.	Control de malezas.....	13
3.9.6.	Aplicación de bioestimulantes.....	13
3.9.7.	Riego.....	14
3.9.8.	Controles fitosanitarios.....	14
3.9.9.	Cosecha.....	14
3.10.	Datos evaluados.....	14

3.10.1.	Altura de planta. ....	14
3.10.2.	Número de brotes por semilla.....	14
3.10.3.	Grosor del tallo. ....	14
3.10.4.	Longitud de la raíz en cm .....	15
3.10.5.	Peso de raíz.....	15
3.10.6.	Cantidad de granos por panícula. ....	15
3.10.7.	Rendimiento. ....	15
3.10.8.	Análisis económico. ....	15
4.	<b>RESULTADOS.</b> .....	16
4.1.	Altura de planta.....	16
4.2.	Grosor del tallo. ....	17
4.3.	Número de brotes por semilla.....	19
4.4.	Longitud de raíz. ....	21
4.5.	Peso de raíz. ....	23
4.6.	Número de granos por panícula .....	24
4.7.	Rendimiento de grano. ....	24
4.8.	Análisis económico.....	26
5.	<b>DISCUSIÓN</b> .....	29
6.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	31
7.	<b>RESUMEN</b> .....	32
8.	<b>SUMMARY</b> .....	33
9.	<b>LITERATURA CITADA</b> .....	34
10.	<b>ANEXOS</b> .....	36
	Anexo 1: Valores promedios y análisis de la variancia de las variables evaluadas .....	37
	Anexo 2: Reporte análisis de suelo.....	50
	Anexo 3: Fotos. ....	51

## **LISTA DE CUADROS**

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el cultivo de cebada. UTB. FACIAG. 2015.....	11
Cuadro 2. ADEVA. FACIAG 2015. ....	12
Cuadro 2. Compensación de fertilizantes. UTB. FACIAG. 2015. ....	13
Cuadro 3. Valores promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 dde con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG.	

2015.....	18
Cuadro 4. Valores promedios de grosor de tallo a los 30, 60 y 90 dde con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.	20
Cuadro 5. Valores promedios de número de brotes a los 30, 60 y 90 dde, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.....	22
Cuadro 6. Valores promedios y su significancia estadística de longitud y peso de raíz, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.....	25
Cuadro 7. Valores promedios de número de granos por panícula y rendimiento, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.....	27
Cuadro 8. Análisis económico de los tratamientos, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.....	28
Cuadro 9. Valores promedios de la variable variable altura de planta a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.....	37
Cuadro 10. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.....	37
Cuadro 11. Valores promedios de la variable variable altura de planta a los sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.....	38
Cuadro 12. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable variable altura de planta a los sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.....	38
Cuadro 13. Valores promedios de la variable variable altura de planta a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.....	39



Cuadro 14. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	39
Cuadro 15. Valores promedios de la variable grosor de tallo a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	40
Cuadro 16. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable grosor de tallo a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	40
Cuadro 17. Valores promedios de la variable grosor de tallo a los sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015..	41
Cuadro 18. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable grosor de tallo a los 60 días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	41
Cuadro 19. Valores promedios de la variable grosor de tallo a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	42
Cuadro 20. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable grosor de tallo a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	42
Cuadro 21. Valores promedios de la variable número de brotes por semilla treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	43
Cuadro 22. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable de la variable número de brotes por semilla treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio	

efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	43
Cuadro 23. Valores promedios de la variable número de brotes por semilla sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	44
Cuadro 24. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de brotes por semilla sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	44
Cuadro 25. Valores promedios de la variable número de brotes por semilla noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	45
Cuadro 26. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de brotes por semilla noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	45
Cuadro 27. Valores promedios de la variable longitud de raíz, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	46
Cuadro 28. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable longitud de raíz en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	46
Cuadro 29. Valores promedios de la variable peso de raíz, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	47
Cuadro 30. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable peso de raíz, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	47
Cuadro 31. Valores promedios de la variable número de granos por panícula, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	48
Cuadro 32. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de granos	

por panícula en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	48
Cuadro 33. Valores promedios de la variable rendimiento, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	49
Cuadro 34. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable rendimiento de grano en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015. ....	49

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Toma muestras de suelo. ....	51
Figura 2. Preparación de terreno. ....	51
Figura 3. Desinfección de semilla. ....	51
Figura 4. Delimitación de parcelas. ....	51
Figura 5. Delimitación de parcelas. ....	51
Figura 6. Pesado de semilla. ....	51
Figura 7. Siembra. ....	51
Figura 8. Dosificación de fertilizantes. ....	51
Figura 9. Aplicación de fertilizantes. ....	52
Figura 10. Tape de cebada y fertilizante. ....	52
Figura 11. Campo experimental primera 1. ....	52
Figura 12. Primer riego. ....	52
Figura 13. Bioestimulantes. ....	52
Figura 14. Pulverización de bioestimulantes. ....	52
Figura 15. Colocación de rótulo. ....	52
Figura 16. Deshierba de caminos centrales. ....	52
Figura 17. Campo experimental 2. ....	53
Figura 18. Visita director de tesis. ....	53
Figura 19. Plantas tomadas al azar. ....	53
Figura 20. Campo experimental 3. ....	53
Figura 21. 2da aplicación de bioestimulantes. ....	53
Figura 22. Primera evaluación de altura. ....	53
Figura 23. Primera evaluación grosor de tallo. ....	53

Figura 24. Evaluación número de brotes. ....	53
Figura 25. 2da evaluación altura de planta. ....	54
Figura 26. Número granos por panícula. ....	54
Figura 27. Control fitosanitario. ....	54
Figura 28. Tercera evaluación. ....	54
Figura 29. Número brotes y grosor de tallo. ....	54
Figura 30. Segunda visita director de tesis. ....	54
Figura 31. Evaluación conteo de granos. ....	54
Figura 32. Tamaño de raíz. ....	54
Figura 33. Tamaño de raíz. ....	55
Figura 34. Peso de raíz. ....	55
Figura 35. Cosecha ....	55
Figura 36. Cosecha ....	55
Figura 37. Desgrane. ....	55
Figura 38. Peso de grano ....	55

# 1. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L), es considerada el quinto cereal más importante del mundo. Su producción se la realiza en zonas de clima templado y frío. La cebada puede crecer en una gran variedad de circunstancias climáticas superando al resto de cereales. Solía tratarse de un alimento importante para el ser humano pero su popularidad ha decrecido en los últimos 250 años en favor del trigo y ha pasado a utilizarse básicamente como comida para animales o producción de cerveza y whisky.

Desde su introducción al Ecuador en la época de la conquista española, la cebada ha sido utilizada para la alimentación humana y animal, desde entonces su cultivo se ha difundido ampliamente en el callejón interandino, en áreas comprendidas entre 2400 y 3500 metros de altitud. Las provincias con mayor área sembrada son Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Bolívar e Imbabura; y las provincias de mayor producción de grano son Cañar, Carchi y Loja.

La disminución de la oferta de cebada provocada por la reducción de la superficie cultivada en los últimos años ha ocasionado importaciones de cebada que han crecido de una manera notable desde el año 2000. Actualmente se importan cerca de 25.000 t anuales de cebada para procesamiento industrial.

Al igual que otros cultivos de explotación agrícola, la cebada requiere de niveles de fertilización que compensen su requerimiento para optimizar su rendimiento. El establecimiento del cultivo en suelos de la sierra norte amerita de una complementación nutricional debido a las características físicas y químicas propias de estos andisoles que no compensan el requerimiento del cultivo. El uso de fertilizantes químicos hoy en día, debido a sus características físicas de formulación, facilitan el uso en campo para los agricultores, estos compuestos basados en mezclas químicas y físicas si bien es cierto no aportan un mejoramiento a la estructura del suelo, facilitan de alguna manera compensar tanto macro elementos como micro elementos a los cultivos requeridos de nutrientes.

Así mismo el desarrollo tecnológico ha permitido sintetizar elementos derivados de extractos vegetales así como de formulación de síntesis química llamados bioestimulantes, que hacen que la planta desde el punto de vista fisiológico y morfológico alcance parámetros requeridos a demandas de mercados exigentes. El uso de alternativas

nutricionales tanto de complementación nutricional edáfica como de bioestimulación foliar resulta una parte esencial en el manejo integrado de cultivos que permitan potenciar el rendimiento y alcanzar la demanda de los mercados.

La zona de estudio de Mira perteneciente a la provincia del Carchi, es productora ancestral del cultivo de cebada, sin embargo la falta de tecnología o desconocimiento de los agricultores a un mejoramiento del potencial de rendimiento agronómico que se puede alcanzar en la cebada, ha llevado a pérdidas y bajos rendimientos que han dado como resultado la no o baja siembra en la zona.

Por los antecedentes mencionados la presente investigación tuvo como finalidad establecer un ensayo para evaluar técnicas del uso de niveles fertilización sumada a esto el uso de bioestimulantes que permitan diferenciar a la agricultura tradicional con miras a alcanzar un potencial en el rendimiento del cultivo de cebada.

## **1.1. Objetivos.**

### 1.1.1. Objetivo general.

Evaluar el efecto y la aplicación de tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el comportamiento agronómico del cultivo de cebada.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- 1) Determinar la dosis de fertilizante y bioestimulantes adecuadas para el buen comportamiento agronómico de la cebada.
- 2) Determinar la mejor dosis de fertilizantes y bioestimulantes.
- 3) Analizar económicamente los tratamientos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Cultivo de la cebada.

Según Morillo, Gómez, & Cresssier (2009) la cebada fue el cultivo más antiguo de los cereales que el hombre cultivó. La cebada es originaria de Asia. Se cultivó en la China 2800 años 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 extendimiento a regiones como las del Circulo 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.

A este cultivo se lo 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. 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.

“Pertenece a la familia *Poaceae* y las especies cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Si queda solamente la espiguilla intermedia, mientras abortan las laterales, se tiene a la cebada de dos carreras (*Hordeum distichum*); si aborta la espiguilla central, quedando las dos espiguillas laterales, se tiene a la cebada de cuatro carreras (*Hordeum tetrastichum*) y si se desarrollan las tres espiguillas semejante a la cebada de seis carreras (*Hordeum hexastichum*)” (Infoagro, s/f) .

También se menciona que las características morfológicas del cultivo de la cebada se presentan de la siguiente manera:

Las hojas de la cebada son estrechas y de color verde claro, la planta de cebada suele tener un color verde más claro que la del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida.

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.

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.

Las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas, es autógama, las flores abren después de haberse realizado la fecundación, lo que tiene importancia para la conservación de los caracteres de una variedad determinada.

El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas, salvo en el caso de la cebada desnuda.

## **2.2. La fertilización química.**

“Los fertilizantes son sustancias, generalmente mezclas químicas artificiales que se aplican al suelo o a las plantas para hacerlo más fértil. Estos aportan al suelo los nutrientes necesarios para proveer a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de las cosechas” (Villarreal, 2012).

