

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**Departamento Académico de Ciencias Agrarias**



**“EFECTO DEL SILICATO DE POTASIO EN EL  
RENDIMIENTO DEL HIBRIDO DOBLE DE MAIZ  
(*Zea mays L.*) XB-8010, EN TULUMAYO”**

**TESIS**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**ROISER HONORIO LOBATO GÁLVEZ**

**Tingo María - Perú**

**2012**



**F04**

**L75**

**Lobato Gálvez, Roiser Honorio**

Efecto del Silicato de Potasio en el Rendimiento del Híbrido doble de Maíz (Zea mays L.) XB-8010, en Tulumayo. Tingo María 2012.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, Perú. Facultad de Agronomía.

**1. MAÍZ (ZEA MAYS L.)    2. HÍBRIDO DOBLE    3. VIOSIL**  
**4. SILICATO DE POTASIO    5. DOSIS    6. FORMAS DE APLICACIÓN**

## **DEDICATORIA**

A Dios, porque siempre está conmigo, en momentos felices y de dificultades.

A mis padres José y Brisaida.

A mis hermanos Gloria, Aidé, Evelia, Aníbal, Hilter, Joel y demás familiares, por todo el apoyo que me dieron en las diferentes etapas de mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Agronomía que contribuyeron a mi formación profesional.
- Al Ing. M. Sc. Hugo Huamaní Yupanqui y al Ing. Luis García Carrión, por su valiosa colaboración y supervisión de la tesis.
- A la empresa AGROPERFECT S. A. en Perú, a través de su gerente general Alfonso Bañados por patrocinar en la ejecución y dirección del presente trabajo.
- A los miembros del jurado de tesis, Ing. M. Sc. David Guarda Sotelo, Ing. M. Sc. Fernando Gonzales Huiman y al Ing. Luis Mansilla Minaya, por su colaboración en el presente trabajo.
- Al Centro de Investigación y Producción Tulumayo por su apoyo en la ejecución y dirección del presente trabajo.
- A mis amigos, Frank Quispe Oscco, Ernesto Pezo Murrieta, Edberth Villar Gonzales, Freddy Liñán Solís, Leonardo Florido Zúñiga, Alfredo Laos Lucero, Henry Baltazar Caballero, Wilmer Aguilar Pastor y Percy Cabrera Meza quienes me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de tesis.

## INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. Origen y evolución del maíz .....	13
2.2. Clasificación botánica.....	14
2.3. Fisiología y fenología.....	14
2.4. Importancia del silicio en la fertilización de cultivos agrícolas .....	15
2.5. Proceso de solidificación en las plantas .....	16
2.6. Funciones del silicio en el suelo. ....	17
2.7. Funciones del silicio en la planta.....	19
2.8. Descripción de Viosil® .....	20
2.9. El potasio en la planta .....	21
2.10. El potasio en el suelo .....	21
2.11. Descripción del híbrido comercial 'XB – 8010' .....	21
2.12. Experiencias del Viosil® .....	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	24
3.1. Ubicación del campo experimental.....	24
3.2. Historia del campo experimental .....	24
3.3. Condiciones climáticas.....	24
3.4. Análisis físico - químico del suelo.....	25
3.5. Componentes en estudio.....	26
3.6. Tratamientos en estudio.....	27
3.7. Diseño experimental.....	27

3.8. Modelo aditivo lineal y análisis de variancia .....	28
3.9. Características del campo experimental.....	29
3.10. Ejecución del experimento. ....	30
3.10.1. Adquisición de la semilla.....	30
3.10.2. Preparación del terreno.....	31
3.10.3. Demarcación del terreno.....	31
3.10.4. Muestreo del suelo.....	31
3.10.5. Siembra.....	31
3.10.6. Control de malezas .....	32
3.10.7. Control de plagas y enfermedades .....	32
3.10.8. Fertilización.....	32
3.10.9. Cosecha.....	33
3.11. Formas de aplicación del Viosil® (Factor A) .....	33
3.12. Niveles de aplicación delViosil® (Factor B).....	34
3.13. Características evaluadas. ....	34
3.13.1. Antes de la cosecha.....	34
3.13.2. A la cosecha. ....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Rendimiento en grano por hectárea .....	39
4.2. Altura de planta y altura de mazorca.....	52
4.3. Longitud de mazorca y diámetro de mazorca.....	59
4.4. Peso de 100 semillas de maíz.....	65
4.5. Análisis económico.....	68
V. CONCLUSIONES.....	70

VI. RECOMENDACIONES .....	71
VII. RESUMEN .....	72
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	74
IX. ANEXO.....	76

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
1. Etapas de crecimiento del maíz .....	15
2. Composición química del silicato de potasio (Viosil®) .....	20
3. Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (Julio – Noviembre de 2011).....	25
4. Análisis físico - químico del suelo donde se realizó el experimento. Tulumayo 2011.....	26
5. Descripción de los tratamientos en estudio .....	27
6. Esquema del análisis de variancia .....	29
7. Resumen del análisis de variancia para el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.....	39
8. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	40
9. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos principales, en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	43
10. Resumen del análisis de variancia para los efectos simples del rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	46
11. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos simples, del rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010 .....	47
12. Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos simples (B en $a_1$ ), en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	50

13.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el promedio del factorial vs testigo, en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	51
14.	Resumen del análisis de variancia para altura de planta y altura de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	53
15.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para altura de planta del híbrido doble de maíz, XB-8010. ....	54
16.	Prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de los tratamientos para altura de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010. ....	56
17.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste factorial vs testigo en la altura de planta y altura de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010 .....	58
18.	Resumen del análisis de variancia para longitud de mazorca y diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	60
19.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para longitud de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	61
20.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	62
21.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el factor A, longitud de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010. ....	64
22.	Resumen del análisis de variancia para el peso de 100 semillas del híbrido doble de maíz, XB-8010. ....	65
23.	Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para el peso de 100 semillas del híbrido doble de maíz, XB-8010.....	66
24.	Análisis económico para cada tratamiento en estudio. ....	68

25.	Rendimiento en grano ( $t\ ha^{-1}$ ) para cada tratamiento en estudio. ....	79
26.	Altura de planta (m) para cada tratamiento en estudio.....	79
27.	Altura de mazorca (m) para cada tratamiento en estudio.....	79
28.	Longitud de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio.....	80
29.	Diámetro de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio.....	80
30.	Peso de 100 granos (g) para cada tratamiento en estudio.....	80
31.	Comparación de medias entre cada tratamiento en estudio para rendimiento en grano .....	81
32.	Costo de producción de maíz.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
1. Comparación del rendimiento promedio en grano para los factores forma de aplicación y nivel de aplicación .....	44
2. Comparación de rendimiento promedio en grano para los efectos simples del factor forma de aplicación) .....	48
3. Dimensiones y croquis del campo experimental .....	77
4. Dalle de la parcela experimental .....	78
5. Plantas de maíz a los 10 días de siembra.....	83
6. Aplicación foliar de Viosil® .....	83
7. Inspección y evaluación del ensayo .....	84
8. Cosecha del ensayo, híbrido doble de maíz XB - 8010.....	84

## I. INTRODUCCION

En la actualidad el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es uno de los más utilizados en los proceso de alimentación humana. Si bien su origen se ha definido en Mesoamérica, su importancia se ha diseminado a nivel mundial. De acuerdo a las estadísticas de la dirección general de competitividad agraria en el Perú, la actual producción de maíz amarillo duro no satisface la demanda interna que es aproximadamente 3.17 millones de toneladas métricas, mientras que, solo se produce 1.27 millones de toneladas métricas, teniendo la necesidad de importar anualmente 1.90 millones de toneladas métricas de maíz amarillo duro de otros países como Argentina y Estados Unidos para poder cubrir nuestra demanda nacional. Por otro lado el rendimiento promedio de maíz amarillo duro es de 4.2 t ha<sup>-1</sup>.

La región Huánuco tiene un área sembrada actualmente de 9341 hectáreas, donde la baja producción promedio en dicho departamento que es de 2.00 t ha<sup>-1</sup>, se debe a que el 90% de los productores cultivan el maíz en forma tradicional, bajo condiciones de secano, no utilizan variedades mejoradas, ni fertilización adecuada, ni labores culturales indispensables para el cultivo lo que conlleva a una baja productividad.

Frente a estos factores limitantes una de las alternativas más viables para el incremento de la producción del maíz es la aplicación de un producto que incremente el rendimiento, por lo que planteamos la hipótesis que aplicando silicato de potasio (Viosil®) incrementamos el rendimiento del maíz,

gracias a sus cualidades fungistáticas e insecticida ayudando a incrementar el sistema de defensa de la planta. También cumple la función de formar silicatos estables en el suelo con aluminio, hierro y cobre los cuales aumentan ligeramente la acidez al suelo, mejorando su pH y proporcionando mayor disponibilidad de nutrientes a las plantas. Para probar dicha hipótesis se plantean los siguientes objetivos:

**Objetivo general:**

1. Determinar el efecto del silicato de potasio (Viosil®) en el rendimiento y otros caracteres biométricos del híbrido doble maíz XB-8010.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar la forma de aplicación del silicato de potasio (Viosil®) más adecuada para el híbrido doble de maíz XB-8010.
2. Determinar el mejor nivel de silicato de potasio (Viosil®) en el híbrido doble de maíz XB-8010.
3. Determinar la rentabilidad en base a la relación beneficio/ costo (B/C).

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Origen y evolución del maíz

La planta de maíz (*Zea mays* L.) es nativa de las Américas. Era la principal planta alimenticia de los indígenas cuando Colón descubrió América; todavía en la actualidad es la cosecha más importante en México, América Central y muchos países de América del Sur (Perú, Ecuador, Bolivia) (POEHLMAN, 1969).

Pero el origen del maíz ha sido discutido intensamente, y aun no se ha encontrado una explicación satisfactoria. Evidentemente se ha determinado que alrededor del maíz se desarrollaron grandes culturas como la india, la azteca, la chibcha, la maya y la inca. En especial la historia y el origen del maíz es de motivo de curiosidad científica al no encontrar antecesores a esta planta ni la forma y evolución de la misma, siendo muy curioso el alto grado de desarrollo del maíz, lo que sólo pudo ser posible con la intervención del hombre (LAFITTE, 1994).

Otras teorías afirman que el origen del maíz está ubicado en las zonas de Centroamérica al haberse encontrado parientes como el *tripsacum* y el *euchlaena* que crecen especialmente muy cerca del maíz; esta aseveración se sustenta por la gran diversidad genética de formas y tipos de maíz encontradas en estas áreas (Manrique, 1986, citado por GONZALES, 2000).

## 2.2. Clasificación botánica:

REINO	:	Vegetal
CLASE	:	Monocotiledónea
ORDEN	:	Columifloras
FAMILIA	:	Graminae
SUB FAMILIA	:	Panicoideae
GENERO	:	<i>Zea</i>
ESPECIE	:	<i>Zea mays</i> L. (LEON, 1987).

## 2.3. Fisiología y fenología del maíz

Es una planta dotada de una amplia respuesta a las oportunidades que ofrece el medio ambiente, lo que lo convierte en el cereal más eficaz como productor de grano (JUNGENHEIMER, 1988).

El programa cooperativo de investigaciones en maíz, publica que las variedades más productivas se adaptan mejor a climas templados o cálidos con suficiente humedad desde la siembra hasta el final de la floración. La fenología establece el marco temporal para los fenómenos fisiológicos y la elaboración de fotosintatos y rendimiento en grano. El ciclo se mide por el número de días que transcurre desde que nace la planta hasta que alcanza su madurez fisiológica. A partir de ese momento no hay más acumulación de materia en el grano, aunque si lo hay en el tallo (GOSTINCAR, 1997). En el cuadro 1 se muestra la descripción de las diversas etapas de crecimiento del maíz.

**Cuadro 1.** Etapas de crecimiento del maíz.

---

---

<b>VE</b>	<b>El coleoptilo emerge de la superficie del suelo.</b>
<b>V1</b>	Es visible el cuello de la primera hoja (ésta siempre tiene el ápice redondeado)
<b>V2</b>	Es visible el cuello de la segunda hoja.
<b>Vn</b>	Es visible el cuello de la hoja número "n". ("n" es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; "n" generalmente fluctúa entre 16 y 22), pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.
<b>VT</b>	<b>Es completamente visible la última rama de la panícula. Cabe señalar que esto no es lo mismo que la floración masculina, que es la liberación del polen (antesis).</b>
<b>R1</b>	Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas.
<b>R2</b>	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
<b>R3</b>	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
<b>R4</b>	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
<b>R5</b>	<b>Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado.</b>
<b>R6</b>	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

---

---

Fuente: LAFITTE, 1994

#### **2.4. Importancia del silicio en la fertilización de cultivos agrícolas**

El silicio ha sido probado como un elemento esencial para las plantas superiores ya que sus efectos, benefician a una amplia gama de cultivos incluyendo arroz, maíz, caña de azúcar, trigo, cebada, cucurbitáceas y recientemente en banano. Los fertilizantes a base de silicio son aplicados en cultivos en diferentes países para incrementar la producción y la sostenibilidad agrícola (AEBE, 2008).