El mismo autor (Villarreal, 2012) menciona que “ El grado de un fertilizante se mide de acuerdo a su porcentaje de N, P y K. Este se prepara en diferentes grados, por ejemplo: un fertilizante de grado 10 – 30 – 30, significa que tiene 10 % N, 30% de fósforo como  $P_2O_5$  y 10% de potasio como  $K_2O$ ; el por ciento sobrante consiste de materiales de relleno (arcilla, arena, etc), humedad y una porción de ácidos libres y sales provenientes de los procesos químicos envueltos. Generalmente, los fertilizantes compuestos se preparan añadiendo pequeñas cantidades de los elementos trazas que se mencionaron anteriormente.”

Cubero & Vieira (2004) exponen que hay algunas características que considerar en los fertilizantes químicos como:

La elevada concentración de nutrientes y la baja humedad en los fertilizantes químicos, se constituyen en una de las fortalezas de estos productos. Estos dos factores generan una reducción de los costos para el transporte, su aplicación y manejo de forma general.



Los fertilizantes químicos en general son solubles, debido a que presentan la ventaja de que los nutrientes están más rápidamente disponibles para las plantas.

Los fertilizantes químicos no son considerados como mejoradores del suelo, sus efectos en este sentido pueden ser indirectos a través del aumento de la producción de biomasa. Por la concentración de nutrientes, por la baja humedad y por la formulación granulada o en polvo, los fertilizantes químicos pueden ser más fácilmente adoptados para su aplicación mecánica, principalmente en zonas de ladera, con la utilización de pequeños equipos manuales.

Lo anterior hace que los costos de transporte y mano de obra para el manejo y aplicación de los fertilizantes sean relativamente más bajos en relación con otros productos de concentraciones más bajas, y con niveles de humedad más altas.

Según Infojardin (s/f) las características químicas de los fertilizantes se presentan de la siguiente manera:

- Fertilizantes minerales: son los más conocidos y usados, especialmente en agricultura y céspedes. Se caracterizan porque se disuelven con facilidad en el suelo y, por tanto, las plantas disponen de esos nutrientes nada más echarlos o pocos días después.
- Fertilizantes Nitrogenados: Urea (45-0-0), Nitrato amónico (33-0-0), Sulfato amónico, Nitrato potásico, Nitrato cálcico, Nitrato sódico (Nitrato de Chile).
- Fertilizantes Fosfóricos: Superfosfato, Fosfato amónico
- Fertilizantes Potásicos: Cloruro potásico y Sulfato potásico.
- Complejos binarios: Llevan 2 de alguno de los macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio. Ejemplos: 35-15-0. Contiene un 35 % de Nitrógeno y un 15% de Fosfórico. 13-0-44. Contiene un 13% de Nitrógeno y un 44% de Potasa. Y así: 15-62-0, etc.

Neira en el el año 1986 y Valverde *et al* 1998 citado por CIP (2011) mencionan que: “Para el uso racional de fertilizante es indispensable conocer la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y la cantidad que es necesario adicionar a fin de obtener altos rendimientos a bajo costo, esto se determina con el análisis de suelo.”

### **2.3. Los Bioestimulantes.**

Los bioestimulantes son productos innovadores que justifican una mirada distinta al mundo de las plantas, como organismos vivos inteligentes (Carvajal, 2013).

Son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas (estrés abiótico), como por ejemplo la sequía o las plagas.

Zarate (s/f) menciona que un bioestimulante orgánico es una herramienta de nutrición complementaria que permite obtener beneficios adicionales en los sistemas de producción. Estimula el crecimiento y las funciones metabólicas de células y organismos dando como resultado cultivos sanos, fuertes y con mayor producción.

Con respecto a los beneficios en los cultivos, el Lic. Atalo comentó: “Aumentar la velocidad de crecimiento, incrementar el rendimiento, proveer mayor desarrollo radicular, incrementar la materia orgánica del suelo, mejorar la calidad del producto cosechado, reducir el estrés, y proveer mayor resistencia a plagas y enfermedades entre otros”. Agregó que los agricultores obtendrán diferentes ventajas al usarlos como “mayor seguridad para lograr sus cosechas, por lo tanto, obtener una mayor rentabilidad por su inversión. El agricultor debe tener conciencia de que se deben de implementar prácticas alternativas para reducir el uso de agroquímicos para cuidar sus tierras y el medio ambiente.

Además Perito Agrícola (2013) informa que los bioestimulantes suministran nutrientes a las plantas: sirven como fuente de N, P y azufre que liberan a través de los procesos de mineralización que la materia orgánica sufre en el suelo. Otro mecanismo de suministro de elementos nutritivos a la planta se basa en la posibilidad de complejar metales y cationes que tienen las sustancias húmicas. Mejoran la estructura de los suelos, promueve la formación de agregados estables entre las partículas del suelo evitando la compactación de los mismos, con el consiguiente aumento de la aireación y una mejor circulación del agua causada por el incremento de la capilaridad del suelo.

Incrementan la población microbiana como fuentes de P y C que contribuyen a la estimulación y desarrollo de las poblaciones microbianas y por tanto a la actividad enzimática asociada.

Incrementan la capacidad de intercambio catiónico (cic): Las materias húmicas atraen a los iones positivos ( $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$ ) evitando la lixiviación y facilitando la absorción de los mismos, actuando como agentes quelantes naturales.

Aumentan la capacidad de retención de agua (cra): las materias húmicas activas disminuyen las pérdidas por evaporación al capturar los cationes mediante la interacción de moléculas de agua (dipolo) provenientes de la capa de hidratación del suelo.

Causan efectos sobre el metabolismo energético, síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y actividad enzimática, diversos trabajos han demostrado que la presencia de sustancias húmicas mejoran la fotosíntesis, la respiración así como la síntesis del ARN-m y de proteínas, especialmente enzimas (fosforilasas, catalasas, invertasas, etc.). Numerosos autores denominan esta acción hormonal de las sustancias húmicas como comportamiento “auxin-like”.

Según Fe-Futureco en el año 2004 citado por Guerrero (2006) menciona los bioestimulantes se recomiendan utilizar en las etapas de crecimiento del vegetal para un mejor aprovechamiento de sus compuestos, se aplican solos, directamente al follaje, aunque en ciertos casos también pueden ser aplicados al suelo ya sea por fertirrigación o en drench. Algunos de ellos pueden usarse en mezcla con insecticidas, fungicidas u otros fertilizantes solubles, pero antes es recomendable comprobar su compatibilidad con el otro producto es decir cuidar que este no precipite caso contrario no es recomendable realizar la mezcla.

Oyanel (s/f) indica que los bioestimulantes, contienen minerales en forma orgánica e inorgánica, reguladores del crecimiento como citoquininas, auxina, brassinoesteroides y poliaminas, y aminoácidos y hay tres grupos generales de materias primas para la elaboración de bioestimulantes:

- Extractos de origen vegetal, en base a algas o plantas superiores. Lo más común es encontrar productos con extractos alcalinos de algas pardas, especialmente el cochayuyo de Atlántico Norte (*Ascophyllum nodosum*). Dicho extracto tiene una composición de citoquininas 70 ppm, auxinas 60 ppm, 62 % de carbohidratos y una pequeña cantidad de aminoácidos. Además contiene 1% de nitrógeno, 0.05% P, 10 % K, 1.2% Ca, 0.8 % Mg, 3.7% S, 0.001 % Fe, y trazas de Cu, Mn, Zn y B.

- Extractos de origen animal, en general sub-productos ganaderos (vísceras, cuero, huesos, cartílagos). Se utilizan principalmente en procesos fermentativos para obtener aminoácidos en alta concentración.
- Ácido húmico, el cual está presente en cualquier tipo de materia orgánica. Por ejemplo, el ácido húmico se puede obtener de la leonardita (carbón de lignita) mediante un proceso de extracción a pH 2.0. Su composición es de 54-59 % C, 3-6% H, 33-38 % O, 1-4 % N, 0-2% S. El extracto también contiene aminoácidos, auxina y poliaminas. La leonardita contiene 50-93% de ácido húmico. Otras fuentes industriales son la turba rubia (21%) y la turba de Sphagnum (8% de ácido húmico).
- Respecto a organismos vivos, hay productos que combinan los componentes señalados en los puntos 1-3 con micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno, para repoblar el suelo con organismos benéficos.

## **2.4. Características de los materiales utilizados en éste estudio.**

### 2.4.1. Raizal.

Arysta Life Science (2013) indica que Raizal es un producto desarrollado para estimular la emisión de raíces primarias y secundarias para que formen un sistema radicular bien estructurado que, a su vez, permita la máxima absorción de nutrientes.

Su formulación tiene como base los tres elementos principales (nitrógeno, fósforo y potasio), enriquecido con magnesio, azufre y auxinas, y hacen de raizal, un excelente fertilizante enraizador para utilizarse al inicio del establecimiento de los cultivos y en la época de emisión de raíces.

Raizal, presenta los siguientes ingredientes activos:

Nitrógeno total:.....	9,0 %
Fósforo disponible.....	45.0 %
Potasio.....	11,0 %
Magnesio.....	0,6 %
Azufre.....	0,8 %
Fitohormonas.....	400,0 ppm

#### 2.4.2. Kelpak.

Kelpak es un extracto de alga *Ecklonia* que crece únicamente en las aguas limpias de la costa Atlántica de Sudáfrica. El alga es cultivada y cosechada en franjas cada 2 años, lo cual asegura la uniformidad de la materia prima (BASF, s/f).

Es el único producto en base a algas que se usa para su elaboración el exclusivo Cold Cellburst. Este proceso natural evita el uso de químicos, altas temperaturas o congelamiento. Dentro de su contenido está compuesto de macro y micronutrientes, proteínas, carbohidratos, aminoácidos y especialmente fitohormonas como: auxinas 11 ml/L y Citoquininas 0,031 ml/L en relación 350:1, esta relación impulsa un fuerte crecimiento del sistema radicular, el cual estimula el crecimiento vegetativo, obteniendo así una mayor producción.

Kelak incrementa el volumen de la masa radicular, el número de pelos absorbentes, mejora la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo, estimula la brotación de meristemas radiculares latentes, otorga mayor tolerancia a situaciones de estrés como falta o exceso de agua, deficiencia de nutrientes, salinidad e infestación de nematodos y enfermedades del suelo.

Su modo de acción radica en: La alta relación de auxinas citoquininas, estimula la formación de raíces; el aumento de raíces, aumenta la producción de citoquininas ya que estas son formadas en los ápices radiculares. El mayor número de raíces aumenta la absorción de nutrientes que sumado a provisión adicional de citoquininas incrementa el desarrollo foliar. Por tanto, la aplicación de Kelpak, determina el aumento en la producción y calidad de cosechas.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y Descripción del Área Experimental.

Esta investigación se realizó en la comunidad de Pisquer, parroquia Mira, cantón Mira, provincia del Carchi, cuya ubicación geográfica es de 0° 56' de Latitud Norte y 78° 04' de longitud occidental; el sitio se encuentra a una altura de 2.400 msnm.

Los valores promedios de clima se presentan de la siguiente manera: temperatura 18 °C, precipitación 636 mm, humedad relativa 75,9 %, nubosidad 28,2 % y velocidad del viento 10,7 km/h. De acuerdo a la clasificación de Holdridge el piso altitudinal se lo clasifica como bosque seco - Montano Bajo (bs-Mb).

#### 3.2. Material de Siembra.

El cultivo sembrado fue cebada variedad INIAP CAÑICAPA 2003, es una variedad de dos hileras que proviene de a cruza INIAP-SHYRI 89/3/GAL7PI6384//ESC.II-72-607 - 1E-1E-1E-5E, con un historial de selección E97-9053-3E-0EC-1E-0E-0E-0E-0E. Cruza hecha por el Programa de Cereales de la Estación Experimental “Santa Catalina” del INIAP. Su atributo es el alto contenido de proteína, así como buen rendimiento de grano, tipo de espiga barbada, densidad de espiga compacta, color de aleurona blanca; es una variedad tolerante al vuelco (encamado) y al estrés hídrico, posee una alta resistencia a la roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya de la hoja (*Puccinia triticina* Erikson), escaldadura (*Rhynchosporium secalis*), fusariosis (*Fusarium oxysporum*) y carbón desnudo (*Ustilago tritici* Pers).

#### 3.3. Factores Estudiados.

- Factor A: niveles de fertilización edáfica (N-P-K).

A1: 30-30-15

A2: 60-60-30

A3: 90-90-45

- Factor B: bioestimulantes.

B1: Raizal

B2: Kelpak

### 3.4. Métodos.

Se empleó los métodos teóricos: inductivo-deductivo, análisis síntesis y el empírico llamado experimental.

### 3.5. Tratamientos.

Los tratamientos son siete por la combinación de los niveles de fertilizantes y los dos bioestimulantes, como se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el cultivo de cebada. UTB. FACIAG. 2015.

Tratamientos	Factor A: Niveles de fertilización	Factor B: Bioestimulantes	
	(N-P-K)/ha	Nombre comercial	Dosis /ha
T1	A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	2 kg.
T2	A2 (60-60-30)	B1 (Raizal)	2 kg.
T3	A3 (90-90-45)	B1 (Raizal)	2 kg.
T4	A1 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	2 L.
T5	A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	2 L.
T6	A3 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	2 L.
T7 (Testigo)	-	-	-

### 3.6. Diseño Experimental.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con factorial A x B + 1 con 7 tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 21 unidades experimentales.

### 3.7. Análisis de varianza.

Los datos obtenidos en este trabajo se sometieron a un análisis estadístico, siguiendo el siguiente esquema del Cuadro 2.

Cuadro 2. ADEVA. FACIAG 2015.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloques	2
Tratamientos	6
Nivele de fertilización (A)	2
Bioestimulantes (B)	1
Interacción A x B	2
Testigo absoluto	1
Error	12
Total	20

### 3.8. Análisis funcional

Los promedios obtenidos en las variables se sometieron al análisis de la varianza y se empleó la prueba de Duncan al 5 % para las diferencias estadísticas entre las medias de los factores.

#### 3.8.1. Características del Lote Experimental

El área total del experimento fue de 576,00 m<sup>2</sup>, parcelas experimentales de 16,00 m<sup>2</sup> con un área útil de 12,00 m<sup>2</sup> y una distancia entre bloques y tratamientos de 1 m.

### 3.9. Manejo del ensayo.

#### 3.9.1. Preparación de suelo.

Se realizó labores de un cruce de arado y dos de rastra hasta desmenuzar el suelo y dejar una capa "mullida" sin terrones.

En el campo experimental se tomó 10 submuestras al azar en forma de zig-zag cada 10 pasos, limpiando la superficie del terreno y depositándola en el balde. Las submuestras se tomaron a 30 cm de profundidad. Luego de tener todas las submuestras en el balde se mezclaron homogéneamente y se tomó 1 kg aproximadamente. Esta muestra compuesta fue enviada al laboratorio para el respectivo análisis físico químico (Anexo 3).

Una vez nivelado el piso se procedió a la delimitación de las unidades experimentales con estacas, piola y herramientas de trabajo.



### 3.9.2. Siembra.

La siembra se realizó al voleo considerando una cantidad de semilla de 160 kg/ha (400 semillas/m<sup>2</sup>).

### 3.9.3. Aplicación de fertilizante químico.

Se aplicó los fertilizantes edáficos al momento de la siembra (P + K) y al encañado (N) a fin de evitar encamado, de acuerdo a la dosis establecida en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Compensación de fertilizantes. UTB. FACIAG. 2015.

Fertilizantes	Niveles de Fertilización NPK						Época de aplicación
	30-30-15		60-60-30		90-90-45		
	kg/ha	g/m <sup>2</sup>	kg/ha	g/m <sup>2</sup>	kg/ha	g/m <sup>2</sup>	
18-46-00	65,21	6,52	130,42	13,04	195,63	19,53	Siembra
Muriato de potasa	25,00	2,50	50,00	5,00	75,00	7,50	Siembra
Urea	53,48	5,35	106,96	10,69	160,44	16,04	Encañado
Total	143,69	14,37	287,38	28,73	431,07	43,07	

### 3.9.4. Tape.

Se realizó con una rastra de clavos tanto para la semilla así como para la mezcla de fertilizantes que se aplicó a la siembra.

### 3.9.5. Control de malezas.

Se realizó con la presencia de malezas cuando el cultivo comenzó el ahijamiento (2 hijos detectables), se aplicó 2,4 D Amina en dosis de 5 cc/L mediante pulverización con bomba de mochila marca Jacto y rociador de abanico 0,7 m con capacidad de descarga 0,7 L/minuto.

### 3.9.6. Aplicación de bioestimulantes.

Se realizaron dos aplicaciones foliares a la dosis comercial de los bioestimulantes (Raizal 2 kg/ha y Kelpak 2 L/ha) establecido en los tratamientos, la primera en el estadio de formación de brotes laterales y la segunda al inicio del encañado; se utilizó una bomba de mochila marca Jacto adaptado con rociador de cono con capacidad de descarga de 0,5 L/minuto dando un total de 1,3 L/unidad experimental de 16 m<sup>2</sup>.

### 3.9.7. Riego.

Para compensar las necesidades hídricas del cultivo durante sus etapas de desarrollo, floración y fructificación, se realizaron cuatro riegos por aspersión según las necesidades del cultivo tratando que se mantenga en capacidad de campo.

### 3.9.8. Controles fitosanitarios.

Se realizó esta labor cuando la planta comenzó a formar los brotes laterales, se aplicó un manejo preventivo para la roya amarilla (*Puccinia striiformis*) y el pulgón verde (*Myzus persicae*) con una pulverización de propiconazol a 1 cc/L + Imidacloprid a 0,5 cc/L.

### 3.9.9. Cosecha.

Se realizó manualmente (con hoz) en cada una de la parcelas, cuando las plantas alcanzaron su madurez completa de semilla (grano duro).

## **3.10. Datos evaluados.**

### 3.10.1. Altura de planta.

Esta variable se evaluó considerando 10 plantas tomadas al azar dentro del área útil de cada unidad experimental, la medida se tomó con un flexómetro desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, se evaluó a los 30 días después de la emergencia (dde) es decir durante el desarrollo de las hojas desplegadas, 60 (dde) encañado y 90 (dde) floración; los resultados se expresaron en cm.

### 3.10.2. Número de brotes por semilla.

De la misma manera se consideró en las mismas diez plantas tomadas al azar y en los estadios evaluados de altura de planta, se contaron el número de brotes por semilla, los resultados se expresaron brotes/semilla.

### 3.10.3. Grosor del tallo.

Se midió con un calibrador pie de rey en la base del tallo en las mismas plantas y estadios evaluados en las variables anteriores; los resultados se expresaron en cm.

#### 3.10.4. Longitud de la raíz en cm

Se realizó al momento de la cosecha tomando diez plantas al azar del área útil de cada unidad experimental, se midió desde el cuello de la planta hasta las cofilas de la parte terminal más larga de la raíz, se utilizó una cinta métrica y los resultados se registraron en centímetros cm.

#### 3.10.5. Peso de raíz.

Se pesó las mismas raíces de la variable anterior utilizando una balanza técnica, los resultados se expresaron en gramos (g).

#### 3.10.6. Cantidad de granos por panícula.

El conteo de los granos se realizó tomando 10 plantas al azar y contando de cada una de estas la cantidad de granos existentes por panícula, los resultados se expresaron en granos/panícula.

#### 3.10.7. Rendimiento.

Se lo realizó pesando el grano cosechado alcanzando en  $1 \text{ m}^2$  dentro del área útil de cada unidad experimental, los resultados se expresaron en  $\text{g}/\text{m}^2$ .

#### 3.10.8. Análisis económico.

Se determinó la utilidad económica en función del rendimiento alcanzado y expresado en  $\text{kg}/\text{ha}$ , el valor de la producción y el costo fijo y variable de cada uno de los tratamientos.

## 4. RESULTADOS.

### 4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 3 se presentan los valores correspondientes a esta variable, el análisis de varianza determinó que hubo significación estadística para los niveles de fertilización y bioestimulantes a los 30 y 60 días después de la emergencia (dde) y ninguna significancia a los 90 dde. El coeficiente de variación fue de 4,03; 2,37 y 6,43 respectivamente.

A los 30 y 60 dde el nivel de NPK (90-90-45), alcanzó el mayor promedio de altura de planta con 35,93 y 73,90 cm respectivamente; el menor promedio de altura lo obtuvieron los niveles de NPK (60-60-30) con 33,58 cm y a los 60 dde el nivel 30-30-15 con 70,60 cm. A los 150 (dde) no se presentó diferencias significativas, donde los promedios son similares para los niveles de fertilización NPK 30-30-15; 60-60-30 y 90-90-45 con 90,25; 92,57 y 96,03 cm de altura respectivamente.

En cuanto al factor bioestimulantes, a los 30 y 60 (dde) de acuerdo a la prueba de Duncan al 5 %, estadísticamente el mejor promedio lo alcanzó Kelpak con 35,84 y 73,82 cm respectivamente y el menor valor Raizal 34,19 y 71,00 cm respectivamente. A los 90 (dde) no se registró diferencias significativas para los dos bioestimulantes con valores de 94,08 y 91,82 cm de altura respectivamente.

Con respecto a las interacciones (A x B) se encontraron valores significativamente diferentes, obteniéndose una altura mayor a los 30 (dde) en el tratamiento A3B2 perteneciente al nivel de fertilizante de NPK (90-90-45) y el bioestimulantes Kelpak con 37,20 cm estadísticamente similar a A1B1 del nivel de NPK (30-30-15) y el bioestimulante Raizal; y A1B2 del nivel de NPK (30-30-15) y el bioestimulante Kelpak que alcanzaron 35,70; 35,37 cm respectivamente, mientras que la menor altura la registró el tratamiento A2B1 concerniente al nivel de fertilizante de NPK (60-60-30) y el bioestimulante Raizal con 32,20 cm de altura. A los 60 (dde) la mayor altura fue para los tratamientos A2B2 perteneciente al nivel de fertilizante de NPK (60-60-30) y el bioestimulantes Kelpak y A3B2 con el nivel de NPK (90-90-45) y el bioestimulantes Kelpak que obtuvieron similar valor estadístico de 75,80 y 75,10 cm respectivamente; el tratamiento de menor altura fue para A2B1 del nivel de fertilizante NPK (30-30-15) y el bioestimulante Kelpak con 69,67

cm. A los 150 (dde) los promedios de los tratamientos no presentaron diferencias significativas con valores que oscilan de 87,83 a 96,67 cm.