## **2.5. Proceso de silicificación en las plantas**

El silicio en la solución suelo está presente en forma de una molécula no cargada manométrica, ácido silícico a pH menor de 9. A pH superiora 9, el ácido silícico se disocia a ion silicato. La solubilidad del ácido silícico en agua es 2 mM a 25 0C y la polimerización de este silica gel ocurre cuando la concentración de este excede en 2 mM. La forma de silicio absorbido por la raíz es ácido monosilícico, el cual se transporta de la raíz hacia los nuevos brotes, concentrándose debido a la pérdida de agua y polimerizándose primero a sílice coloidal y posteriormente al silica gel al continuar incrementándose la concentración de ácido silícico (AGROPERFECT S.A., 2011)

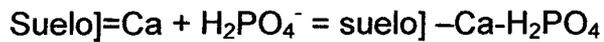
El silicio es el único elemento que no causa serios problemas en cantidades excesivas. Este elemento se deposita como una capa gruesa de 2.5 micras de espesor en el espacio inmediatamente debajo de la cubierta cuticular, formando una doble capa de cutícula - silicio. Esta formación se cree intervenga en el rol del silicio en aliviar los stress bióticos y abiótico. Es este uno de los mecanismos que se argumenta promueve la resistencia de las plantas a ser afectadas por enfermedades e insectos. Las acumulaciones de sílice en los tejidos actúan como una barrera física a la penetración de las hifas de los hongos y en el caso de insectos, dañan el aparato bucal. En el caso del banano se ha encontrado un efecto positivo en reducir la velocidad de desarrollo de sigatoka negra en las hojas (AEBE, 2008).

## 2.6. Funciones del silicio en el suelo

Dependiendo de la capacidad de intercambio catiónico que posean, los suelos pueden adsorber los nutrientes en las cargas eléctricas de los coloides, unos con mayor o menor fuerza de adsorción, dificultando en algunos casos su absorción por las plantas. Para lograr que los nutrientes entren a la solución del suelo, el silicio se intercambia con éstos, quedando el silicio adherido a los coloides, liberándolos y permitiendo de ésta manera que queden disponibles para las plantas.

Al aplicarse fertilizantes como fuentes de fósforo, una gran cantidad de este no alcanza a ser tomado por las plantas, presentándose en el suelo reacciones de fijación del fósforo, siendo las siguientes las más comunes:

1. Precipitación mediante iones de Fe, Al y Mn solubles (suelos ácidos), e iones de Ca (suelos menos ácidos) la cual es una reacción bastante rápida así:
$$\text{Al}^{+3} + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{H}_2\text{O} = 2\text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4(\text{OH})_2\text{Al} \text{ (insoluble)}$$
2. Fijación mediante óxidos hidratados al reaccionar el ión fosfato con óxidos hidratados insolubles como la limonita y goethita así:
$$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{PO}_4^-(\text{soluble}) = \text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4 \text{ (insoluble)} + \text{OH}^-$$
3. Adsorción directa del ión fosfato al complejo coloidal:
$$\text{Suelo]-2OH} + \text{H}_2\text{PO}_4^- = \text{suelo]-2 H}_2\text{PO}_4 + \text{OH}^-$$
4. En esta situación el anión de P es extremadamente susceptible de precipitar posteriormente con algún catión (Al, Fe, Ca) presente en la solución del suelo.
5. Adsorción a través de un "puente" con un catión de intercambio:



Esta opción es muy frágil y fácilmente puede derivar en una precipitación posterior, en este caso fosfato de calcio.

Al aplicar fuentes de silicio como Viosil<sup>®</sup> (bioestimulante a base de silicio), que contiene en su formulación silicio activado como SiO<sub>2</sub>, el cual al hidrolizarse se forma el ácido monosilícico (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>), forma en que es absorbido el silicio por las plantas, como se muestra en la siguiente reacción:



Este ácido monosilícico (H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>) reacciona con los fosfatos insolubles de Al, Fe, Mn y Ca, formándose silicatos de cada uno de ellos liberando el ión orto fosfato para ser absorbido por las plantas de la siguiente manera: 2FePO<sub>4</sub> + H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> = Fe<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> + 2H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. (AGROPERFECT S.A., 2011).

El silicio líquido incrementa la cantidad de enzimas, silicasas y silicateinas que estimulan el desarrollo de raíces de un 50 a 200% más, aumenta la nutrición de P en las plantas de un 40 a 60% sin la aplicación de fuentes fosfatadas e incrementa la eficiencia de la aplicación de roca fosfórica de un 100 a 200%, previniendo la transformación del P en compuestos inmóviles y como mejorador del suelo puede reducir la lixiviación de los nutrientes en los suelos arenosos, especialmente N y K, guardándolos en una forma disponible para la planta (AGROPERFECT S.A., 2011).

## **2.7. Funciones del silicio en la planta**

Los productos que contienen en su formulación el silicio activado, al ser aplicado al suelo reaccionan con el agua transformándose en ácido monosilícico, siendo ésta la forma de silicio como es absorbido por las plantas, moviéndose rápidamente dentro de ella a través del xilema. Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el silicio en el suelo y se inmoviliza en cristales de silicio, formando una barrera protectora presentando una “resistencia mecánica” al ataque de enfermedades. En arroz y maíz se ha comprobado que el silicio promueve una excelente resistencia contra enfermedades como Rizoctonia, Pyricularia, Helminthosporium, etc. (AGROMIL.S.A., 2011).

El silicio hace que de los tallos baje oxígeno a la raíz llegando al parénquima, oxidando de ésta manera la rizosfera (zona aledaña a la raíz), logrando que el Fe y Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, siendo esta forma poco absorbida por las plantas, lo que evita una excesiva toma de éstos elementos, que aunque son necesarios para las plantas, su abundancia puede volverlos tóxicos. Además el silicio refuerza en la planta su capacidad de distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento. El silicio tiene acción sinérgica con el calcio y el magnesio mejorando la vida media de las cosechas percederas, incrementando la eficiencia de las prácticas de post-cosecha (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

La interacción del silicio y el nitrógeno a nivel molecular dentro de la planta provoca un mayor crecimiento y endurecimiento de las paredes interiores de la misma, como consecuencia hay crecimiento significativo de las raíces del sistema radicular, fortaleciéndola contra las plagas y aumentando la producción (AGROPERFECT S.A., 2011).

## 2.8. Descripción de Viosil®

AGROPERFECT. S. A. (2011), indica que Viosil® es un producto totalmente amigable con el ecosistema, siendo considerado a nivel mundial como una vacuna para optimizar al máximo los organismos y los nutrientes por ser potencializador de las funciones metabólicas. Es compatible con cualquier tipo de producto, de cero toxicidades para todo ser vivo y provee a las plantaciones agrícolas de un óptimo estado de los suelos, las raíces, plantas y frutos. El rango de dosis de aplicación en maíz es de 2 a 8 L ha<sup>-1</sup>. La composición química del producto se muestra en el Cuadro 2, donde se observa un contenido importante de Si y K.

**Cuadro 2.** Composición química del silicato de potasio (Viosil®)

Composición química	
Silicio	> 160 gr x lt
Potasio	220 gr x lt
Excipientes	Csp.
pH	10-11
Solubilidad agua (20c)	100%
Aspecto físico	Líquido incoloro

Fuente: AGROPERFECT S.A. (2010).

## **2.9. El potasio en la planta**

El papel del potasio en la planta es variado, pero todavía no se conocen bien ciertos aspectos del mismo. Sí se sabe que no desempeña una función específica, y que a diferencia de otros elementos, como nitrógeno, fósforo o azufre, no entra en la constitución de los principios esenciales (prótidos, lípidos y glúcidos). Debido a su gran movilidad, actúa en la planta básicamente, neutralizando los ácidos orgánicos resultantes del metabolismo, y asegura así la constancia de la concentración en  $H^+$  de los jugos celulares, también desempeña una importante función en la fotosíntesis, en la economía hídrica de la planta y muy especialmente como activador enzimático (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

## **2.10. El potasio en el suelo**

El potasio presente en el suelo aparece por desintegración y descomposición de las rocas que contienen minerales potásicos. Los minerales que se consideran generalmente como fuentes originales de potasio son los feldespatos potásicos, la moscovita y la biotita. El potasio se halla también en el suelo bajo la forma de otros minerales como silvina, silvinita, carnalita y en las ilitas, vermiculitas y otros minerales (NAVARRO y NAVARRO, 2003)

## **2.11. Descripción del híbrido comercial 'XB – 8010'**

El híbrido 'XB – 8010' es descrito por AGRIHCOL (2011), de la siguiente manera:

Tipo de híbrido	:	Doble
Altura de Plantas	:	2.20 m.
Inserción de mazorca	:	0.90 m.
Nº de mazorcas por planta	:	Superior a 1 en promedio
Longitud de mazorca	:	17 cm.
Forma de la mazorca	:	Cilíndrica
Nº de granos/hilera	:	36
Nº de hileras/mazorca	:	12 – 14 hileras
Tipo de grano	:	Duro
Color de grano	:	Anaranjado
Peso de 1000 granos	:	365 gr.
Relación grano/coronta	:	84/16
Diámetro coronta	:	2.77 cm.
Hojas – color	:	Verde intenso
Hojas – inserción	:	Semi erecta
Días a cosecha		
Invierno	:	135/150 días
Verano	:	120/125 días
Grosor de tallo	:	2.10 a 2.30 cm.
Rendimiento (promedio)	:	10 t ha <sup>-1</sup>

## **2.12. Experiencias del Viosil®**

AGROPERFECT S.A. (2011), emprendió una investigación de los métodos tradicionales de fertilización y las prácticas agrícolas tradicionales con

el propósito de estudiar la optimización de producción con fórmulas de fertilizantes sustentadas por amplia referencia científica y prácticas agrícolas pragmáticas y simples. Los resultados obtenidos se tradujeron en una demanda por satisfacer las necesidades de productos hechos a la medida para optimizar los recursos limitados del sector agrícola. Así nacen Viosil<sup>®</sup> seguidos de una extensa línea de familia de productos. El silicato de potasio (Viosil<sup>®</sup>) es la sal de potasio de ácido silícico y en la formulación, es fácilmente absorbido por la planta. El silicio compone el 32% de la corteza de la tierra, y las sales de ácido silícico (silicatos) son la forma más común de silicio. En consecuencia la exposición a los silicatos se ha generalizado en las actividades que impliquen contacto con el suelo y el agua natural. El silicato de potasio se usa como un amplio espectro, fungicida preventivo con un control óptimo obtenido cuando se utiliza en un programa de fumigación preventiva programada. El silicato de potasio también proporciona la supresión de los ácaros, moscas blancas y otros insectos; En arroz y maíz se ha comprobado que el Silicio presenta una excelente resistencia contra enfermedades causadas por *Rizoctonia*, *Pyricularia*, *Helminthosporium*. Está aprobado para su uso en cultivos agrícolas, frutas, frutos secos, vides, céspedes y plantas ornamentales. Dependiendo del tipo de cultivo, se obtiene en aumento en la productividad del 15% al 60%.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación del campo experimental**

El presente experimento se desarrolló en las instalaciones del Centro de Investigación y Producción Tulumayo- (CIPTALD), distrito de José Crespo y Castillo, provincia Leoncio Prado del departamento de Huánuco, cuyas coordenadas UTM son: E 18L 3860112, N 8989522 y una altitud de 628 m.s.n.m. La fase experimental del trabajo tuvo una duración de 6 meses (julio a diciembre de 2011).

#### **3.2. Historia del campo experimental**

- 2005 : Purma
- 2006 : Purma
- 2007 : Purma
- 2008 : Purma
- 2009 : Purma
- 2010 : Siembra de maíz
- 2011 : Ejecución del experimento

#### **3.3. Condiciones climáticas**

En el Cuadro 3, se observa que la temperatura media mensual durante el periodo de ejecución del experimento fluctuó de 25.15 a 26.40 °C, valores que se encuentran dentro del rango para el desarrollo óptimo del maíz, correspondiendo al mes de julio la temperatura mínima con 19.50 °C, y

máxima a 30.80°C. La precipitación promedio durante el ciclo vegetativo del cultivo fue de 164.28 mm, siendo el mes de octubre el más lluvioso con 245.20 mm.

**Cuadro 3.** Datos meteorológicos registrados durante la ejecución del experimento (Julio – Noviembre de 2011).

Meses	Temperatura (°C)			Humedad (%)		Precipitación (mm)
	Max.	Min.	Media.	Max.	Min.	
Julio	30.80	19.50	25.15	96.20	70.00	158.50
Agosto	31.60	19.30	25.45	95.10	62.50	31.20
Septiembre	31.40	19.40	25.40	95.40	69.50	194.60
Octubre	30.40	20.70	25.55	94.70	73.00	245.20
Noviembre	31.70	21.10	26.40	93.70	70.20	191.90
Total	155.90	100.00	127.95	475.10	345.20	821.40
Promedio	31.18	20.00	25.59	95.02	69.04	164.28

Fuente: Estación meteorológica Tulumayo "Dirección Regional Senamhi - Huánuco".

### 3.4. Análisis físico - químico del suelo

El análisis físico- químico del suelo fue realizado en el laboratorio de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria la Molina; para lo cual se tomaron muestras de suelo hasta una profundidad de 20 cm mediante el método convencional de muestreo. Los resultados se muestran en el Cuadro 4. El campo experimental presento un relieve con topografía plana, y los resultados del análisis físico-químico del suelo, nos indica que es de textura franca, con reacción neutra, con alto contenido de materia orgánica, alto nitrógeno total, alto contenido de fósforo disponible y medio de potasio.

**Cuadro 4.** Análisis físico - químico del suelo donde se realizó el experimento.  
Tulumayo 2011.

Característica	Resultados	Métodos
<b>Análisis físico</b>		
Arena (%)	27	Hidrómetro
Limo (%)	47	Hidrómetro
Arcilla (%)	26	Hidrómetro
Clase textural	Franco	Triangulo Textural
<b>Análisis químico</b>		
pH	7.11	Potenciómetro
M. O. (%)	4.48	Walkley- Black
N total (%)	0.23	Micro – Kjeldahl
P (ppm)	16.60	Olsen modificado
K (ppm)	143	Acetato de Amonio
CICt (meq/100g)	23.52	Acetato de amonio

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos y plantas de la UNALM

### 3.5. Componentes en estudio

**Factor A** : Formas de aplicación.

a<sub>1</sub> : Aplicación foliar con silicato de potasio (Viosil®)

a<sub>2</sub> : Aplicación al suelo con silicato de potasio (Viosil®)

**Factor B** : Niveles (dosis) de aplicación

b<sub>1</sub> : 2 L ha<sup>-1</sup> de silicato de potasio (Viosil®)

b<sub>2</sub> : 4 L ha<sup>-1</sup> de silicato de potasio (Viosil®)

b<sub>3</sub> : 6 L ha<sup>-1</sup> de silicato de potasio (Viosil®)

b<sub>4</sub> : 8 L ha<sup>-1</sup> de silicato de potasio (Viosil®)

### 3.6. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se generaron por la combinación de las formas de aplicación (Factor A) y los niveles de aplicación (Factor B), cuya descripción se muestra en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Descripción de los tratamientos en estudio.

Clave	Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Aplicación al follaje con la dosis de 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Aplicación al follaje con la dosis de 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Aplicación al follaje con la dosis de 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Aplicación al follaje con la dosis de 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>5</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Aplicación al suelo con la dosis de 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>6</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Aplicación al suelo con la dosis de 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>7</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Aplicación al suelo con la dosis de 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>8</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Aplicación al suelo con la dosis de 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®
T <sub>9</sub>	Testigo	Sin la aplicación de Viosil®

### 3.7. Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar con arreglo factorial 2A x 4B más un testigo adicional con 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA) y la comparación de medias de dichas variables fueron sometidas a la prueba de significación de Tukey al nivel de  $\alpha = 0.05$ .

### 3.8. Modelo aditivo lineal y análisis de variancia

#### 3.8.1. Modelo aditivo lineal

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \lambda_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Es la respuesta obtenida en la unidad experimental correspondiente al k – ésimo bloque a la cual se utilizó la i – ésima forma de aplicación de Viosil® con el j – ésimo nivel de aplicación de Viosil®.

$\mu$  = Es el efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Es el efecto del i – ésima forma de aplicación de Viosil®.

$\beta_j$  = Es el efecto de la j – ésimo nivel de aplicación de Viosil®.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción entre el i – ésima forma de aplicación de Viosil®, con el j – ésimo nivel de aplicación de Viosil®.

$\lambda_k$  = Es el efecto del k – ésimo bloque.

$\epsilon_{ijk}$  = Es el efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación.

Para:

- i = 1,2 formas de aplicación de Viosil®
- j = 1, 2, 3,4 niveles de aplicación de Viosil®
- k = 1, 2, 3,4 bloques

### 3.8.2. Análisis de variancia

**Cuadro 6.** Esquema del análisis de variancia.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Bloques	3
Tratamientos	8
A	1
B	3
A x B	3
Factorial vs testigo	1
Error experimental	23
Total	35

### 3.9. Características del campo experimental

#### ➤ Dimensiones del campo experimental

- Largo 36.0m
- Ancho 15.2 m
- Distanciamiento entre bloques 0.80 m
- Área total 547.2 m<sup>2</sup>

#### ➤ Bloques

- Número de bloques 4
- Largo de bloque 36.0 m

- Ancho de bloque	3.20 m
- Área de bloque	115.20 m <sup>2</sup>
- Ancho entre bloques	0.80 m

➤ **Parcelas**

- Número de parcelas/bloques	9
- Número total de parcelas	36.0
- Largo de la parcela	4.00 m
- Ancho de la parcela	3.20 m

➤ **Hileras y golpes**

- Número de hileras /parcela	5
- Distanciamiento entre hileras	0.8 m
- Distancia entre golpes	0.40 m
- Número de golpes por hilera	8
- Número de golpes por parcela	40
- Número de plantas por golpe	2

### **3.10. Ejecución del Experimento**

#### **3.10.1. Adquisición de la semilla**

La semilla certificada del maíz híbrido doble XB – 8010 fue adquirida del CIPTALD.

### **3.10.2. Preparación del terreno**

La preparación del terreno consistió en una limpieza total del terreno y una labranza con arado y rastra con una posterior nivelación del terreno.

### **3.10.3. Demarcación del terreno**

La demarcación y alineación del terreno se realizó de acuerdo al croquis del campo experimental. Ejecutándose el alineamiento con el método 3, 4, 5 y la demarcación con cordel y estacas.

### **3.10.4. Muestreo del suelo**

El muestreo del suelo se realizó en forma de zigzag dentro del campo experimental, a una profundidad aproximada de 30 cm.; luego se mezclaron homogéneamente las sub muestras para obtener 1 kg de muestra, que se llevó al laboratorio de análisis de suelos y plantas de la Universidad Nacional Agraria-La Molina para su respectivo análisis.

### **3.10.5. Siembra de maíz**

La siembra de semillas se realizó el 10 de julio del 2011, en forma manual, empleando un promedio de 25 kg ha<sup>-1</sup>, correspondiendo 4 semillas por golpe para luego desahijar y dejar 2 plantas por golpe antes del aporque, con un distanciamiento de 0.80 m entre surcos o hileras y 0.40 m entre golpes; con una densidad de siembra de 62,500 plantas/hectárea.

### **3.10.6. Control de malezas**

Se realizó un control químico al momento de la siembra, se aplicó como herbicida la Atrazina a razón de 2.0 L ha<sup>-1</sup> como pre-emergente y selectivo. Luego se complementó con control manual (deshierbos), el mismo que se realizó a los 30 y 45 días respectivamente después de la siembra.

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

En la etapa de emergencia de las plántulas se observó ataque del “gusano de tierra” (*Feltia sp.*, *Agrotis sp.*), los mismos que se controlaron mediante la aplicación de Tamaron (metamidophos) + Furadan (carbofuran) dirigido al cuello de las plántulas, a la dosis de 2.5 ‰ a los 10 y 20 días después de la siembra.

Posteriormente se detectó el ataque del “cogollero” (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), para lo cual se hizo la aplicación de Caporal (Cipermetrina + Metamidophos) a la dosis de 1‰ a los 40 días, dirigido al punto de crecimiento de la planta.

### **3.10.8. Fertilización**

De acuerdo a lo reportado por BERTSCH (2003), quien señala que para producir 1 tonelada de grano de maíz seco/ha, la planta de maíz necesita 25 kg de N, 5 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 19 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea. Como en el presente ensayo se planifico obtener rendimientos superiores a las 8 t ha<sup>-1</sup>, la fórmula de fertilización utilizada fue de 200 – 40 – 160 kg de N, P y K;

utilizando un coeficiente aparente de uso del fertilizante (CAU) de 80%, 30% y 90% respectivamente (250 – 134 – 178 kg ha<sup>-1</sup> de N P K).

Como fuente de nitrógeno (N), se utilizó la urea, como fuente de fósforo al Superfosfato triple de calcio (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y como fuente de potasio, el cloruro de potasio (60% K<sub>2</sub>O). A los 12 días después de la siembra se realizó la primera fertilización, aplicándose todo el fosforo y el 50% de nitrógeno y potasio, la segunda fertilización se realizó a los 35 días después de la siembra y se aplicó el 50% de nitrógeno y el potasio restante. La forma de aplicación fue manual haciendo hoyos mediante el tacarpo a una distancia de 10 cm, de la base de las plantas.

### **3.10.9. Cosecha**

Se realizó el 12 de noviembre 2011, cuando las mazorcas presentaron una maduración fisiológica con contenidos de humedad de la semilla entre 22 y 26 %.

### **3.11. Formas de aplicación del Viosil<sup>®</sup> (Factor A)**

Las formas de aplicación foliar (a<sub>1</sub>) y al suelo (a<sub>2</sub>) con silicato de potasio (Viosil<sup>®</sup>) se realizó con un aspersor manual de espalda (bomba de mochila) de 20 litros de capacidad; se calibró el gasto de agua en el área de la parcela testigo para que posteriormente se aplique la dosis de silicato de potasio (Viosil<sup>®</sup>) con su respectiva concentración.

### **3.12. Niveles de aplicación de Viosil® (Factor B)**

Las dosis de silicato de potasio (Viosil®) que se aplicaron fueron las siguientes:  $b_1= 2$  L (1% Viosil®),  $b_2= 4$  L (2% Viosil®),  $b_3= 6$  L (3% Viosil®) y  $b_4=8$  L (4% Viosil®). Estas dosis se aplicaron tanto al follaje como al suelo, fraccionándose en dos partes, el 50% se aplicó a los 30 días y el 50 % restante se aplicó a los 55 días después de la siembra.

### **3.13. Características evaluadas**

Durante la conducción del experimento se tomaron datos de las siguientes características:

#### **3.13.1. Antes de la cosecha**

##### **a) Altura de planta**

A la madurez, cuando las plantas completaron su desarrollo, se midió la altura de 10 plantas competitivas tomadas al azar de cada parcela, desde el cuello de la planta hasta el nudo donde se inserta la hoja de bandera con el tallo.

##### **b) Altura de mazorca**

A la madurez, cuando las plantas completaron su desarrollo, se midió 10 plantas tomadas a azar de cada parcela, con una regla de madera graduada, desde el cuello de la planta hasta el nudo donde se origina la mazorca superior, para promediarlo posteriormente.

### c) Número de fallas/parcela

Fueron tomados los datos del número de fallas por parcela, a fin de ajustar los rendimientos de la cosecha a población constante, empleando la fórmula de Jenkins (1944) (MANRIQUE, 1987):

$$PC = \frac{Pc \times (N - 0.3 \times F)}{N - F}$$

Dónde:

- PC = Peso corregido por fallas
- Pc = Peso de campo sin corregir
- N = Número total de golpes por parcela
- F = Número total de fallas por parcela

Para ello se consideró:

- Golpes con 2 plantas : cero fallas
- Golpes con 1 planta : ½ falla
- Golpes con 0 plantas : 1 falla

### d) Número de plantas cosechadas

Se contabilizó el número de plantas, en cada parcela a la cosecha sin importar si la planta tuvo una, dos o ninguna mazorca.

### **3.13.2. A la cosecha**

#### **a) Número total de mazorcas cosechadas**

Se registró el número total de mazorcas cosechadas, incluyendo las mazorcas secundarias aun siendo muy pequeñas.

#### **b) Índice de mazorca**

Se contó el número de mazorcas cosechadas por parcela que se relacionó con el número de plantas, para obtener el índice de mazorca por planta, el cual nos dará una idea de la prolificidad del tratamiento. Este índice está dado por la siguiente relación (MANRIQUE, 1987):

$$\text{Índice de mazorca} = \frac{\text{Número de mazorcas cosechadas}}{\text{Número de plantas por parcela}}$$

#### **c) Peso en campo de la mazorca**

Después de cosechar todas las plantas de cada parcela, se registró el peso de las mazorcas con tuza o coronta en kilos por parcela hasta con un decimal.

#### **d) Longitud y diámetro de mazorca**

Se utilizó 10 mazorcas seleccionadas al azar para determinar dicho carácter, haciendo uso de una regla milimetrada.

**e) Número de hileras/mazorca**

Éste carácter se determinó en las 10 mazorcas seleccionadas para lo cual se contabilizó el número de hileras, empezando de la parte central de la mazorca.

**f) Número de granos/hilera**

De las 10 mazorcas seleccionadas se contabilizo el número de granos de dos hileras seleccionadas al azar dentro de cada mazorca y luego se determinó el promedio.