La comparación del testigo con la aplicación de los tratamientos evidenció que a los 30 y 60 (dde) se presentó diferencias estadísticamente significativas donde se puede observar que los promedios de menor altura en este tratamiento alcanzó 32,00 y 67,47 cm en comparación con el promedio de los tratamientos que registró 35,02 y 72,41 cm respectivamente; sin embargo, a los 90 días esta comparación no registró diferencias estadísticas al obteniendo el testigo un valor de 90,00 cm de altura similar estadísticamente al promedio de los tratamientos que resultó con 92.95 cm.

#### **4.2. Grosor del tallo.**

Según el análisis de varianza (Cuadro 4), para la variable grosor de tallo, 30 y 90 días después de la emergencia (dde) no se presentó significancia estadística en ninguno de los dos componentes. A los 60 (dde) los niveles de fertilización N P K/ha e interacciones no presentaron significancia estadística mientras que los Bioestimulantes y el testigo mostraron una alta significancia estadística (1%). El coeficiente de variación para esta variable a los 30, 60 y 90 (dde) fue de 8,96; 4,43 y 4,84 % respectivamente en su orden.

Con respecto a los niveles de fertilización se pudo observar un promedio de crecimiento en el grosor de tallo de 0,22; 0,47 y 1,07 cm entre los 30, 60 y 90 (dde) respectivamente en su orden.

Para los bioestimulantes no se reportó diferencias significativas a los 30 (dde) donde Kelpak alcanzó el mismo promedio que Raizal con 0,21 cm de grosor de tallo; a los 60 (dde) se presentó alta significancia estadística donde el mayor valor correspondió al bioestimulante Kelpak con 0,49 cm y con el menor promedio lo obtuvo Raizal con 0,46 cm de grosor de tallo; mientras que a los 90 (dde) no se reportó significancia estadística con los promedios obtenidos de 1,07 cm en los dos bioestimulantes.

En cuanto a las interacciones para grosor de tallo no se reportó diferencias estadísticas en los tres periodos evaluados, alcanzando promedios de crecimiento de grosor de tallo de 0,22; 0,48 y 1,07 cm entre los 30, 60 y 90 (dde) respectivamente en su orden.

Cuadro 4. Valores promedios de altura de planta a los 30, 60 y 90 dde con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG. 2015.

Factores y Tratamientos	Altura de planta (cm)		
	30 dde	60 dde	90 dde
<b>Niveles de fertilización N P K/ha</b>			
A1 (30-30-15)	35,53 a	70,60 b	90,25
A2 (60-60-30)	33,58 b	72,73 ab	92,57
A3 (90-90-45)	35,93 a	73,90 a	96,03
Significancia estadística	**	**	ns
<b>Bioestimulantes</b>			
B1 (Raizal)-2 kg/ha	34,19 b	71,00 b	94,08
B2 (Kelpak)-2 L/ha	35,84 a	73,82 a	91,82
Significancia estadística	**	**	ns
<b>Interacciones</b>			
A1 – B1	35,70 a	70,63 b	92,67
A2 – B1	32,20 b	69,67 b	92,90
A3 – B1	34,67 ab	72,70 ab	96,67
A1 – B2	35,37 a	70,57 b	87,83
A2 – B2	34,97 ab	75,80 a	92,23
A3 – B2	37,20 a	75,10 a	95,40
Significancia estadística	**	**	ns
Promedios	35,02	72,41	92,95
<b>Testigo versus el resto</b>			
Testigo versus el resto	32,00	67,47	90,00
Significancia estadística	**	**	ns
<b>Coefficiente de variación (%)</b>			
Coefficiente de variación (%)	4,03	2,37	6,43

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), según Duncan al 5% de significancia.

dde: días después de la emergencia

\*\*= altamente significativo al 1 %

ns : no significativo

En cuanto al testigo no fue significativo a 30 (dde) con 0,20 cm frente al promedio de los tratamientos de 0,22 cm de grosor de tallo. A los 60 (dde) se presentó alta significancia estadística con el promedio de 0,45 cm frente al de los de los tratamientos que resultó superior con 0,48 cm de promedio en grosor de tallo; mientras que a los 90 (dde) el testigo no presentó significancia estadística con el promedio de 1,01 cm, similar al de los tratamientos que alcanzaron 1,07 cm de grosor de tallo.

### **4.3. Número de brotes por semilla.**

En el Cuadro 5 se observa que en esta variable de los datos tomados a los 30, 60 y 90 días después de la emergencia se registró alta significación estadística (1%) para los componentes evaluados, excepto para bioestimulantes a los 90 (dde) donde no presentó significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 4,19; 4,86 y 5,32 % respectivamente en su orden de las tres etapas evaluadas.

Referente a la acción de los los niveles de fertilización sobre el número de brotes por semilla, a los 30, 60 y 90 (dde) el nivel de fertilizante NPK (90-90-45) obtuvo el mayor promedio con 9,02; 10,30 y 14,17 brotes/semilla; mientras que el menor promedio correspondió al nivel de fertilización de NPK 30-30-15 con valores de 7,78; 9,32 y 12,72 brotes/semilla respectivamente en su orden.

En cuanto al factor bioestimulantes a los 30 (dde) se reportó alta diferencia significativa; obteniendo un mayor promedio con Raizal alcanzando 8,59 números de brotes, siendo superior a Kelpak que obtuvo 8,19 brotes/semilla. A los 60 (dde) el bioestimulantes Kelpak alcanza una diferencia significativa con el promedio de 9,89 brotes/semilla frente a Raizal que obtiene el menor promedio de 9,40 brotes/semilla. A los 90 (dde) no se presenta significancia estadística donde los promedios de 13,39 y 13,57 brotes/semilla resultan similares para Kelpak y Raizal respectivamente en su orden.

Con respecto a las interacciones (A x B) los datos tomados a los 30 (dde), encontraron valores diferentes y significativos estadísticamente, obteniendo el tratamiento A3B1 perteneciente al nivel de fertilizante NPK (90-90-45) y el bioestimulante Raizal el mayor promedio con 9,70 número de brotes por semilla, el menor promedio fue para A1B1 con 7,50 número de brotes por semilla. A los 60 (dde) el mejor promedio lo obtiene el tratamiento A3B2 con 10,57 número de brotes por semilla, siendo similar estadísticamente a los tratamientos A1B2 del nivel de fertilizante NPK (30-30-15) y el bioestimulante Raizal, A3B1 del nivel NPK (90-90-45) y el bioestimulante Raizal y A2B1 del nivel de fertilizante de NPK (30-30-15) y el bioestimulante Kelpak que alcanzaron

Cuadro 5. Valores promedios de grosor de tallo a los 30, 60 y 90 dde con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.

Factores y Tratamientos	Grosor de tallo (cm)		
	30 dde	60 dde	90 dde
<b>Niveles de fertilización N P K/ha</b>			
A1 (30-30-15)	0,21	0,47	1,07
A2 (60-60-30)	0,22	0,48	1,07
A3 (90-90-45)	0,24	0,48	1,08
Significancia estadística	ns	ns	ns
<b>Bioestimulantes</b>			
B1 (Raizal)-2 kg/ha	0,22	0,46 b	1,07
B2 (Kelpak)-2 L/ha	0,22	0,49 a	1,07
Significancia estadística	ns	**	ns
<b>Interacciones</b>			
A1 – B1	0,22	0,46	1,07
A2 – B1	0,23	0,46	1,07
A3 – B1	0,23	0,47	1,09
A1 – B2	0,21	0,48	1,07
A2 – B2	0,21	0,49	1,06
A3 – B2	0,24	0,49	1,08
Significancia estadística	ns	ns	ns
Promedios	0,22	0,48	1,07
<b>Testigo versus el resto</b>			
Testigo versus el resto	0,20	0,45	1,01
Significancia estadística	ns	**	ns
<b>Coefficiente de variación</b>			
Coefficiente de variación	8,96	4,43	4,84

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), según Duncan al 5% de significancia.

dde: días después de la emergencia

\*\*= altamente significativo al 1 %

ns : no significativo



valores similares de 10,33, 10,03 y 9,87 número de brotes por semilla respectivamente, mientras el menor valor lo obtuvo A1B1 del nivel de fertilizante de NPK (30-30-15) y el bioestimulante Raizal con 8,30 seguido de A2B2 del nivel de fertilizante de NPK (60-60-30) y el bioestimulante Raizal que alcanzó similar valor estadístico con 8,77 número de brotes por semilla. De la misma manera a los 90 días los valores promedios de esta variable presentan alta significancia estadística, donde el tratamiento A3B2 del nivel de fertilizante NPK (90-90-45) y el bioestimulantes Kelpak alcanza el mayor número de brotes por semilla con 14,40 compartiendo promedios similares con los tratamientos A3B1 del nivel de fertilizante NPK (90-90-45) y el bioestimulante Raizal, A2B1 de NPK (60-60-30) y el bioestimulante Raizal y A2B2 del nivel de fertilizante de NPK (60-60-30) y el bioestimulantes Kelpak que alcanzaron 13,93; 13,57 y 13,53 número de brotes por semilla respectivamente. El menor promedio lo obtuvo el tratamiento A1B2 concerniente al nivel de fertilizante NPK (30-30-15) y el bioestimulante Kelpak con 12,23 número de brotes por semilla.

Mientras que la comparación del testigo con la aplicación de los tratamientos se evidenció que a los 30, 60 y 90 días presentó diferencia estadística al 1%, alcanzando promedios inferiores de 7,43; 8,03 y 12,17 brotes/planta en comparación con promedios de los tratamientos que alcanzaron 8,39; 9,65 y 13,48 brotes/planta respectivamente.

#### **4.4. Longitud de raíz.**

En el Cuadro 6 se presentan los valores correspondientes a esta variable obtenidos al momento de la cosecha dentro de cada unidad experimental, donde el análisis de varianza determinó alta significancia estadística (1 %) para niveles de fertilización, bioestimulantes y la comparación del testigo con los tratamientos; mientras que en las interacciones hubo significancia (5 %); el coeficiente de variación fue de 3,08 %.

El valores promedio del nivel de fertilización NPK (90-90-45) obtuvo 17,02 cm, mientras que el menor promedio alcanzado fue para los niveles NPK (30-30-15) y NPK (60-60-30) con promedios de 15,85 y 16,10 cm respectivamente.

En cuanto a los bioestimulantes se obtuvo estadísticamente diferencia significativa, donde la mayor longitud de raíz lo alcanzó B2 (Kelpak) con 16,69 cm, mientras que el menor promedio lo obtuvo Raizal con 15,96 cm.

Cuadro 6. Valores promedios de número de brotes a los 30, 60 y 90 dde, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares. UTB. FACIAG, 2015.

Factores y Tratamientos	Número de brotes		
	30 dde	60 dde	90 dde
<b>Niveles de fertilización N P K/ha</b>			
A1 (30-30-15)	7,78 c	9,32 b	12,72 b
A2 (60-60-30)	8,37 b	9,32 b	13,55 a
A3 (90-90-45)	9,02 a	10,30 a	14,17 a
Significancia estadística	**	**	**
<b>Bioestimulantes</b>			
B1 (Raizal)-2 kg/ha	8,59 a	9,40 b	13,57
B2 (Kelpak)-2 L/ha	8,19 b	9,89 a	13,39
Significancia estadística	**	**	ns
<b>Interacciones</b>			
A1 – B1	7,50 c	8,30 b	13,20 ab
A2 – B1	8,57 b	9,87 a	13,57 a
A3 – B1	9,70 a	10,03 a	13,93 a
A1 – B2	8,07 bc	10,33 a	12,23 b
A2 – B2	8,17 bc	8,77 b	13,53 a
A3 – B2	8,33 b	10,57 a	14,40 a
Significancia estadística	**	**	**
Promedios	8,39	9,65	13,48
<b>Testigo versus el resto</b>			
Testigo versus el resto	7,43	8,03	12,17
Significancia estadística	**	**	**
<b>Coefficiente de variación</b>			
Coefficiente de variación	4,19	4,86	5,32

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), según Duncan al 5% de significancia.

dde: días después de la emergencia

\*\*= altamente significativo al 1 %

ns : no significativo

Con respecto a las interacciones (A x B) se encontraron valores significativamente diferentes, obteniéndose mayor longitud de raíz en el tratamiento A3B2 del nivel de fertilizante NPK (90-90-45) y el bioestimulantes Kelpak que alcanzó 17,37 cm, compartiendo estadísticamente valores similares con los tratamientos A3B1 del nivel de fertilizante de NPK (90-90-45) y el bioestimulante Raizal y A1B2 del nivel de fertilizante NPK (30-30-15) y el bioestimulante Kelpak que alcanzaron 16,67 y 16,70 cm respectivamente; mientras el menor promedio lo obtuvo la fertilización NPK (30-30-15) y el bioestimulante Raizal con 15,00 cm de longitud de raíz.

La comparación del testigo con la aplicación de los tratamientos evidenció diferencias estadísticas altamente significativas; se pudo observar que el testigo con un longitud de raíz de 14,43 cm es mucho menor que el promedio de los tratamientos que alcanzó 16,32 cm.

#### **4.5. Peso de raíz.**

Según el análisis de varianza (Cuadro 6), para la variable peso de raíz se presentó alta significancia estadística (1 %) para niveles de fertilización, bioestimulantes, interacciones y el testigo. El coeficiente de variación fue de 4,55 %.

Con respecto a los niveles de fertilización se pudo observar se presentó diferencias significativas obteniendo NPK (90-90-45) un promedio de peso de raíz de 14,05 gramos, superior a NPK (30-30-15) y NPK (60-60-30) que obtuvieron promedios estadísticamente similares de 12,15 y 12,65 gramos respectivamente.

Para los bioestimulantes se reportó diferencias significativas donde Kelpak alcanzó 13,42 gramos de peso de raíz, estadísticamente diferente y superior a Raizal (12,48 gramos).

En cuanto a las interacciones se reportó diferencias estadísticas, en los cuales el fertilizante NPK (90-90-45) y el bioestimulantes Kelpak obtuvo 14,37 gramos de peso e raíz, compartiendo valores estadísticamente similares a los tratamientos A3B1 del nivel de fertilizante de NPK (90-90-45) y el bioestimulante Raizal y A1B2 del nivel de fertilizante de NPK (30-30-15) y el bioestimulante Kelpak que alcanzaron promedios de 13,73 y 13,40 gramos respectivamente. El menor promedio alcanzado fue para el tratamiento A1B1 perteneciente al nivel de fertilizante de NPK (30-30-15) y el bioestimulante Raizal que obtuvo 10,90 gramos.

En cuanto al testigo fue estadísticamente significativo con 10,47 gramos frente al promedio de los tratamientos (12,95 g).

#### **4.6. Número de granos por panícula**

Referente a la acción de los niveles de fertilización y bioestimulantes sobre el número de granos por panícula no hubo diferencia significativa; mientras que en la comparación del testigo con los tratamientos hubo alta significancia (1 %). El coeficiente de variación fue de 2,41 % (Cuadro 6).

La fertilización con NPK 30-30-15; 60-60-30 y 90-90-45 presentaron significancia estadística, dando valores numéricamente similares de 23,45; 23,58 y 24,07 granos por panícula en su orden.

Los bioestimulantes Kelpak y Raizal presentaron valores numéricamente similares, siendo estos 23,60 y 23,80 granos/panícula.

De la misma manera la interacción A x B no presentó significancia estadística, debido a que sus números oscilaron entre 23,33 a 24,20 granos/panícula.

El testigo se mostró significativamente diferente a los tratamientos, cuyo promedio fue de 22,13 granos/panícula, valor inferior a los promedios de los tratamientos que fue de 23,70 granos/panícula.

#### **4.7. Rendimiento de grano.**

En el Cuadro 7 se presentan los valores correspondientes a esta variable obtenido de la cosecha de una área de 1 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental, donde el análisis de varianza determinó alta significancia estadística (1 %) para los factores estudiados. El coeficiente de variación fue de 9,25 %.

Referente a la acción de los niveles de fertilización sobre el peso de granos cosechados tuvo alta significancia estadística, donde el nivel de NPK (90-90-45) obtuvo 329,36 g/m<sup>2</sup>, mientras el menor promedio fue para el nivel de NPK (30-30-15) que obtuvo 271,48 g/m<sup>2</sup>.

En cuanto a los bioestimulantes se obtuvo estadísticamente una diferencia significativa, donde el mayor peso de granos lo alcanzó Kelpak con 312,97 g/m<sup>2</sup> mientras que, el menor promedio fue para Raizal con 283,85 g /m<sup>2</sup>.

Cuadro 7. Valores promedios y su significancia estadística de longitud y peso de raíz, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales. UTB. FACIAG, 2015.

Factores y Tratamientos	Longitud de raíz.	Peso de raíz.
	(cm)	(g.)
Niveles de fertilización N P K/ha		
A1 (30-30-15)	15,85 b	12,15 b
A2 (60-60-30)	16,10 b	12,65 b
A3 (90-90-45)	17,02 a	14,05 a
Significancia estadística	**	**
Bioestimulantes		
B1 (Raizal)-2 kg/ha	15,96 b	12,48 b
B2 (Kelpak)-2 L/ha	16,69 a	13,42 a
Significancia estadística	**	**
Interacciones		
A1 – B1	15,00 c	10,90 d
A2 – B1	16,20 b	12,80 bc
A3 – B1	16,67 ab	13,73 ab
A1 – B2	16,70 ab	13,40 abc
A2 – B2	16,00 b	12,50 c
A3 – B2	17,37 a	14,37 a
Significancia estadística	*	**
Promedios	16,32	12,95
Testigo versus el resto		
	14,43	10,47
Significancia estadística	**	**
Coeficiente de variación		
	3,08	4,55

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), según Duncan al 5% de significancia.

\*\* : altamente significativo al 1 %

\* : significativo al 5 %.

Con respecto a las interacciones A x B se encontraron valores significativamente diferentes, obteniéndose mayor peso de granos en el tratamiento A3B2 perteneciente al nivel de fertilizante de NPK (90-90-45) y el bioestimulantes Kelpak que alcanzó 335,57 g/m<sup>2</sup>, siendo estadísticamente similar a NPK (90-90-45) + Raizal; NPK (60-60-30) + Kelpak; NPK (30-30-15) + Kelpak, que alcanzaron promedios de 323,14; 305,39 y 297,93 g/m<sup>2</sup> en su orden; mientras que el menor promedio lo obtuvo NPK (30-30-15) + Raizal con 245,02 g/m<sup>2</sup>.

La comparación del testigo con la aplicación de los tratamientos evidenció diferencias estadísticas altamente significativas; se puede observar que el testigo con rendimiento 233.30 g/m<sup>2</sup> es mucho menor en comparación con el promedio de los tratamientos que alcanzó 298,40 g/m<sup>2</sup>.

#### **4.8. Análisis económico**

En el Cuadro 8, se presenta el análisis económico de cebada en función al rendimiento, costo y valor estimado de venta de cada tratamiento. Se observa que en el tratamiento con NPK (30-30-15) más el bioestimulante Kelpak obtuvo la mayor utilidad económica con \$ 899 USD, mientras que el tratamiento Testigo obtuvo la menor utilidad con \$ 745 USD.

Cuadro 8. Valores promedios de número de granos por panícula y rendimiento, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales. UTB. FACIAG, 2015.

Factores y Tratamientos	Granos por panícula.	Rendimiento (g/m <sup>2</sup> )
Niveles de fertilización N P K/ha		
A1 (30-30-15)	23,45	271,48 b
A2 (60-60-30)	23,58	294,38 ab
A3 (90-90-45)	24,07	329,36 a
Significancia estadística	ns	**
Bioestimulantes		
B1 (Raizal)-2 kg/ha	23,80	283,85 b
B2 (Kelpak)-2 L/ha	23,60	312,97 a
Significancia estadística	ns	**
Interacciones		
A1 – B1	23,57	245,02 b
A2 – B1	23,63	283,37 ab
A3 – B1	24,20	323,14 a
A1 – B2	23,33	297,93 a
A2 – B2	23,53	305,39 a
A3 – B2	23,93	335,57 a
Significancia estadística	ns	**
Promedios	23,70	298,40
Testigo versus el resto	22,13	233,30
Significancia estadística	**	**
Coefficiente de variación	2,41	9,50

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), según Duncan al 5% de significancia.

\*\*= altamente significativo al 1 %

ns : no significativo

Cuadro 9. Análisis económico de los tratamientos, con la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales. UTB. FACIAG, 2015.

Trat.	Niveles de Fertilización NPK *	Bioestimulantes **	Rendimiento (kg/ha)	Valor de la producción (USD/ha) ***	Costo Variables (USD/ha)	Costo Fijos (USD/ha)	Utilidad económica (USD/ha)	Porcentaje de utilidad (%)
T1	30-30-15	Raizal	2.450	1.102	119	305	679	160
T2	60-60-30	Raizal	2.834	1.275	213	305	757	146
T3	90-90-45	Raizal	3.231	1.454	308	305	842	137
T4	30-30-15	Kelpak	2.979	1.340	137	305	899	204
T5	60-60-30	Kelpak	3.054	1.374	231	305	838	156
T6	90-90-45	Kelpak	3.356	1.510	326	305	880	139
T7	Testigo		2.333	1.050	-	305	745	244

\* Precio de abonos utilizados en la compensación de los niveles de fertilización.