**g) Rendimiento de maíz**

Los datos de rendimiento se obtuvieron pesando el número total de mazorcas por parcela. Para este fin se empleó una balanza convencional. Los rendimientos ajustados en kg/parcela fueron extrapolados a kg/hectárea, según la fórmula siguiente (MANRIQUE, 1987):

$$R = \frac{10.000}{A} \times 0.971 \times \%D \times H^{\circ} \times Pc \times Fc$$

En donde:

- R = Rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>
- A = Área de parcela neta evaluada
- 0.971 = Coeficiente de contorno
- %D = Porcentaje de desgrane
- H<sup>o</sup>= Factor humedad corregido al 14%

Pc = Peso de campo en kilogramos/parcela

Fc = Factor de corrección por fallas

#### **h) Porcentaje de humedad del grano de maíz**

A fin de determinar la humedad del grano, se tomó de cada parcela una muestra de 10 mazorcas al azar, a las cuales se les desgranó 3 hileras y se formó una mezcla homogénea, la cual se llevó al determinador eléctrico de humedad de la Cooperativa Agraria Cafetalera La Divisoria Ltda., dando la lectura directa de la muestra analizada. Estos datos de peso de campo se ajustaron al 14% de humedad con que se comercializa el maíz usualmente. Para ello se utilizó la siguiente fórmula (MANRIQUE, 1987):

$$H^o = \frac{100 - \text{Humedad a la cosecha}}{86}$$

Además, se consideró para la evaluación otras características biométricas como: peso de 100 granos y el porcentaje de desgrane cuya relación es: (peso de grano/peso de mazorca) x 100. Tales datos se tomaron previamente en las 10 mazorcas tomadas al azar por parcela.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Rendimiento de grano por hectárea

En el Cuadro 7 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente al rendimiento de grano ( $t\ ha^{-1}$ ) del híbrido doble de maíz XB-8010.

**Cuadro 7.** Resumen del análisis de variancia para el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	0.0522	NS
Tratamientos	8	1.7006	AS
Factorial	7	0.842	AS
A	1	1.5906	AS
B	3	0.5333	AS
A x B	3	0.9013	AS
Fact. Vs Test	1	7.7104	AS
Error Experimental	24	0.0922	
Total	35		

C.V = 2.97%

NS : No existe significación estadística  
AS : existe alta significancia estadística

Del Cuadro 7 se deduce lo siguiente:

- La falta de significación para la fuente de variación de bloques se interpreta como que el campo experimental fue homogéneo.
- Existen significación estadística al 1% de probabilidad para las fuentes de variación: tratamiento, factor A (formas de aplicación), factor B (niveles de

aplicación), la interacción (A x B) y el factorial vs testigo, en el rendimiento de grano.

- El coeficiente de variabilidad 2.97%, nos indica que hubo muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

En el Cuadro 8 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los tratamientos.

**Cuadro 8.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

Clave	Tratamiento (Aplicación)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )	Incremento (t ha <sup>-1</sup> )	Significación
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	Foliar a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	11.239	2.330	a
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	Foliar a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	10.716	1.807	a b
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Foliar a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	10.640	1.731	a b
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	Al suelo a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	10.274	1.365	b c
T <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> )	Al suelo a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	10.272	1.363	b c
T <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	Al suelo a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	10.067	1.158	b c
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	Al suelo a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	10.023	1.114	b c
T <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> )	Foliar a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	9.825	0.916	c
T <sub>9</sub> (Testigo)	Sin aplicación	8.909		d

Entre tratamientos unidos con la misma letra en columna, no existe diferencia estadística significativa

Del Cuadro 8 se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos T<sub>3</sub>, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>; pero sí entre estos 3 tratamientos con el resto. Asimismo, entre el tratamiento T<sub>1</sub> hasta el tratamiento T<sub>6</sub>, no existen diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento T<sub>9</sub> (testigo) produjo el más bajo rendimiento con 8.9 t ha<sup>-1</sup>.

En el Cuadro 8 se muestra que el rendimiento promedio de grano de los tratamientos interactuantes más el testigo, fluctuaron de 8.909 a 11.239 t ha<sup>-1</sup>, correspondiente al testigo y al tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (aplicación foliar con 6 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup>) que ocuparon el último y primer lugar respectivamente. Al efectuarse el análisis de variancia correspondiente (Cuadro 7), se encontró que existen diferencias estadísticas altamente significativas para todas las fuentes de variación, a excepción a nivel de bloques. Esto nos indica, que las formas de aplicación y sus respectivos niveles tuvieron un comportamiento diferente respecto a este carácter. Posteriormente, al hacer las comparaciones entre los promedios mediante la prueba de Tukey, se aprecia que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (aplicación foliar con dosis de 6 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup>), a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (aplicación foliar con dosis de 2 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup>) y a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (aplicación foliar con dosis de 4 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup>), que tuvieron los promedios más altos en rendimiento, pero sin ser estadísticamente significativos entre ellos, pero sí lo son con el resto de tratamientos. Asimismo, entre los tratamientos a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (aplicación foliar con 2 L ha<sup>-1</sup>), a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (aplicación foliar con 4 L ha<sup>-1</sup>), a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (aplicación al suelo con 2 L ha<sup>-1</sup>), a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> (aplicación al suelo con 8 L ha<sup>-1</sup>), a<sub>2</sub>b<sub>3</sub> (aplicación al suelo con 6 L ha<sup>-1</sup>), y a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (aplicación foliar con 2 L ha<sup>-1</sup>), no existieron diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento testigo (sin aplicación con Viosil<sup>®</sup>) produjo el más bajo rendimiento y fue estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos.

El rendimiento promedio alcanzado por todos los tratamientos del híbrido doble 'XB - 8010' que fue de 10.218 t ha<sup>-1</sup> en el presente ensayo, fueron superiores a los obtenidos por ROJAS (2005) en un ensayo con tres cultivares

de maíz bajo tres densidades de siembra en dos localidades, donde obtuvo con el híbrido XB -8010, un rendimiento experimental promedio de 8.32 t ha<sup>-1</sup>. Asimismo, también superó a lo obtenido por URQUIA (2004), quien realizó un experimento con cinco cultivares comerciales de maíz, obteniendo con el híbrido XB -8010, un rendimiento experimental promedio de 7.115 t ha<sup>-1</sup>. Estos dos últimos investigadores señalan que los altos rendimientos obtenidos por el híbrido XB - 8010 se deben al vigor híbrido o heterosis, a la fertilización adecuada, las características favorables del suelo y a las buenas y oportunas prácticas agronómicas. Esta superioridad de 18.5% y 30.4% respecto a ROJAS y URQUIA, se debe a que ellos sólo aplicaron fertilización química y en el presente estudio, además de aplicar fertilización química, se adicionó diferentes dosis de Viosil<sup>®</sup> (bioestimulante a base de silicio). Probablemente, el Viosil<sup>®</sup> causó efecto en el rendimiento de grano actuando el silicio como un elemento de doble efecto, aumentando el rendimiento de 10 a 40%, lo cual se puede corroborar con lo reportado por AGROPERFECT. S. A. (2011), que señala que la fertilización mineral con Silicio tiene un doble efecto en el sistema suelo-planta. En primer lugar, la nutrición con Silicio al cultivo refuerza en la planta su capacidad de almacenamiento y distribución de carbohidratos requeridos para el crecimiento y producción. En segundo lugar, el tratamiento al suelo con fuentes que contengan silicio biogeoquímicamente activo, optimiza la fertilidad del mismo mejorando la retención, disponibilidad del agua y manteniendo los nutrientes en forma disponible para la planta. También menciona que reportes internacionales indican que el silicio agrícola aumenta la productividad de 10 a 40% dependiendo de los tipos de cultivos.

En el Cuadro 9 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos principales (A y B) que resultó estadísticamente significativo.

**Cuadro 9.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos principales, en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Formas de aplicación				Niveles de aplicación			
Niveles	Promedio (t ha <sup>-1</sup> )	Incremento (t ha <sup>-1</sup> )	Sig.	Niveles	Promedio (t ha <sup>-1</sup> )	Incremento (t ha <sup>-1</sup> )	Sig.
a <sub>1</sub>	10.605	0.446	a	b <sub>3</sub>	10.653	0.605	a
a <sub>2</sub>	10.159		b	b <sub>1</sub>	10.495	0.447	a
				b <sub>2</sub>	10.331	0.283	a b
				b <sub>4</sub>	10.048		b
a <sub>1</sub> : aplicación foliar		b <sub>1</sub> : 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>		b <sub>2</sub> : 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>			
a <sub>2</sub> : aplicación al suelo		b <sub>3</sub> : 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>		b <sub>4</sub> : 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>			

En el Cuadro 9, se observa que:

- En el factor "A" la forma de aplicación con Viosil<sup>®</sup>, a nivel foliar (a<sub>1</sub>), ocupó el primer lugar con 10.605 t ha<sup>-1</sup>, y estadísticamente fue diferente a la aplicación al suelo (a<sub>2</sub>), con 10.159 t ha<sup>-1</sup>.
- En el factor "B" referente a las dosis de aplicación con Viosil<sup>®</sup>, la dosis de 6 L ha<sup>-1</sup> (b<sub>3</sub>), ocupó el primer lugar con 10.653 t ha<sup>-1</sup> no existiendo diferencias estadísticas significativas con la aplicación de 2 L ha<sup>-1</sup> (b<sub>1</sub>) con 10.495 t ha<sup>-1</sup> y con la aplicación de 4 L ha<sup>-1</sup> (b<sub>2</sub>), con 10.331 t ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, estas tres dosis de aplicación (6 L ha<sup>-1</sup>, 2 L ha<sup>-1</sup>, 4 L ha<sup>-1</sup>) fueron estadísticamente diferentes a la aplicación con 8 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup> (b<sub>4</sub>), que ocupó el último lugar con 10.048 t ha<sup>-1</sup>.

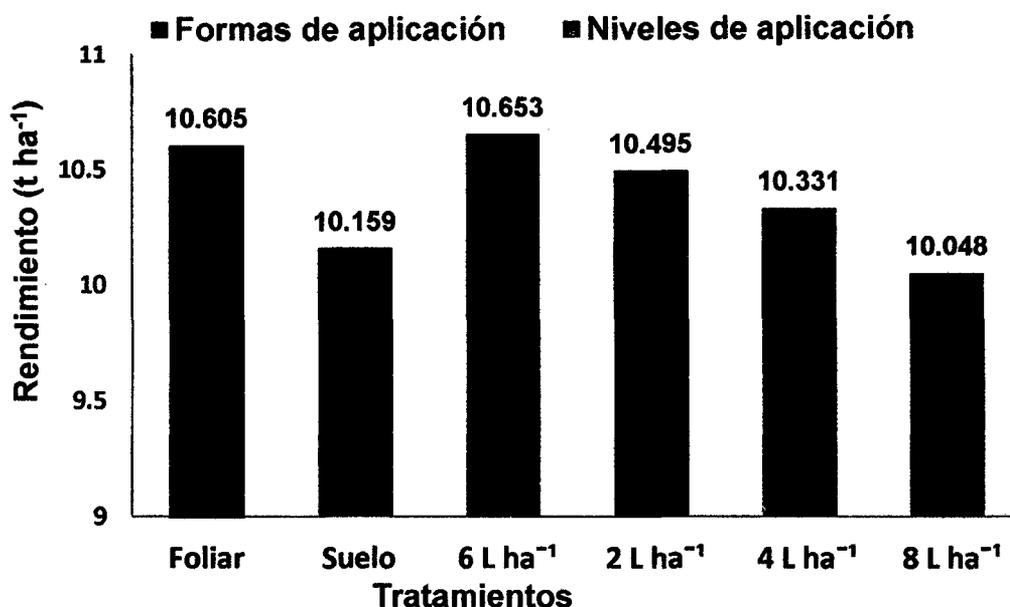


Figura 1. Comparación del rendimiento promedio en grano para los factores formas y niveles de aplicación.

De acuerdo al Cuadro 9 y Figura 1 para el factor "A", los resultados obtenidos en el presente ensayo para el rendimiento en grano, en promedio de las dosis de aplicación de silicato de potasio (Viosil<sup>®</sup>), las formas de aplicación (al follaje y al suelo), tuvieron un comportamiento diferente para este carácter cuantitativo. La aplicación foliar con Viosil<sup>®</sup> (a<sub>1</sub>) originó un aumento en el rendimiento de 4.21% respecto a la aplicación al suelo con Viosil<sup>®</sup> (a<sub>2</sub>). Esto quiere decir que existe suficiente evidencia estadística para señalar que con la aplicación foliar se obtuvo mejores resultados en promedio del rendimiento de grano.