Fertilizantes	Unidad	Costo (USD)	Niveles de Fertilización NPK		
			30-30-15	60-60-30	90-90-45
			USD/ha	USD/ha	USD/ha
18-46-00	kg	0,84	54,60	109,20	163,80
Urea	kg	0,60	23,40	46,80	70,20
Muriato de potasa	kg	0,66	16,50	33,00	49,50

\*\* Precio de bioestimulantes utilizados

Bioestimulantes	Unidad	Costo (USD)	Dosis/Ha	USD/Ha
Raizal	kg	8,00	3	24,00
Kelpak	L	14,00	3	42,00

\*\*\* Precio de cebada: \$ 0,44 USD/kg



## 5. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como finalidad el estudio de los efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada en la zona de San Francisco de Pisquer en el cantón Mira, provincia del Carchi, en donde se observa que los niveles de fertilización en altura de planta, grosor de tallo y granos por panícula no se obtuvo significancia estadística, por lo que es indiferente el uso de cualquiera de estos tres niveles de fertilización utilizados; mientras que la fertilización NPK (90-90-45) obtuvo la mayor significancia estadística en número de brotes, longitud de raíz, peso de raíz y el rendimiento de grano, esto demuestra que la fertilización con este nivel de N-P-K permite una mejor fertilidad, aportando al suelo los nutrientes necesarios para el cultivo de cebada, proveyendo de esta manera a la planta un desarrollo óptimo y por ende un alto rendimiento en la producción de la cosecha como lo menciona (Villarreal, 2012) al publicar los resultados de un trabajo del efecto de fertilización aplicados al suelo.

Con respecto a los bioestimulantes en la variable altura de planta, grosor de tallo, número de brotes por semilla y número de granos no presentaron significancias estadísticas, lo cual podría atribuirse que no se presenta efecto alguno por parte de los bioestimulantes en estos componentes. En las variables rendimiento, longitud de raíz y peso de grano, el bioestimulante Kelpak alcanzó la mayor significancia estadística; este resultado obtenido en esta variable podría darse debido a los beneficios que presenta los componentes de este producto en la relación de hormonas de Auxina y Citoquininas lo cual podría atribuirse un incremento en la capacidad de absorción de nutrientes y agua del suelo, además que estas hormonas según BASF otorgan mayor tolerancia a situaciones de estrés como: falta o exceso de agua, deficiencia de nutrientes, infestación de nematodos y enfermedades del suelo, por tanto, la aplicación de Kelpak, podría determinar el aumento en la producción y calidad de cosechas en el cultivo de la cebada.

Con respecto a las interacción, los tratamientos no presentaron significancia estadística en las variables de altura de planta, grosor de tallo y número de granos por panícula, considerando que no tuvo efecto alguno la aplicación de los niveles de fertilización ni los bioestimulantes en estos componentes evaluados. Sin embargo el tratamiento correspondiente al nivel de fertilización NPK (90-90-45) + el bioestimulante

Kelpak obtuvo mayor longitud de raíz, peso de raíz y el mayor rendimiento de grano por unidad de superficie cosechada. Estos resultados podrían atribuirse a que la combinación de estos dos factores de estudio brindan a la planta un doble efecto tanto en la compensación nutricional requerida por el cultivo como en la bioestimulación de estructuras celulares especializadas en el desarrollo fisiológico como de rendimiento de grano del cultivo de cebada. Bondades que lo mencionan dentro de las características de los fertilizantes (Villarreal, 2012) y a su vez del bioestimulante Kelpak la empresa (BASF).

En el análisis económico del rendimiento de grano por hectárea en función del costo de producción, se observó que todos los tratamientos presentaron utilidades económicas; sin embargo se puede mencionar que el nivel de NPK (30-30-15) con el bioestimulante Kelpak obtuvo más utilidad económica. Estos resultados demuestran que resultaría una alternativa para obtener una rentabilidad, el empleo de programas de fertilización y adicionalmente el uso de bioestimulantes foliares, que permitan potenciar el rendimiento de cultivos en zonas necesitadas de un aporte nutricional.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) El cultivo de cebada variedad INIAP Cañicapa 2003, respondió positivamente al nivel de fertilización N-P-K (90-90-45) en cuanto a longitud de raíz, peso de raíz, número de brotes y rendimiento.
- 2) La aplicación foliar del bioestimulante Kelpak, respondió significativamente en la variables, longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento de grano por unidad de superficie.
- 3) La mejor combinación en el comportamiento agronómico y rendimiento de la cebada es la aplicación de N-P-K (90-90-45) más el bioestimulación Kelpak (2 L/ha) aplicado al follaje.
- 4) El mayor beneficio neto de USD 899/ha en la producción de la cebada se lo obtuvo con la aplicación de N-P-K (30-30-15) más el bioestimulante Kelpak (2 L/ha).

De acuerdo a los resultados de este trabajo se recomienda:

- 1) Utilizar los niveles de fertilización N-P-K 30-30-15 a 90-90-45 según las características de suelo y variedades de cebada, debido al incremento que permite en el rendimiento.
- 2) Utilizar el bioestimulante Kelpak en aplicaciones foliares durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo de cebada para lograr mayor rendimiento.
- 3) Planificar nuevos ensayos con nuevas variedades y otras características de suelo en la zona de Mira, provincia del Carchi.

## 7. RESUMEN

En la comunidad de Pisquer, parroquia Mira, cantón Mira, provincia del Carchi se realizó este trabajo con el objeto de evaluar el efecto de la aplicación de tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares, sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L).

Se investigó siete tratamientos combinados por fertilizantes NPK en niveles 30-30-15; 60-60-30 y 90-90-45 combinados con dos bioestimulantes Raizal y Kelpak en dosis de 2 kg/ha y 2 L/ha respectivamente.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) en arreglo factorial A x B + 1 con 7 tratamientos y tres repeticiones, dando un total de 21 unidades experimentales. El área total del experimento fue de 576,00 m<sup>2</sup>, parcelas experimentales de 16,00 m<sup>2</sup> con un área útil de 12,00 m<sup>2</sup>.

Se evaluó, altura de planta, grosor de tallo, número de brotes por semilla, longitud de raíz, peso de raíz, número de granos por panícula y rendimiento de grano. Los datos se sometieron al análisis de la varianza y la comparación de los tratamientos se hizo con la prueba de Duncan al 5 %.

Los resultados determinaron que el cultivo de cebada variedad INIAP Cañicapa 2003, respondió positivamente al nivel de fertilización N-P-K (90-90-45) en cuanto a longitud de raíz, peso de raíz, número de brotes y rendimiento, la aplicación foliar del bioestimulante Kelpak, respondió significativamente en la variables, longitud de raíz, peso de raíz y rendimiento de grano por unidad de superficie, la mejor combinación en el comportamiento agronómico y rendimiento de la cebada es la aplicación de N-P-K (90-90-45) más el bioestimulación Kelpak (2 L/ha) aplicado al follaje y el mayor beneficio neto de USD 899/ha en la producción de la cebada se lo obtuvo con la aplicación de N-P-K (30-30-15) más el bioestimulante Kelpak (2 L/ha).

## 8. SUMMARY

In the community of Pisquer, parish Mira, Mira canton, province of Carchi this work was performed in order to evaluate the effect of the application of three levels of chemical fertilization and two root stimulators on agronomic performance and crop yield barley (*Hordeum vulgare* L). Seven treatments combined by 30-30-15 NPK levels was investigated; 60-60-30 and 90-90-45 combined with two bioestimulantes Raizal and Kelpak in doses of 2 kg / ha and 2 L/ha respectively. Design Randomized Complete Block (DBCA) was used in factorial arrangement A x B + 1 with 7 treatments and three replications, giving a total of 21 experimental units. The total area of the experiment was 576.00 m<sup>2</sup>, experimental plots of 16.00 m<sup>2</sup> with a useful area of 12.00 m<sup>2</sup>. It was evaluated, plant height, stem thickness, number of shoots per seed, root length, root weight, number of grains per panicle and grain yield. Data variance analysis and comparison underwent treatments hiso with Duncan test 5%. The results determined that the cultivation of barley variety INIAP Cañicapa 2003, responded positively to the level of NPK fertilizer (90-90-45) regarding root length, root weight, number of buds and performance, foliar application of bioestimulante Kelpak responded significantly on variables, root length, root weight and grain yield per unit area, the best combination in the agronomic behavior and performance dela barley is the application of NPK (90-90-45) plus biostimulation Kelpak (2 L / ha) applied to the foliage and the highest net benefit of USD 899 / ha in the production of barley is what obtained with the application of NPK (30-30-15) plus bioestimulante Kelpak (2 L / ha) .

## 9. LITERATURA CITADA

- Arysta LifeScience . (2013). *PRONUTRITIVA*. Recuperado el 04 de 08 de 2015, de OFERTA DE “BIO-SOLUCIONES” PARA LOS AGRICULTORES: [http://www.arysta.com.ar/gacetillas/Nutricion\\_Vegetal\\_Bio\\_Soluciones\\_de\\_ARYSTA\\_29\\_03\\_14.pdf](http://www.arysta.com.ar/gacetillas/Nutricion_Vegetal_Bio_Soluciones_de_ARYSTA_29_03_14.pdf)
- BASF. (s/f). *BASF PERU*. Recuperado el 01 de 08 de 2014, de REGULADORES : [http://www.basf.com.pe/sac/web/peru/es\\_ES/agro/productos/reguladores\\_crecimiento/kelpak](http://www.basf.com.pe/sac/web/peru/es_ES/agro/productos/reguladores_crecimiento/kelpak)
- Carvajal, M. (16 de 05 de 2013). Recuperado el 04 de 08 de 2014, de Bioestimulantes para plantas de raíces inteligente: <http://comunidad.ainia.es/web/ainiacomunidad/blogs/biotecnologia/-/articulos/Dfu9/content/bioestimulantes-para-plantas-de-raices-inteligentes-1>
- CIP. (04 de 2011). *Centro Internacional de la Potasa*. Recuperado el 05 de 08 de 2014, de Manejo de Fertilizantes: <http://cipotato.org/region-quito/informacion/inventario-de-tecnologias/manejo-de-fertilizacion-en-el-cultivo-de-papa/>
- Cubero, D., & Vieira, M. (2004). *Abonos Organicos y Fertilizantes Quimicos. Abonos Organicos y Fertilizantes Quimicos*. (pág. 7). s.e.
- Guerrero, A. (2006). Recuperado el 04 de 08 de 2014, de Efecto de tres bioestimulantes comerciales en el crecimiento de los tallos de proteas, *Leucadendron sp Cv. Safari Sunset*: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/190/2/03%20AGP%2024%20DOCUMENTO%20DE%20TESIS.pdf>
- Infoagro. (s/f). *Infoagro*. Recuperado el 04 de 08 de 2014, de El Cultivo de la Cebada (1ª parte): <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- Infojardin. (s/f). *Fertilizantes químicos, urea, nitrato...* Recuperado el 05 de 08 de 2014, de Fertilizantes Químicos: [http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos\\_de\\_abonos\\_2.htm](http://articulos.infojardin.com/articulos/Tipos_de_abonos_2.htm)
- Morillo, J., Gómez, J., & Cresssier, P. (2009). *Impactos exteriores sobre el mundo rural*

*mediterraneo*. Madrid: Artes Gráficas Gala S.L.

Oyanel, E. (s/f). *Proyecto Sello Valorico*. Recuperado el 03 de 08 de 2014, de Bioestimulantes y su utilidad en la nutrición de los cultivos: [http://ucv.altavoz.net/prontus\\_unidacad/site/artic/20131202/pags/20131202153959.html](http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20131202/pags/20131202153959.html)

Perito Agrícola. (01 de 11 de 2013). *Tecnicoagricola*. Recuperado el 04 de 08 de 2014, de Bioestimulantes de ultima generacion: <http://www.tecnicoagricola.es/bioestimulantes-de-ultima-generacion/>

Villarreal, D. (21 de 11 de 2012). *Fertilizantes Químicos*. Recuperado el 05 de 08 de 2014, de Concepto de fertilizantes quimicos: <http://ilovemyplanet123.blogspot.com/2012/11/que-es-un-fertilizante-las-plantas-para.html>

Zarate, J. (s/f). *Horticultivos*. Recuperado el 04 de 08 de 2014, de El uso de biostimulantes se traduce en cultivos sanos y fuertes: <http://www.horticultivos.com/component/content/article/49-front-page/605-el-uso-de-bioestimulantes-se-traduce-en-cultivos-sanos-y-fuertes>

## **10. ANEXOS**



## Anexo 1: Valores promedios y análisis de la variancia de las variables evaluadas

Cuadro 10. Valores promedios de la variable variable altura de planta a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	32,90	36,80	37,40	107,10	35,70
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	31,60	30,80	34,20	96,60	32,20
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	34,10	35,40	34,50	104,00	34,67
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	33,70	35,00	37,40	106,10	35,37
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	36,40	34,50	34,00	104,90	34,97
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	37,10	36,40	38,10	111,60	37,20
Testigo		30,60	32,50	32,90	96,00	32,00
		236,40	241,40	248,50	726,30	242,10
$\bar{x}$		33,77	34,49	35,50	103,76	34,59

Cuadro 11. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,76	0,60	4,03

Altura 30 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	74,21	8	9,28	4,7700	0,0079
Bloques	10,56	2	5,28	2,7200	0,1063
Niveles de fertilización (A)	18,97	2	9,48	4,8800	0,0281
Bioestimulantes (B)	12,33	1	12,33	6,3500	0,0269
A X B	8,94	2	4,47	2,3000	0,1426
Testigo versus el resto	23,4	1	23,4	12,0400	0,0046
Error	23,32	12	1,94		
Total	97,53	20			

Cuadro 12. Valores promedios de la variable variable altura de planta a los sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	68,90	71,30	71,70	211,90	70,63
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	69,10	72,60	67,30	209,00	69,67
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	72,90	72,20	73,00	218,10	72,70
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	70,40	69,50	71,80	211,70	70,57
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	74,10	76,20	77,10	227,40	75,80
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	77,30	74,30	73,70	225,30	75,10
Testigo		67,50	68,40	66,50	202,40	67,47
		500,20	504,50	501,10	1505,80	501,93
$\bar{x}$		71,46	72,07	71,59	215,11	71,70

Cuadro 13. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable variable altura de planta a los sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,82	0,71	2,37

Altura 60 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	163,01	8	20,38	7,05	0,0015
Bloques	1,47	2	0,73	0,25	0,7797
Niveles de fertilización (A)	33,6	2	16,8	5,81	0,0172
Bioestimulantes (B)	35,84	1	35,84	12,4	0,0042
A X B	29,23	2	14,62	5,05	0,0256
Testigo versus el resto	62,87	1	62,87	21,74	0,0005
Error	34,7	12	2,89		
Total	197,71	20			

Cuadro 14. Valores promedios de la variable variable altura de planta a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	103,50	91,00	83,50	278,00	92,67
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	92,10	95,00	91,60	278,70	92,90
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	96,70	98,30	95,00	290,00	96,67
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	82,30	88,50	92,70	263,50	87,83
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	87,90	91,90	96,90	276,70	92,23
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	89,10	98,60	98,50	286,20	95,40
Testigo		88,10	97,50	84,40	270,00	90,00
		639,70	660,80	642,60	1943,10	647,70
$\bar{x}$		91,39	94,40	91,80	277,59	92,53

Cuadro 15. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable altura de planta a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,32	0	6,43

Altura 90 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	199,53	8	24,94	0,70	0,68
Bloques	37,37	2	18,69	0,53	0,60
Niveles de fertilización (A)	101,66	2	50,83	1,43	0,28
Bioestimulantes (B)	22,89	1	22,89	0,65	0,44
A X B	15,22	2	7,61	0,21	0,81
Testigo versus el resto	22,38	1	22,38	0,63	0,44
Error	425,15	12	35,43		
Total	624,68	20			

Cuadro 16. Valores promedios de la variable grosor de tallo a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	0,23	0,19	0,23	0,65	0,22
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	0,21	0,25	0,23	0,68	0,23
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	0,24	0,22	0,22	0,68	0,23
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	0,21	0,23	0,19	0,63	0,21
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	0,19	0,23	0,21	0,63	0,21
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	0,26	0,23	0,24	0,72	0,24
Testigo		0,20	0,19	0,22	0,62	0,21
		1,53	1,54	1,54	4,61	1,54
$\bar{x}$		0,22	0,22	0,22	0,66	0,22

Cuadro 17. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable grosor de tallo a los treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,43	0,05	8,96

Grosor de tallo 30 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	0,0035	8	0,0004	1,1400	0,4065
Bloques	0,0000	2	0,0000	0,0000	0,9999
Niveles de fertilización (A)	0,0010	1	0,0010	2,5000	0,1398
Bioestimulantes (B)	0,0015	2	0,0007	1,9000	0,1919
A X B	0,0001	1	0,0001	0,1300	0,7261
Testigo versus el resto	0,0010	2	0,0005	1,3300	0,3012
Error	0,0047	12	0,0004		
Total	0,0100	20			

Cuadro 18. Valores promedios de la variable grosor de tallo a los sesenta días después de la emergencia (dde, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015..

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	0,45	0,46	0,48	1,38	0,46
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	0,42	0,49	0,47	1,37	0,46
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	0,44	0,49	0,47	1,39	0,46
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	0,49	0,47	0,47	1,43	0,48
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	0,49	0,49	0,49	1,46	0,49
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	0,50	0,49	0,48	1,46	0,49
Testigo		0,44	0,43	0,48	1,35	0,45
		3,21	3,31	3,32	9,84	3,28
$\bar{x}$		0,46	0,47	0,47	1,41	0,47

Cuadro 19. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable grosor de tallo a los 60 días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,5	0,16	4,43

Grosor de tallo 60 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	0,0100	8	0,0007	1,4800	0,2594
Bloques	0,0010	2	0,0005	1,1300	0,3558
Niveles de fertilización (A)	0,0002	2	0,0001	0,2400	0,7883
Bioestimulantes (B)	0,0022	1	0,0022	5,1100	0,0432
A X B	0,0002	2	0,0001	0,2400	0,7883
Testigo versus el resto	0,0015	1	0,0015	3,5300	0,0847
Error	0,0100	12	0,0004		
Total	0,0100	20			

Cuadro 20. Valores promedios de la variable grosor de tallo a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	1,06	1,05	1,09	3,19	1,06
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	1,05	0,99	1,16	3,20	1,07
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	1,13	1,08	1,06	3,26	1,09
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	1,06	1,09	1,05	3,19	1,06
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	1,12	1,00	1,07	3,19	1,06
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	1,09	1,13	1,01	3,23	1,08
Testigo		1,02	0,99	1,03	3,04	1,01
		7,52	7,33	7,45	22,29	7,43
$\bar{x}$		1,07	1,05	1,06	3,18	1,06

Cuadro 21. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable grosor de tallo a los noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,29	0	4,84

Grosor de tallo 90 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	0,0100	8	0,0017	0,6300	0,7419
Bloques	0,0030	2	0,0015	0,5700	0,5812
Niveles de fertilización (A)	0,0012	2	0,0006	0,2300	0,7958
Bioestimulantes (B)	0,0001	1	0,0001	0,0500	0,8227
A X B	0,0001	2	0,0001	0,0300	0,9732
Testigo versus el resto	0,0100	1	0,0100	3,3000	0,0942
Error	0,0300	12	0,0026		
Total	0,0500	20			

Cuadro 22. Valores promedios de la variable número de brotes por semilla treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	7,30	7,60	7,60	22,50	7,50
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	8,40	8,60	8,70	25,70	8,57
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	10,60	9,20	9,30	29,10	9,70
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	8,40	7,80	8,00	24,20	8,07
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	8,50	7,90	8,10	24,50	8,17
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	8,70	8,30	8,00	25,00	8,33
Testigo versus el resto		7,90	7,00	7,40	22,30	7,43
		59,80	56,40	57,10	173,30	57,77
$\bar{x}$		8,54	8,06	8,16	24,76	8,25

Cuadro 23. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable de la variable número de brotes por semilla treinta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,89	0,81	4,19

Número de brotes por semilla 30 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	11,3600	8	1,4200	11,9000	0,0001
Bloques	0,9200	2	0,4600	3,8600	0,0508
Niveles de fertilización (A)	4,5700	2	2,2800	19,1300	0,0002
Bioestimulantes (B)	0,7200	1	0,7200	6,0300	0,0303
A X B	2,8000	2	1,4000	11,7400	0,0015
Testigo versus el resto	2,3500	1	2,3500	19,6700	0,0008
Error	1,4300	12	0,1200		
Total	12,7900	20			

Cuadro 24. Valores promedios de la variable número de brotes por semilla sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	8,30	8,10	8,50	24,90	8,30
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	9,80	10,30	9,50	29,60	9,87
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	10,80	9,20	10,10	30,10	10,03
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	10,70	10,00	10,30	31,00	10,33
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	8,70	8,70	8,90	26,30	8,77
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	10,20	10,50	11,00	31,70	10,57
Testigo		8,30	8,30	7,50	24,10	8,03
		66,80	65,10	65,80	197,70	65,90
$\bar{x}$		9,54	9,30	9,40	28,24	9,41

Cuadro 25. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de brotes por semilla sesenta días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,88	0,81	4,86

Número de brotes por semilla 60 (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	19,1900	8	2,4000	11,4600	0,0001
Bloques	0,2100	2	0,1000	0,5000	0,6196
Niveles de fertilización (A)	3,8700	2	1,9300	9,2400	0,0037
Bioestimulantes (B)	1,0800	1	1,0800	5,1400	0,0427
A X B	7,3700	2	3,6800	17,6000	0,0003
Testigo versus el resto	6,6700	1	6,6700	31,8900	0,0001
Error	2,5100	12	0,2100		
Total	21,7100	20			



Cuadro 26. Valores promedios de la variable número de brotes por semilla noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	13,40	13,40	12,80	39,60	13,20
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	14,90	12,40	13,40	40,70	13,57
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	14,50	14,20	13,10	41,80	13,93
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	12,00	12,40	12,30	36,70	12,23
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	13,90	13,20	13,50	40,60	13,53
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	14,30	14,30	14,60	43,20	14,40
Testigo		13,00	10,70	12,80	36,50	12,17
		96,00	90,60	92,50	279,10	93,03
$\bar{x}$		13,71	12,94	13,21	39,87	13,29

Cuadro 27. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de brotes por semilla noventa días después de la emergencia (dde), en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radicales en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,71	0,52	5,32