Sobre el incremento en rendimiento de grano por efectos de las formas de aplicación de Viosil® (al follaje y al suelo), existen evidencias que aplicando al follaje este bioestimulante a base de silicio y potasio, se obtiene mejores resultados ya que el silicio actúa bien aún bajo condiciones desfavorables de clima como por ejemplo en situaciones de stress por sequía. Esto ha sido corroborado por SERRANO (2007), quien señala la superioridad y eficacia de la fertilización foliar respecto a la fertilización en el suelo, durante el crecimiento y desarrollo.

Fisiológicamente el silicio también juega un rol importante en la apertura y cierre de estomas de la hoja que facilita el aprovechamiento de horas luz, tal como lo sostiene AGROPERFECT S. A. (2011), Conjuntamente con el potasio, actúan sinérgicamente fortaleciendo el nivel de resistencia, principalmente a enfermedades y plagas, ya que el silicio se incorpora a las paredes de la hoja formando una especie de coraza que dificulta el paso de las estructuras reproductivas de los hongos patógenos e insectos.

Del mismo modo, para el factor B (niveles de aplicación), los resultados obtenidos para el rendimiento en grano, indican que las dosis ensayadas de Viosil® tuvieron un comportamiento estadísticamente similar cuando se aplicó las dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$ ,  $2 \text{ L ha}^{-1}$  y  $4 \text{ L ha}^{-1}$  ( $b_3$ ,  $b_1$  y  $b_2$ ) y diferente entre estos ( $b_3$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ) con respecto a la dosis  $8 \text{ L ha}^{-1}$  ( $b_4$ ), para éste carácter cuantitativo. Las plantas con aplicación de la dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil® ( $b_3$ ) tuvieron un incremento en el rendimiento respecto a los demás tratamientos: de 5.68% respecto a la aplicación con  $8 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil® ( $b_4$ ), 3.02% respecto a la

aplicación con 4 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup> (b<sub>2</sub>) y 1.48% respecto a la aplicación con 2 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup> (b<sub>1</sub>); esto quiere decir que la dosis de 6 L ha<sup>-1</sup> es la más adecuada técnicamente. El incremento en rendimiento promedio de grano por efecto de los niveles de aplicación del Viosil<sup>®</sup>, se sustenta en el hecho de que el silicio regula la absorción del fósforo en las plantas, activa mecanismos de defensa mostrando un incremento en la actividad de enzimas como quitinasas, peroxidasas, polifenol-oxidasas y compuestos fenólicos (AGROPERFECT S. A. 2011).

En el Cuadro 10 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente a los efectos simples del rendimiento en grano de maíz del híbrido doble de maíz XB-8010.

**Cuadro 10.** Resumen del análisis de variancia para los efectos simples del rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

<b>Fuente de Variación</b>	<b>G.L.</b>	<b>C.M.</b>	
A en b <sub>1</sub> (2 L ha <sup>-1</sup> )	1	0.3911	NS
A en b <sub>2</sub> (4 L ha <sup>-1</sup> )	1	0.7605	AS
A en b <sub>3</sub> (6 L ha <sup>-1</sup> )	1	2.744	AS
A en b <sub>4</sub> (8 L ha <sup>-1</sup> )	1	0.3989	S
B en a <sub>1</sub> (Foliar)	3	1.3642	AS
B en a <sub>2</sub> (Al suelo)	3	0.0703	NS
Error Experimental	24	0.0922	

AS: Existe alta significación estadística; S: Existe significación estadística; NS: no existe diferencia estadística significativa

A: Forma de aplicación

B: Nivel o dosis

Del Cuadro 10 de los efectos simples se deduce lo siguiente:

- Para la fuente de variación: A en  $b_1$  y B en  $a_2$  no se probó diferencias estadísticas significativas para el rendimiento de grano.
- Existe significación estadística al 1% de probabilidad para las fuentes de variación: A en  $b_2$ , A en  $b_3$  y B en  $a_1$ . También significación estadística al 5% de probabilidad para la fuente de variación A en  $b_4$ .

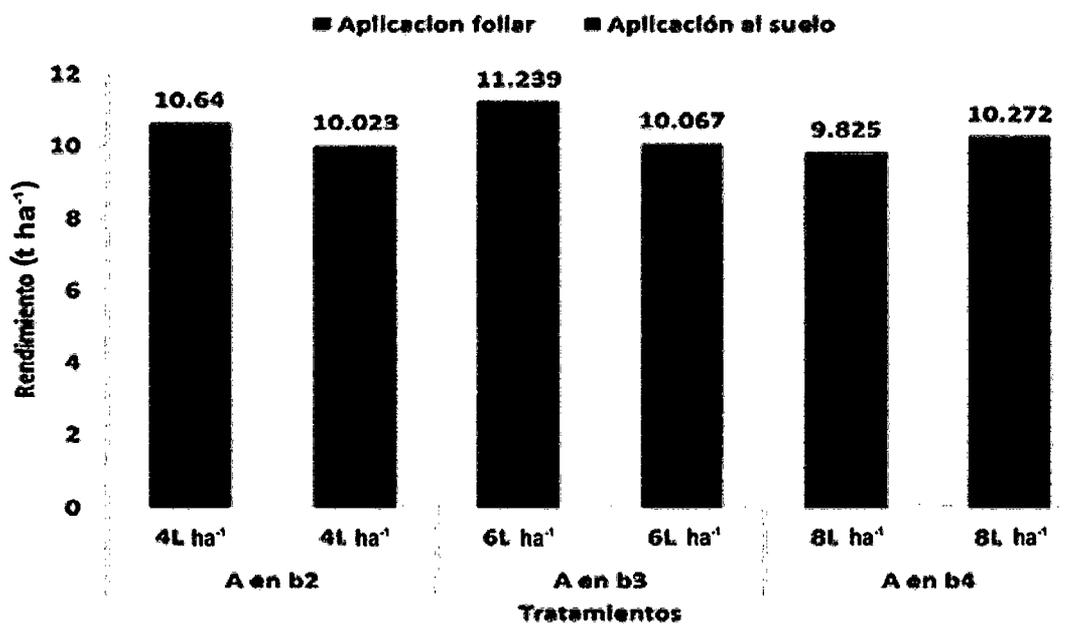
En el Cuadro 11 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos simples que resultaron estadísticamente significativos.

**Cuadro 11.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos simples, del rendimiento de grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

A en $b_2$			A en $b_3$			A en $b_4$		
Trat	Rend.(t ha <sup>-1</sup> )	Sig.	Trat.	Rend.(t ha <sup>-1</sup> )	Sig	Trat.	Rend.(t ha <sup>-1</sup> )	Sig.
$a_1b_2$	10.640	a	$a_1b_3$	11.239	a	$a_2b_4$	10.272	a
$a_2b_2$	10.023	b	$a_2b_3$	10.067	b	$a_1b_4$	9.825	b
$a_1$ : aplicación foliar $a_2$ : aplicación al suelo			$b_1$ : 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil® $b_2$ : 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®			$b_3$ : 6L ha <sup>-1</sup> de Viosil® $b_4$ : 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®		

Para el efecto simple A en  $b_2$ , entre el tratamiento  $a_1b_2$  (aplicación foliar con 4 L ha<sup>-1</sup>) y el tratamiento  $a_2b_2$  (aplicación al suelo con 4 L ha<sup>-1</sup>), existió **diferencias estadísticas significativas**. Para el efecto simple A en  $b_3$ , entre el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con 6 L ha<sup>-1</sup>) y el tratamiento  $a_2b_3$  (aplicación al suelo con 6 L ha<sup>-1</sup>), existió **diferencias estadísticas significativas**. Para el efecto simple A en  $b_4$ , entre el tratamiento  $a_1b_4$  (aplicación foliar con 8 L ha<sup>-1</sup>) y

el tratamiento  $a_2b_4$  (aplicación al suelo con  $8 \text{ L ha}^{-1}$ ), existió diferencias estadísticas significativas.



**Figura 2.** Comparación de rendimiento promedio en grano para los efectos simples del factor forma de aplicación.

De acuerdo al Cuadro 11 y Figura 2 para el efecto simple A en  $b_2$ , el tratamiento  $a_1b_2$  (aplicación foliar con dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil<sup>®</sup>), con  $10.640 \text{ t ha}^{-1}$  fue estadísticamente significativo con respecto al tratamiento  $a_2b_2$  (aplicación al suelo con dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil<sup>®</sup>), que arrojó un rendimiento promedio de  $10.023 \text{ t ha}^{-1}$ . Cuando se aplicó la dosis de  $4 \text{ L ha}^{-1}$  al follaje se obtuvo mejor rendimiento de grano con respecto a la aplicación al suelo.

Para A en  $b_3$ , el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil<sup>®</sup>), con  $11.239 \text{ t ha}^{-1}$ , fue estadísticamente significativo con respecto al

tratamiento  $a_2b_3$  (aplicación al suelo con dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil<sup>®</sup>), que arrojó un rendimiento promedio de  $10.067 \text{ t ha}^{-1}$ . Esto quiere decir cuando se aplicó la dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  al follaje se obtuvo mejor rendimiento de grano con respecto a lo aplicado al suelo.

Para A en  $b_4$ , el tratamiento  $a_1b_4$  (aplicación foliar con dosis de  $8 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil<sup>®</sup>), con  $10.272 \text{ t ha}^{-1}$ , fue estadísticamente significativo con respecto al tratamiento  $a_2b_3$  (aplicación al suelo con dosis de  $8 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil<sup>®</sup>), que arrojó un rendimiento promedio de  $9.825 \text{ t ha}^{-1}$ . Esto quiere decir cuando se aplicó la dosis de  $8 \text{ L ha}^{-1}$  al follaje se obtuvo mejor rendimiento de grano con respecto a lo aplicado al suelo.

En general, las dosis ( $4,6$  y  $8 \text{ L ha}^{-1}$ ) aplicadas a nivel foliar resultaron superiores y estadísticamente diferentes comparadas con las mismas dosis aplicadas a nivel del suelo. Esto puede deberse a que la planta a nivel foliar aprovecha mejor y más rápido los nutrientes ya que el Viosil<sup>®</sup> es un producto a base de Silicio orgánico y potasio, altamente asimilable con concentraciones adecuadas, lo cual le permite potencializar las funciones metabólicas de las plantas para permitir un buen desarrollo de la planta (AGROPERFECT. S.A. 2011).

En el Cuadro 12 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los efectos simples (B en  $a_1$ ) que resultó estadísticamente significativo.

**Cuadro 12.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) para los efectos simples (B en  $a_1$ ), en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz XB-8010.

B en $a_1$		
Tratamientos.	Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ )	Significación
$a_1b_3$ (Foliar a $6\ L\ ha^{-1}$ de Viosil®)	11.239	a
$a_1b_1$ (Foliar a $2\ L\ ha^{-1}$ de Viosil®)	10.716	a b
$a_1b_2$ (Foliar a $4\ L\ ha^{-1}$ de Viosil®)	10.640	b
$a_1b_4$ (Foliar a $8\ L\ ha^{-1}$ de Viosil®)	9.825	c

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa.

Del Cuadro 12 de los efectos simples se deduce lo siguiente:

- Para el efecto simple B en  $a_1$ , entre el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con  $6\ L\ ha^{-1}$ ) y el tratamiento  $a_2b_2$  (aplicación al suelo con  $4\ L\ ha^{-1}$ ), no existe diferencias estadísticas significativas pero si lo hay entre estos 2 tratamientos con el resto. también se observa que entre los tratamientos  $a_1b_1$  y  $a_1b_2$ , no existe significación estadística.

De acuerdo al Cuadro 12 y para el efecto simple B en  $a_1$ , el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con dosis de  $6\ L\ ha^{-1}$  de Viosil®), con  $11.239\ t\ ha^{-1}$ , fue estadísticamente significativo con respecto al tratamiento  $a_1b_1$  (aplicación foliar con dosis de  $2\ L\ ha^{-1}$  de Viosil®), que arrojó un rendimiento promedio de  $10.716\ t\ ha^{-1}$ , pero sí existe significación estadística entre los 2 tratamientos con respecto a los demás. También podemos decir que entre los tratamientos  $a_1b_1$  (aplicación foliar con  $2\ L\ ha^{-1}$ ) y  $a_1b_2$  (aplicación foliar con  $4\ L\ ha^{-1}$ ) no

existe significación estadística. Asimismo, el tratamiento  $a_1b_4$  (aplicación foliar con  $8 \text{ L ha}^{-1}$ ) fue el que obtuvo el más bajo rendimiento de grano a pesar que la dosis fue mayor que las demás, lo que puede deberse a un posible exceso del silicato de potasio (Viosil®).

En el Cuadro 13 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la fuente de variación Factorial. Vs Testigo que resultó altamente significativo en el análisis de variancia.

**Cuadro 13.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el promedio del factorial vs testigo, en el rendimiento en grano del híbrido doble de maíz, XB-8010.

<b>Factorial vs Testigo</b>		
<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (<math>\text{t ha}^{-1}</math>)</b>	<b>Significación</b>
Factorial	10.382	a
Testigo	8.909	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa.