Número de brotes por semilla noventa (dde).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	14,6500	8	1,8300	3,6700	0,0214
Bloques	2,1400	2	1,0700	2,1500	0,1595
Niveles de fertilización (A)	6,3500	2	3,1800	6,3700	0,0131
Bioestimulantes (B)	0,1400	1	0,1400	0,2800	0,6032
A X B	1,5900	2	0,7900	1,5900	0,2439
Testigo versus el resto	4,4200	1	4,4200	8,8600	0,0116
Error	5,9900	12	0,5000		
Total	20,6400	20			

Cuadro 28. Valores promedios de la variable longitud de raíz, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	14,81	14,93	15,30	45,04	15,01
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	16,06	16,88	15,61	48,55	16,18
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	17,32	15,93	16,76	50,02	16,67
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	16,95	16,27	16,79	50,01	16,67
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	15,75	15,99	16,26	47,99	16,00
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	17,35	17,24	17,58	52,17	17,39
Testigo		14,65	14,75	13,88	43,28	14,43
		112,89	112,00	112,18	337,07	112,36
$\bar{x}$		16,13	16,00	16,03	48,15	16,05

Cuadro 29. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable longitud de raíz en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,87	0,78	3,08

Longitud de raíz (cm).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	18,88	8	2,36	9,65	0,0003
Bloques	0,05	2	0,02	0,10	0,9096
Niveles de fertilización (A)	4,53	2	2,26	9,26	0,0037
Bioestimulantes (B)	2,42	1	2,42	9,90	0,0084
A X B	2,71	2	1,36	5,54	0,0197
Testigo versus el resto	9,17	1	9,17	37,53	0,0001
Error	2,93	12	0,24		
Total	21,81	20			

Cuadro 30. Valores promedios de la variable peso de raíz, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	13,45	10,07	12,39	35,91	11,97
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	14,41	11,79	13,07	39,27	13,09
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	13,66	13,09	13,70	40,45	13,48
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	12,29	12,73	13,82	38,84	12,95
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	14,23	12,52	12,66	39,41	13,14
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	10,16	13,86	15,00	39,02	13,01
Testigo		10,07	10,43	10,77	31,27	10,42
		88,27	84,49	91,40	264,16	88,05
$\bar{x}$		12,61	12,07	13,06	37,74	12,58

Cuadro 31. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable peso de raíz, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,91	0,85	4,55

Peso de raíz (g.).

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	41,13	8	5,14	15,68	0,0001
Bloques	3,52	2	1,76	5,37	0,0216
Niveles de fertilización (A)	11,64	2	5,82	17,74	0,0003
Bioestimulantes (B)	4,01	1	4,01	12,24	0,0044
A X B	6,10	2	3,05	9,29	0,0036
Testigo versus el resto	15,86	1	15,86	48,34	0,0001
Error	3,94	12	0,33		
Total	45,07	20			

Cuadro 32. Valores promedios de la variable número de granos por panícula, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	23,20	24,20	23,30	70,70	23,57
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	23,70	23,60	23,60	70,90	23,63
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	23,60	25,20	23,80	72,60	24,20
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	23,50	22,70	23,80	70,00	23,33
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	23,90	23,80	22,90	70,60	23,53
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	23,20	24,10	24,50	71,80	23,93
Testigo		22,00	22,10	22,30	66,40	22,13
		163,10	165,70	164,20	493,00	164,33
$\bar{x}$		23,30	23,67	23,46	70,43	23,48

Cuadro 33. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable número de granos por panícula en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:

N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,68	0,47	2,41

Número de granos.

Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	8,2600	8	1,0300	3,2300	0,0331
Bloques	0,4900	2	0,2400	0,7600	0,4882
Niveles de fertilización (A)	1,2600	2	0,6300	1,9800	0,1810
Bioestimulantes (B)	0,1800	1	0,1800	0,5600	0,4673
A X B	0,0200	2	0,0100	0,0400	0,9642
Testigo versus el resto	6,3100	1	6,3100	19,7600	0,0008
Error	3,8300	12	0,3200		
Total	12,1000	20			

Cuadro 34. Valores promedios de la variable rendimiento, en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Tratamientos		Bloques				$\bar{x}$
Niveles de fertilización	Bioestimulantes	UNO	DOS	TRES		
A1 (30-30-15)	B1 (Raizal)	213,06	213,06	308,94	735,07	245,02
A1 (60-60-30)	B1 (Raizal)	317,46	223,72	308,94	850,12	283,37
A1 (90-90-45)	B1 (Raizal)	330,25	319,59	319,59	969,43	323,14
A2 (30-30-15)	B2 (Kelpak)	298,29	276,98	318,53	893,80	297,93
A2 (60-60-30)	B2 (Kelpak)	298,29	308,94	308,94	916,17	305,39
A2 (90-90-45)	B2 (Kelpak)	340,90	314,27	351,55	1006,72	335,57
Testigo		210,93	223,72	265,26	699,91	233,30
		2009,18	1880,28	2181,76	6071,22	2023,74
$\bar{x}$		287,03	268,61	311,68	867,32	289,11

Cuadro 35. Análisis de varianza de los valores promedios de la variable rendimiento de grano en el estudio efectos de la aplicación tres niveles de fertilización química y dos bioestimulantes radiculares en el cultivo de cebada. FACIAG. UTB. 2015.

Variable:


N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
21	0,8	0,66	9,11

Rendimiento.

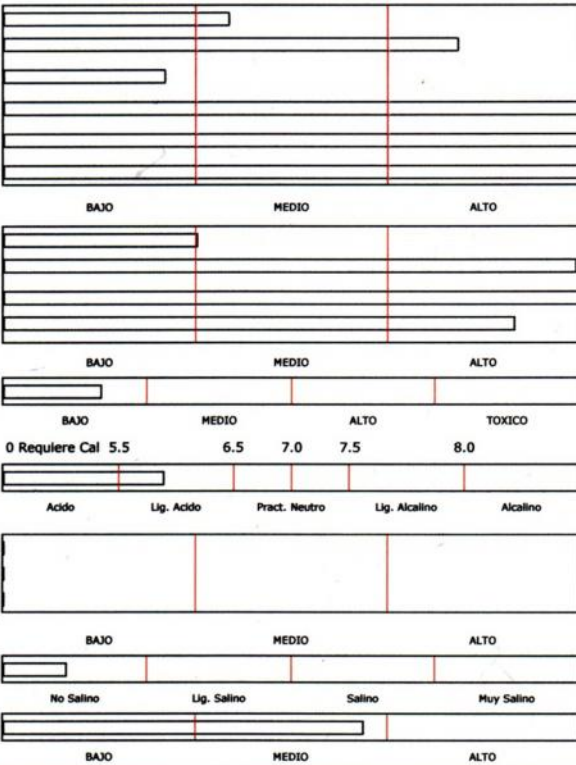
Análisis de la Varianza (SC tipo III).

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	32.791	8	4.099	5,9000	0,0033
Bloques	6.537	2	3.269	4,7100	0,0310
Niveles de fertilización (A)	10.197	2	5.098	7,3400	0,0083
Bioestimulantes (B)	3.816	1	3.816	5,5000	0,0371
A X B	1.343	2	671	0,9700	0,4080
Testigo versus el resto	10.898	1	10.898	15,7000	0,0019
Error	8.331	12	694		
Total	41.122	20			

Anexo 2: Reporte análisis de suelo.



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																							
<b>DATOS DE PROPIETARIO</b> Nombre: LILIAN BOLAÑOS Ciudad: Teléfono: Fax:	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Provincia: Carchi Cantón: Mira Parroquia: Sitio: Pisquer																																																						
<b>DATOS DEL LOTE</b> Sitio: Pisquer Superficie: Número de Campo: M 1 Cultivo Actual: A Cultivar: Cebada	<b>DATOS DE LABORATORIO</b> Nro Reporte.: 5690 Tipo de Análisis: Completo Muestra: Suelo M 1 Fecha de Ingreso: 2014-06-25 Fecha de Reporte: 2014-06-31																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>35.38</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>23.71</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>10.15</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>2.07</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>15.15</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>4.52</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>3.03</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>4.98</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>104.7</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>18.30</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.68</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>5.89</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.883</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>4.75</td><td>%</td></tr> </tbody> </table>	Nutriente	Valor	Unidad	N	35.38	ppm	P	23.71	ppm	S	10.15	ppm	K	2.07	meq/100 ml	Ca	15.15	meq/100 ml	Mg	4.52	meq/100 ml	Zn	3.03	ppm	Cu	4.98	ppm	Fe	104.7	ppm	Mn	18.30	ppm	B	0.68	ppm	pH	5.89		Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	Al		meq/100 ml	Na		meq/100 ml	Ce	0.883	mS/cm	MO	4.75	%	<b>INTERPRETACION</b> 
Nutriente	Valor	Unidad																																																					
N	35.38	ppm																																																					
P	23.71	ppm																																																					
S	10.15	ppm																																																					
K	2.07	meq/100 ml																																																					
Ca	15.15	meq/100 ml																																																					
Mg	4.52	meq/100 ml																																																					
Zn	3.03	ppm																																																					
Cu	4.98	ppm																																																					
Fe	104.7	ppm																																																					
Mn	18.30	ppm																																																					
B	0.68	ppm																																																					
pH	5.89																																																						
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml																																																					
Al		meq/100 ml																																																					
Na		meq/100 ml																																																					
Ce	0.883	mS/cm																																																					
MO	4.75	%																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th>(%)</th> <th>Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.35</td> <td>2.18</td> <td>9.50</td> <td>21.74</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural	Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	3.35	2.18	9.50	21.74																																		
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural																																																	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla																																															
3.35	2.18	9.50	21.74																																																				
Dr. Quím. Edison M. Miño M. Responsable Laboratorio																																																							



### Anexo 3: Fotos.



Figura 1. Toma muestras de suelo.



Figura 5. Delimitación de parcelas.



Figura 2. Preparación de terreno.



Figura 6. Pesado de semilla.



Figura 3. Desinfección de semilla.



Figura 7. Siembra.



Figura 4. Delimitación de parcelas.



Figura 8. Dosificación de fertilizantes.



Figura 9. Aplicación de fertilizantes.



Figura 13. Bioestimulantes.



Figura 10. Tape de cebada y fertilizante.



Figura 14. Pulverización de bioestimulantes.



Figura 11. Campo experimental primera 1.



Figura 15. Colocación de rótulo.



Figura 12. Primer riego.



Figura 16. Deshierba de caminos centrales.





Figura 17. Campo experimental 2.



Figura 21. 2da aplicación de bioestimulantes.



Figura 18. Visita director de tesis



Figura 22. Primera evaluación de altura.



Figura 19. Plantas tomadas al azar.



Figura 23. Primera evaluación grosor de tallo.



Figura 20. Campo experimental 3.



Figura 24. Evaluación número de brotes.



Figura 25. 2da evaluación altura de planta.



Figura 29. Número brotes y grosor de tallo.



Figura 26. Número granos por panícula.



Figura 30. Segunda visita director de tesis.



Figura 27. Control fitosanitario.



Figura 31. Evaluación conteo de granos.



Figura 28. Tercera evaluación.



Figura 32. Tamaño de raíz.



Figura 33. Tamaño de raíz.



Figura 34. Peso de raíz.



Figura 35. Cosecha



Figura 36. Cosecha



Figura 37. Desgrane



Figura 38. Peso de grano