Del Cuadro 13 de la fuente Factorial vs Testigo se deduce que el promedio del factorial generado por los factores A x B, ocupa el primer lugar con  $10.382 \text{ t ha}^{-1}$ , siendo estadísticamente diferente al promedio del testigo que ocupó el último lugar con  $8.909 \text{ t ha}^{-1}$ .

De acuerdo al Cuadro 13 para la fuente de variación Factorial vs Testigo, el rendimiento promedio de la factorial resultó superior y estadísticamente significativo con  $10.382 \text{ t ha}^{-1}$ , respecto al promedio del testigo que obtuvo un rendimiento promedio en grano de  $8.909 \text{ t ha}^{-1}$ . Este incremento de 14.2% en el rendimiento de grano quiere decir que el silicato de potasio (Viosil®) ha tenido

un efecto positivo en el rendimiento de grano de maíz ya que el silicio es un micro elemento esencial en el desarrollo de los cultivos y en su rendimiento tal como lo manifiesta CADENA (2008).

La diferencia de rendimiento entre los tratamientos se debió principalmente a que las acumulaciones de sílice en los tejidos actúan como una barrera física a la penetración de las hifas de los hongos y en el caso de insectos, dañan el aparato bucal (AEBE, 2008), explicando así el porqué de esta diferencia si tanto en otros caracteres (número de granos longitud y diámetro de mazorca) evaluados no hay diferencia. Además el silicio líquido incrementa la cantidad de enzimas, silicasas y silicateinas que estimulan el desarrollo de raíces de un 50 a 200% más, aumenta la nutrición de P en las plantas de un 40 a 60% (AGROPERFECT S.A., 2011). El silicio hace que de los tallos baje oxígeno a la raíz llegando al parénquima; oxidando de ésta manera la rizosfera (zona aledaña a la raíz), logrando que el Fe y Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, siendo ésta forma poco absorbida por las plantas, lo que evita una excesiva toma de éstos elementos, que aunque son necesarios para las plantas, su abundancia puede volverlos tóxicos (NAVARRO y NAVARRO, 2003).

#### **4.2. Altura de planta y altura de mazorca**

En el Cuadro 14 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente a altura de planta y altura de mazorca (m) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

**Cuadro 14.** Resumen del análisis de variancia para altura de planta y altura de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Fuente de variación	G.L.	Altura de planta (m)		Altura de mazorca (m)	
		C.M.		C.M.	
Bloques	3	0.0152	NS	0.0041	NS
Tratamientos	8	0.0101	NS	0.0053	NS
Factorial	7	0.0052	NS	0.0031	NS
A	1	0.0023	NS	0.0015	NS
B	3	0.0015	NS	0.0023	NS
A x B	3	0.0098	NS	0.0045	NS
Fact. Vs Test	1	0.0443	S	0.0203	S
Error Experimental	24	0.0059		0.0035	
Total	35				
C.V.		3.34%		4.80%	
NS : No existe diferencia estadística significativa					
S : Existe diferencia estadística Significativo					

Se deduce que:

- Para el efecto de bloques no existe significación estadística para altura de planta ni para altura de mazorca.
- Existe efectos significativos entre el Factorial vs testigo para el carácter altura de planta y altura de mazorca.
- El coeficiente de variabilidad 3.34% y 4.80%, nos indica que hubo muy buena homogeneidad en los resultados experimentales.

En el Cuadro 15 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los ocho tratamientos del factorial más el testigo.

**Cuadro 15.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para altura de planta del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento	Altura (m)	Significación
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	Al suelo a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.368	a
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Foliar a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.343	a
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	Foliar a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.328	a
T <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> )	Foliar a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.320	a
T <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> )	Al suelo a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.313	a
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	Foliar a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.290	a
T <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	Al suelo a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.273	a
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	Al suelo a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	2.260	a
T <sub>9</sub> (Testigo)	Sin aplicación	2.200	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa

Del Cuadro 15, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para altura de planta, lo que quiere decir que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (aplicación al suelo con dosis de 2 L ha<sup>-1</sup> de Viosil®), con 2.368 m superior a todos en altura de planta y el tratamiento testigo (sin la aplicación de Viosil®) produjo promedio más bajo con respecto a los demás con 2.20 m de altura.

La falta de diferencias estadísticas entre tratamientos, indica que los comportamientos fueron similares en la expresión de esta característica, por lo que no estaría influenciado por las formas de aplicación (factor A), ni por los niveles (dosis) de aplicación (factor B); lo cual supondría que el genotipo no se ve afectado por los factores ambientales, siendo este carácter muy estable. Al realizar las comparaciones entre los promedios de los tratamientos se observa que el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (aplicación al suelo con una dosis de 2 L ha<sup>-1</sup>), obtuvo el

mayor valor con 2.368 m, mientras que el tratamiento testigo (sin la aplicación de Viosil®), alcanzó la menor altura con 2.2 m con respecto a los demás tratamientos.

Los promedios alcanzados para altura de planta por todos los tratamientos del híbrido doble 'XB – 8010' que fue de 2.29 m, en el presente ensayo fueron superiores a los obtenidos por ROJAS, (2005), en la localidad de Naranjillo, cuyo promedio de altura de planta alcanzó solamente 2.06 m en el mismo cultivar. Tratándose del mismo híbrido, la diferencia en altura con respecto a los resultados, se podría atribuir a la menor densidad de siembra y a la sola aplicación de fertilización química y al no uso del bioestimulante Viosil®; ya que en el ensayo se aplicó fertilización química más diferentes dosis de Viosil®. Por otro lado en el presente experimento cuando se aplicó la dosis de 2 L ha<sup>-1</sup> y 4 L ha<sup>-1</sup> de Viosil® se encontró en promedio de los tratamientos una altura de planta de 2.29 m y 2.34 m respectivamente para el mismo híbrido, lo cual concuerda con lo obtenido en el ensayo realizado en Babahoyo (Ecuador), quien encontró que el híbrido de maíz INIAP H-601, cuando se aplicó la dosis de 2 L ha<sup>-1</sup> y 4 L ha<sup>-1</sup> de Viosil® alcanzó los promedios de altura de planta de 2.23 m y 2.21 m respectivamente (MACIAS, 2009) y con AGRICOL (2011), que reporta que el híbrido doble XB – 8010 tiene una altura promedio de 2.20 m para ensayos realizados con este material en la costa norte del Perú. Esta coincidencia puede deberse a que el material genético utilizado para este carácter es muy estable y poseería plasticidad ambiental. Quiere decir que se comporta de manera idéntica en diferentes ambientes para este carácter.

En el Cuadro 16 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los ocho tratamientos del factorial más el testigo.

**Cuadro 16.** Prueba de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ) de los tratamientos para altura de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento	Altura (m)	Significación
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	Al suelo a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.275	a
T <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> )	Foliar a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.265	a
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	Foliar a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.260	a
T <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> )	Al suelo a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.260	a
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Foliar a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.250	a
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	Foliar a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.225	a
T <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	Al suelo a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.213	a
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	Al suelo a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil <sup>®</sup>	1.198	a
T <sub>9</sub>	Testigo	1.168	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa

Del Cuadro 16, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para altura de mazorca, esto quiere decir que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (aplicación al suelo con la dosis de 2 L ha<sup>-1</sup>) con 1.275 m, superior a todos en altura de mazorca y el tratamiento testigo (sin la aplicación de Viosil<sup>®</sup>) produjo promedio más bajo con respecto a los demás con 1.168 m de altura. Con respecto a la altura de mazorca (Cuadro 16), no se encontraron diferencias estadísticas por efecto de los tratamientos, lo que nos indica que los comportamientos fueron similares en la expresión de esta característica, por lo que no está influenciado por las formas de aplicación (factor A), ni por los niveles (dosis) de aplicación (factor B). Al realizar las comparaciones entre los promedios de los

tratamientos se observa que el tratamiento  $a_2b_1$  (aplicación al suelo con una dosis de  $2 \text{ L ha}^{-1}$ ) obtuvo el mayor valor con 1.275 m, mientras que el tratamiento testigo (sin la aplicación de Viosil®) fue el de menor altura con 1.168 m con respecto a los demás tratamientos.

En un experimento realizado en el 2005 en la localidad de Naranjillo, se encontró que el cultivar XB – 8010 alcanzó una altura de mazorca de 1.17 m (ROJAS, 2005). Del mismo modo, ALFARO (1992), reporta un ensayo que realizó comparando rendimientos de doce híbridos y 2 variedades de maíz en Tingo María, y obtuvo una altura de mazorca promedio de 1.16 m; los resultados de dichos ensayos mencionados anteriormente por los dos investigadores son parecidos a los obtenidos en el presente experimento respecto al promedio de altura de mazorca que fue 1.23 m. Si bien es cierto que hay una pequeña diferencia eso puede deberse a la densidad de siembra y a las dosis de fertilización, estas comparaciones nos indican que este carácter en estudio también es estable. Nos demuestra que la altura de inserción de mazorca es favorable para facilitar la cosecha y la estabilidad ante el acame; sin embargo puede representar una desventaja ante el ataque de mamíferos silvestres. Una menor altura a la primera mazorca, si bien depende principalmente del genotipo, también sería un indicativo de una mayor precocidad a la floración y fructificación.

En el Cuadro 17 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el promedio del Factorial vs Testigo, que resultó estadísticamente significativo en la variable altura de planta y altura de

mazorca. De este cuadro, de la fuente Factorial vs Testigo se deduce lo siguiente:

- Que el promedio de altura de planta del factorial generado por los factores A x B, ocupa el primer lugar con 2.312 m, siendo no significativo estadísticamente con testigo que ocupó el último lugar con 2.2 m.
- Que el promedio de altura de mazorca del factorial generado por los factores A x B, ocupa el primer lugar con 1.243 m, siendo no significativo estadísticamente con el testigo que ocupó el último lugar con 1.168 m.

**Cuadro 17.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el contraste factorial vs testigo en la altura de planta y altura de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

<b>Factorial vs Testigo</b>				
<b>Tratamientos</b>	<b>Altura de planta</b>		<b>Altura de mazorca</b>	
	<b>Promedio(m)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Promedio(m)</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	2.312	a	1.243	a
Testigo	2.200	a	1.168	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa

De acuerdo al Cuadro 17 para el análisis del Factorial vs Testigo, correspondientes para altura de planta y altura de mazorca, no se encontraron diferencias estadísticas significativas para estos dos caracteres en estudio pero si lo supera numéricamente el factorial al testigo en los dos caracteres (altura de planta y altura de mazorca). En altura de planta el factorial ocupa el primer lugar con 2.312 m y el testigo con 2.20 m ocupa el último lugar. Con respecto a altura de mazorca el factorial ocupa el primer lugar con 1.243 m y el testigo con

1.168 m, ocupa el último lugar. Esto quiere decir que dichos caracteres no están influenciados por las formas de aplicación (factor A), ni por los niveles (dosis) de aplicación de Viosil® (factor B).

A pesar que en el ANVA resulto significativo a nivel de  $\alpha=0.05$  con la prueba de Tukey no se pudo detectar diferencias, debido a que el valor del F calculado fue muy ligeramente superior al valor del F tabular.

#### **4.3. Longitud de mazorca y diámetro de mazorca**

En el Cuadro 18 se presentó los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente a longitud de mazorca y diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz XB-8010. En el Cuadro se observa que:

- Para las fuentes de variación: bloques, factor B, la interacción (AXB) y para factorial vs testigo no existe significación estadística para longitud de mazorca ni para diámetro de mazorca.
- El coeficiente de variabilidad 2.44% y 2.04% la cual nos indica una muy buena homogeneidad.
- Existe diferencias estadísticas significativos al 5% de probabilidad para el factor "A" (formas de aplicación) para el carácter longitud de mazorca y diámetro de mazorca.

**Cuadro 18.** Resumen del análisis de variancia para longitud de mazorca y diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Fuente de Variación	G.L.	Longitud de mazorca		Diámetro de mazorca	
		(cm)		(cm)	
		C.M.		C.M.	
Bloques	3	0.5025	NS	0.0009	NS
Tratamientos	8	0.3496	NS	0.013	NS
Factorial	7	0.3218	NS	0.0103	NS
A	1	1.0368	S	0.0136	NS
B	3	0.3542	NS	0.0131	NS
A x B	3	0.051	NS	0.0064	NS
Fact. Vs Test	1	0.5443	NS	0.0321	NS
Error Experimental	24	0.213		0.0112	
Total	35				
C.V.		2.44%		2.04%	

NS : No existe diferencia estadística significativa

S : Existe diferencia estadística Significativo

En el Cuadro 19 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los ocho tratamientos del factorial más el testigo. Del Cuadro 19, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para longitud de mazorca, lo que quiere decir que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$ ) con 19.408 cm, superior a todos en longitud de mazorca y el tratamiento  $a_2b_1$  (aplicación al suelo con dosis de  $2 \text{ L ha}^{-1}$ ) produjo el promedio más bajo con respecto a los demás con 18.505 cm de longitud.

**Cuadro 19.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para longitud de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento (aplicaciones)	Longitud (cm)	Significación
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	Foliar a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	19.408	a
T <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> )	Foliar a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	19.268	a
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Foliar a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	18.943	a
T <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	Al suelo a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	18.898	a
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	Foliar a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	18.838	a
T <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> )	Al suelo a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	18.818	a
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	Al suelo a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	18.795	a
T <sub>9</sub> (Testigo)	Sin aplicación	18.543	a
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	Al suelo a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	18.505	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa.

Con respecto al Cuadro 19 para longitud de mazorca, no se encontraron diferencias estadísticas por efecto de los tratamientos, lo que nos indica que los comportamientos fueron similares en la expresión de esta característica, por lo que no está influenciado por las formas de aplicación (factor A), ni por los niveles (dosis) de aplicación de Viosil® (factor B), no pudo influenciarlo de manera positiva o negativa en mayor o menor grado la expresión de este carácter cuantitativo. Al realizar las comparaciones entre los promedios de los tratamientos se observa que el tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (aplicación foliar con una dosis 6 L ha<sup>-1</sup>), obtuvo el mayor valor con 19.408 cm, mientras que el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (aplicación al suelo con una dosis 2 L ha<sup>-1</sup>), fue el de menor longitud de mazorca con 18.505 cm. En un experimento realizado por ROJAS (2005), en las localidades de Afilador y Naranjillo, encontrando valores para longitud de mazorca que fluctuaron entre 18.00 y 18.13 cm para la localidad de Afilador y

valores entre 17.00 y 17.17 cm para la localidad de Naranjillo, afirmando que este carácter está influenciado por factores medioambientales y condiciones edafoclimáticas. Por otro lado experimentos realizados en la costa norte del Perú, se encontró que la longitud de mazorca promedio para el cultivar XB – 8010 es de 17.00 cm (AGRIHCOL, 2011).

En el Cuadro 20 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los ocho tratamientos del factorial más el testigo. De este Cuadro, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para diámetro de mazorca, esto quiere decir que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento  $a_2b_3$  (aplicación al suelo con dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$ ) con 5.248 cm, superior a todos en diámetro de mazorca y el tratamiento  $a_1b_1$  (aplicación foliar con dosis de  $2 \text{ L ha}^{-1}$ ) produjo el promedio más bajo con respecto a los demás con 5.100 cm de diámetro.

**Cuadro 20.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) de los tratamientos para diámetro de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento	Diámetro (cm)	Significación
T <sub>7</sub> ( $a_2b_3$ )	Al suelo a $6 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.248	a
T <sub>8</sub> ( $a_2b_4$ )	Al suelo a $8 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.248	a
T <sub>4</sub> ( $a_1b_4$ )	Foliar a $8 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.243	a
T <sub>5</sub> ( $a_2b_1$ )	Al suelo a $2 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.218	a
T <sub>3</sub> ( $a_1b_3$ )	Foliar a $6 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.198	a
T <sub>2</sub> ( $a_1b_2$ )	Foliar a $4 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.178	a
T <sub>6</sub> ( $a_2b_2$ )	Al suelo a $4 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.170	a
T <sub>9</sub> (Testigo)	Sin aplicación	5.105	a
T <sub>1</sub> ( $a_1b_1$ )	Foliar a $2 \text{ L ha}^{-1}$ de Viosil®	5.100	a

En el Cuadro 20 se muestra el análisis de variancia para diámetro de mazorca, donde no se encontraron diferencias estadísticas por efecto de los tratamientos, lo que nos indica que los comportamientos fueron similares en la expresión de esta característica, por lo que no está influenciado por las formas de aplicación (factor A), ni por los niveles (dosis) de aplicación de Viosil® (factor B) pudo influenciarlo de manera positiva o negativa en mayor o menor grado la expresión de este carácter cuantitativo. Al realizar las comparaciones entre los promedios de los tratamientos se observa que el tratamiento  $a_2t_3$  (aplicación al suelo con una dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$ ), obtuvo el mayor valor con 5.248 cm, mientras que el tratamiento  $a_1b_1$  (aplicación foliar con dosis de  $2 \text{ L ha}^{-1}$ ), que obtuvo el menor diámetro de mazorca con 5.100 cm.

ROJAS (2005), realizó ensayos en las localidades de Afilador y Naranjillo, encontrando valores para diámetro de mazorca que fluctuaron entre 4.75 y 4.83 cm para la localidad de Afilador y valores entre 4.66 y 4.75 cm para la localidad de Naranjillo, afirmando que este carácter está influenciado por factores medioambientales y condiciones edafoclimáticas. Para el presente trabajo en promedio de todos los tratamientos se encontró un diámetro de mazorca de 5.19 cm, superior a lo reportado por ROJAS (2005). Esto puede deberse al efecto del silicato de potasio (Viosil®), ya que el potasio juega un papel importante en el llenado de granos.

En el Cuadro 21 se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el factor A, que resultó estadísticamente significativo en la variable longitud de mazorca.

**Cuadro 21.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para el factor A, de la longitud de mazorca del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Factor A		
Tratamientos	Longitud (cm)	Significación
Aplicación foliar	19.114	a
Aplicación al suelo	18.754	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa

En el Cuadro 21, se observa que:

- En el factor "A" para longitud de mazorca el promedio de las formas de aplicación foliar con Viosil® ( $a_1$ ), ocupó el primer lugar con 19.114 cm, no existiendo significación estadística respecto a la aplicación al suelo con Viosil® ( $a_2$ ), con 18.754 cm, el cual ocupa el último lugar.

De acuerdo al Cuadro 21 para el factor A, los resultados obtenidos en el presente ensayo para longitud de mazorca en promedio de las dosis de aplicación de (Viosil®), en las formas de aplicación (al follaje y al suelo), tuvieron un comportamiento similar para este carácter cuantitativo. La aplicación foliar con Viosil® ( $a_1$ ) obtuvo un aumento en el rendimiento de 1.88% respecto a la aplicación al suelo con Viosil® ( $a_2$ ). Esto quiere decir que existe suficiente evidencia estadística para señalar que con la aplicación foliar y con la aplicación al suelo se obtuvieron resultados similares en promedio de longitud de mazorca. A pesar que en el ANVA resulto significativo a nivel de  $\alpha= 0.05$  con la prueba de Tukey (Prueba más exigente) no se pudo detectar diferencias, debido a que el valor del F calculado fue muy ligeramente superior al valor del F tabular.

#### 4.4. Peso de 100 semillas de maíz

En el Cuadro 22 se presenta los resultados resumidos del análisis de variancia correspondiente al peso de 100 semillas (g) del híbrido doble de maíz, XB-8010.

**Cuadro 22.** Resumen del análisis de variancia para el peso de 100 semillas del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	
Bloques	3	1.1912	NS
Tratamientos	8	0.5189	NS
Factorial	7	0.5541	NS
A	1	0.0797	NS
B	3	0.1817	NS
A x B	3	1.0848	NS
Fact. Vs Test	1	0.2719	NS
Error Experimental	24	2.0315	
Total	35		

C.V. = 3.77%

En el Cuadro 22 se observa que:

- Para las fuentes de variación: bloques, factor A, factor B, la interacción (AXB) y para factorial vs testigo no existe significación estadística para la variable peso de 100 semillas.
- El coeficiente de variabilidad es 3.77% la cual nos indica una muy buena homogeneidad.

En el Cuadro 23, se presenta la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para los ocho tratamientos del factorial más el testigo.

**Cuadro 23.** Prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) de los tratamientos para el peso de 100 semillas del híbrido doble de maíz, XB-8010.

Clave	Tratamiento	Promedio (g)	Significación
T <sub>6</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> )	Al suelo a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	38.418	a
T <sub>7</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> )	Al suelo a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	38.090	a
T <sub>4</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>4</sub> )	Foliar a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	38.089	a
T <sub>5</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> )	Al suelo a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	37.747	a
T <sub>1</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> )	Foliar a 2 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	37.729	a
T <sub>3</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> )	Foliar a 6 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	37.698	a
T <sub>2</sub> (a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> )	Foliar a 4 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	37.554	a
T <sub>9</sub> (Testigo)	Sin aplicación	37.541	a
T <sub>8</sub> (a <sub>2</sub> b <sub>4</sub> )	Al suelo a 8 L ha <sup>-1</sup> de Viosil®	37.214	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra en columnas, no existe diferencia estadística significativa.

Del Cuadro 23, se deduce que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para peso de 100 semillas, esto quiere decir que los resultados fueron similares, siendo el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (aplicación al suelo con dosis de 4 L ha<sup>-1</sup>) con 38.418 g, superior a todos en peso de 100 semillas y el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> (aplicación al suelo con dosis de 8 L ha<sup>-1</sup>) produjo el promedio más bajo con respecto a los demás con 37.214 g de peso.

Del análisis realizado para el peso de 100 semillas (Cuadro 23), donde se observa que el peso de 100 semillas de los tratamientos en estudio oscila de 37.214 a 38.418 g, la cual se observa que no existe diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (aplicación al suelo con una dosis de 4 L ha<sup>-1</sup>), superando a todos con 38.418 g y el tratamiento a<sub>2</sub>b<sub>4</sub> (aplicación al suelo con una dosis de 8 L ha<sup>-1</sup>), es el que tiene

el menor peso con 37.214 gr. Esto quiere decir que el híbrido XB-8010 es muy estable para esta variable lo cual indica que ni las formas de aplicación ni los niveles (dosis) de aplicación con Viosil<sup>®</sup> pudo influenciarlo de manera positiva o negativa en mayor o menor grado de expresión de este carácter cuantitativo. En el presente experimento, en promedio de todos los tratamientos en estudio, se encontró que el cultivar XB – 8010 tiene 37.79 g para el peso de 100 granos, valores superiores a los obtenidos por ROJAS (2005), en un ensayo que realizó en las localidades de Afilador y Naranjillo, que oscila de 29.43 a 34.82g y los obtenidos por URQUIA (2004) quien realizó un experimento con cinco cultivares comerciales de maíz entre ellos XB - 8010, 'Marginal 28-T, PM-702, PM-104 y G-5423, donde valores en promedios en el peso de 100 semillas en un rango de 31.63 a 34.82 g, para la localidad de Afilador, y de 31.19 a 33.76 g, para la localidad de Tulumayo, siendo el maíz, XB - 8010, que presentó un mejor peso de semilla, con 34.82 gr. Estas diferencias con los otros experimentos puede deberse al factor ambiental, fertilización adecuada y oportuna, buen manejo agronómico, época de siembra y a la aplicación del silicato de potasio (Viosil<sup>®</sup>).

Resulta hasta cierto punto poco explicable el que se haya encontrado significación estadística entre el factorial y el testigo en el rendimiento de grano, pero no en los otros caracteres evaluados. Ello podría atribuirse al posible efecto que tuvo la presencia de enfermedades y plagas en el tratamiento testigo que no fueron evaluadas y que no se manifestaron en los otros tratamientos, debido posiblemente a la acción antifúngica del silicato de potasio, tal como manifiestan AEBE, 2008 S.A. 2011, las acumulaciones de

sílice en los tejidos actúan como una barrera física a la penetración de las hifas de los hongos fortaleciendo el nivel de resistencia y en el caso de insectos, dañando el aparato bucal.

#### 4.5. Análisis económico

En el Cuadro 24, resumimos los resultados del análisis económico de los tratamientos, donde el tratamiento  $a_1b_3$  ( $T_3$ ), es el de mayor utilidad neta y rentabilidad con 4958.4 Nuevos Soles y 122.93% respectivamente, mientras que el tratamiento testigo ( $T_9$ ) fue el de menor utilidad neta y rentabilidad con 3279.4 Nuevos Soles y 85.21% por hectárea.

**Cuadro 24.** Análisis económico para cada tratamiento en estudio.

Tratamientos	Rdto. (t ha <sup>-1</sup> )	Valor Bruto S/.	Costo Prod. S/.	Costo x Kg.	Utilidad	B/C	Rentabilidad (%)
$a_1b_3$	11.24	8992	4033.6	0.36	4958.4	2.2	122.93
$a_1b_1$	10.72	8576	4093.6	0.38	4482.4	2.1	109.50
$a_1b_2$	10.64	8512	4153.6	0.39	4358.4	2.0	104.93
$a_2b_3$	10.27	8216	4033.6	0.39	4182.4	2.0	103.69
$a_2b_1$	10.07	8056	4093.6	0.41	3962.4	2.0	96.79
$a_2b_4$	10.27	8216	4213.6	0.41	4002.4	1.9	94.99
$a_2b_2$	10.02	8016	4153.6	0.41	3862.4	1.9	92.99
$a_1b_4$	9.83	7864	4213.6	0.43	3650.4	1.9	86.63
Testigo	8.91	7128	3848.6	0.43	3279.4	1.9	85.21

Precio litro de Viosil®: 24.00 soles

El análisis económico nos da la posibilidad de conocer la conveniencia o no del uso o aplicación de los tratamientos en estudio, cuya viabilidad va depender de que la relación B/C sea mayor que 1.0. En forma general (Cuadro 24), se puede apreciar que el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con dosis de 6

L ha<sup>-1</sup> de Viosil®) obtuvo la mayor relación B/C con 2.2, explicado básicamente por la respuesta del cultivar a la aplicación de silicato de potasio (Viosil®) al follaje, influyendo directamente en una mayor producción e ingreso bruto. El tratamiento testigo (sin la aplicación de Viosil®), presenta la menor relación B/C con 1.9, que en términos económicos nos indica una alternativa viable. En forma general se observa que todos los tratamientos son económicamente viables y están en función a los altos rendimientos alcanzados, el cual a su vez está en función de buenas prácticas de manejo realizadas, tales como: utilización de semilla certificada, mecanización del terreno, deshierbo oportuno, fertilización adecuada, control oportuno de plagas y enfermedades.

## V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento a<sub>1</sub>b<sub>3</sub> (aplicación foliar con dosis de 6 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup>) fue el que más destacó en el rendimiento en grano seco de maíz con 11.239 t ha<sup>-1</sup>, el tratamiento testigo produjo el menor rendimiento en grano seco con 8.909 t ha<sup>-1</sup>.
2. La forma de aplicación que resultó más adecuada fue la aplicación de Viosil<sup>®</sup> al follaje comparado con la aplicación de Viosil<sup>®</sup> al suelo, con valores de 10.605 y 10.159 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.
3. El nivel de aplicación que resultó más adecuado, fue la aplicación de Viosil<sup>®</sup> a razón de 6 L ha<sup>-1</sup> obteniendo un rendimiento de 10.653 t ha<sup>-1</sup>.
4. El mayor valor de la relación B/C fue para la aplicación foliar con la dosis de 6 L ha<sup>-1</sup> de Viosil<sup>®</sup>(a<sub>1</sub>b<sub>3</sub>) con 2.2 y una rentabilidad de 122.93%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar otro ensayo utilizando estas dosis de Viosil® en suelos degradados (suelos de baja fertilidad), para evaluar la respuesta en rendimiento.
2. Replicar este ensayo en otras localidades, épocas de siembra y cultivos diferentes para evaluar la interacción genotipo x ambiente.
3. Realizar otro experimento considerando otros niveles (dosis) de Viosil® no ensayado con el fin de optimizar la rentabilidad a través de la relación beneficio/costo (B/C).

## VII. RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo entre Julio y Noviembre del 2011, en la localidad de Tulumayo, ubicado en el distrito de José Crespo y Castillo, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, con la finalidad de determinar el efecto del silicato de potasio (Viosil) en el rendimiento de un híbrido doble de maíz (*Zea mays L.*), XB-8010 y su respectivo análisis económico.

Los componentes en estudio estuvieron constituidos por los factores formas de aplicación de Viosil® (al follaje y al suelo) y niveles de aplicación (2 L ha<sup>-1</sup>, 4 L ha<sup>-1</sup>, 6 L ha<sup>-1</sup> y 8 L ha<sup>-1</sup> de Viosil®). El diseño experimental empleado fue el de bloques completamente al azar con arreglo factorial 2A x 4B más un testigo adicional, con 4 repeticiones o bloques, utilizándose la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la comparación de medias.

La siembra se realizó en forma manual, sembrándose 4 semillas por golpe para dejar 2 plantas por golpe luego del deshije a un distanciamiento de 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre golpes, con una densidad de siembra de 62,500 plantas ha<sup>-1</sup>. El control de malezas se realizó con la aplicación pre emergente de Atrazina el día de la siembra, y luego con deshierbos manuales.

El control fitosanitario estuvo dirigido al control de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), con aplicación de Tamaron (Metamidophos) + Furadan (Carbofuran), a dosis de 2.5 ‰ a los 10 y 20 días después de la siembra; luego se aplicó Caporal (Cipermetrina + Metamidophos) a 2.5 ‰ a los 40 días.

La fórmula de fertilización que se utilizó fue de 250 – 134 – 178, haciéndose la primera fertilización a los 12 días después de la siembra aplicando todo el fósforo y el 50% de nitrógeno y potasio; la segunda fertilización se realizó 35 días después.

Los resultados mostraron que en general, la aplicación foliar con las diferentes dosis de Viosil® produjeron mayores rendimientos de grano ( $10.605 \text{ t ha}^{-1}$ ) que cuando la aplicación se realizó al suelo, forma en que se obtuvo el más bajo rendimiento ( $10.159 \text{ t ha}^{-1}$ ). Entre dosis, las aplicaciones de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil® produjeron el más alto rendimiento ( $10.653 \text{ t ha}^{-1}$ ), mientras que aplicaciones de  $8 \text{ L ha}^{-1}$  produjeron el más bajo rendimiento ( $10.048 \text{ t ha}^{-1}$ ).

De igual modo, no se hallaron diferencias estadísticas significativas entre las aplicaciones foliares con dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$ ,  $2 \text{ L ha}^{-1}$  y  $4 \text{ L ha}^{-1}$ , pero sí entre estos 3 tratamientos con el resto y el Testigo. La aplicación foliar de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil® produjo el más alto rendimiento en grano de maíz con  $11.239 \text{ t ha}^{-1}$ , mientras que el testigo produjo el más bajo rendimiento con  $8.909 \text{ t ha}^{-1}$ .

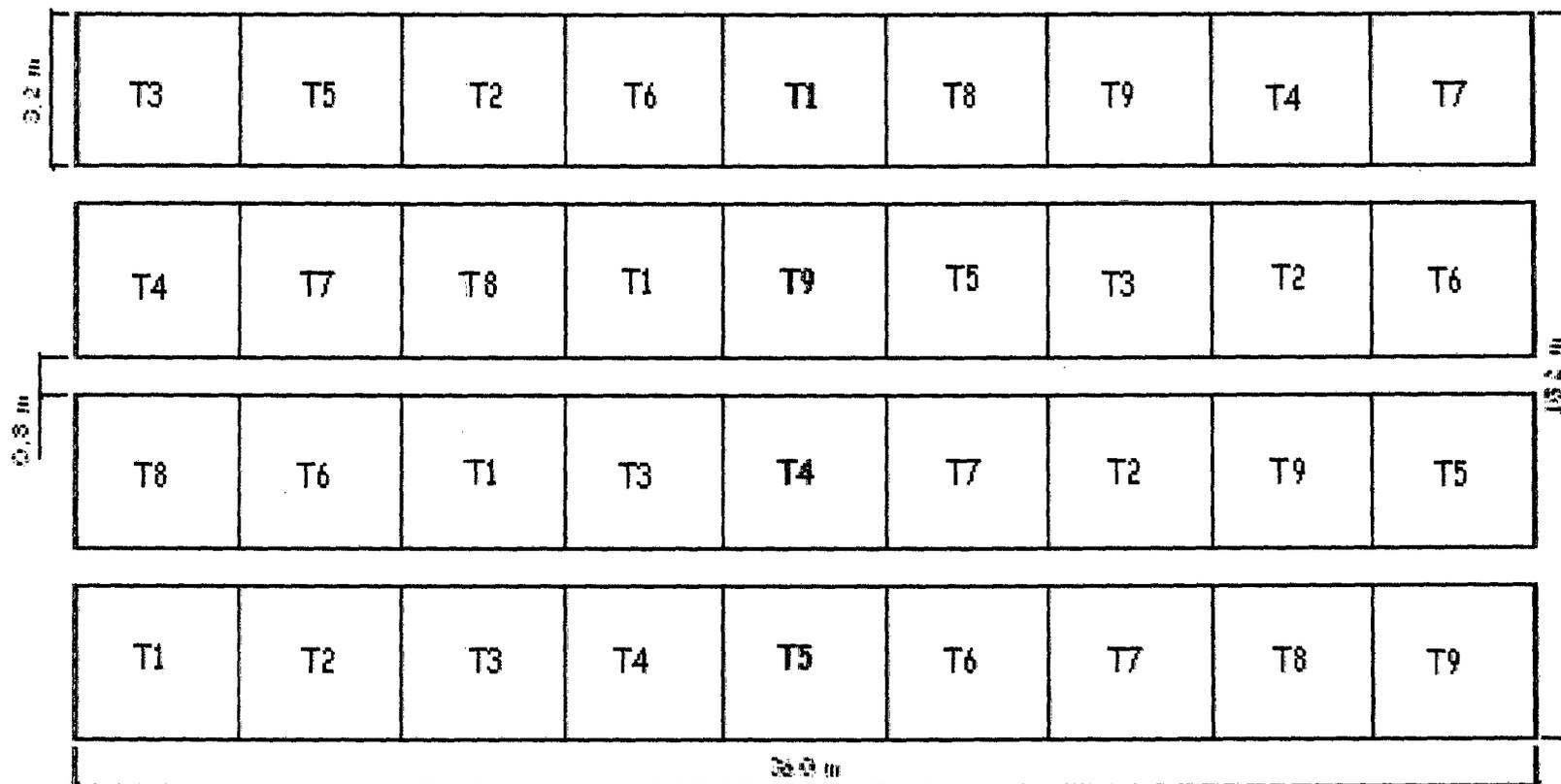
Finalmente debido al mayor rendimiento en grano obtenido por el tratamiento  $a_1b_3$  (aplicación foliar con dosis de  $6 \text{ L ha}^{-1}$  de Viosil®) este presentó la mayor relación B/C con 2.2.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

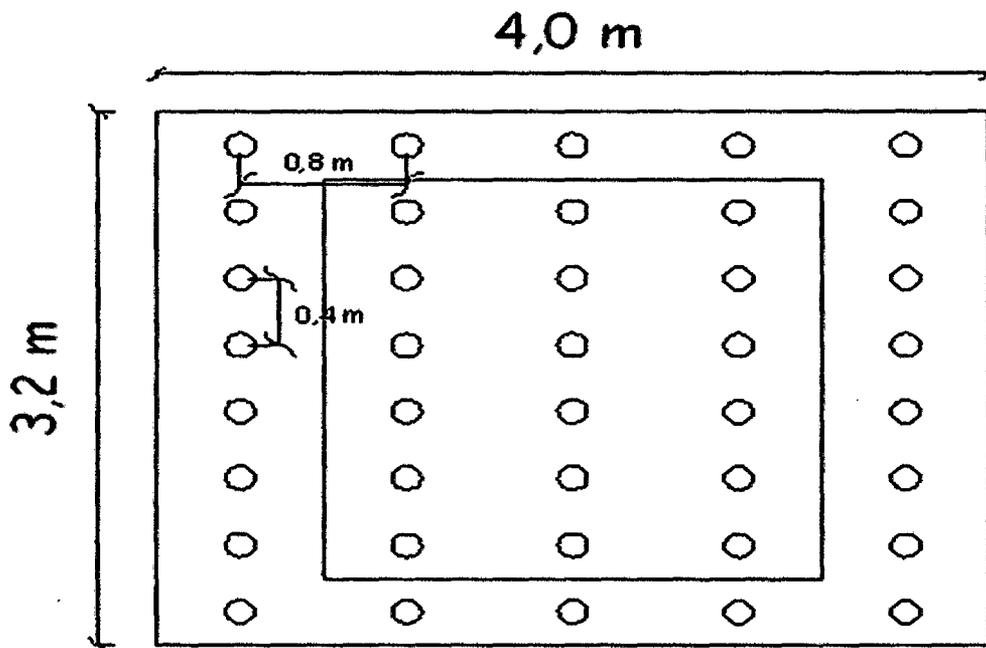
1. Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE), 2008. Importancia del silicio en la fertilización de cultivos agrícolas. Guayaquil, Ecuador.
2. AGRICHOL. 2011. Calidad puesta en cada bolsa de semilla. Lima, Perú. [En línea]. (<http://www.agrichol.com/> 29 Mayo del 2011).
3. AGROMIL S.A. 2011. Productos a base de silicio [En línea]. ([http://www.silicioagromil.com/importancia\\_silicio.pdf](http://www.silicioagromil.com/importancia_silicio.pdf) Documento revisado 23 de julio del 2011).
4. AGROPERFECT S.A. 2011. [En línea]. (<http://www.agro-perfect.com/> Documento revisado 23 de julio del 2011).
5. ALFARO, J. 1992. Comparativo de rendimiento de doce híbridos y dos variedades de maíz en Tingo María. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 55 p.
6. CADENA, J. 2008. Información diario El Universo. Quito, Ecuador. 20 p.
7. GONZALES, F. 2000. El cultivo del maíz. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
8. GOSTINCAR, P. 1997. El maíz. Editorial Idea Booki S.A. Barcelona, España.
9. JUNGENHEIMER, W. R. 1988. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa, S.A. México D.F.
10. LAFITTE, H. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. CIMMYT. México.
11. LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Editorial IICA, San José de Costa Rica.

12. MANRIQUE CH. A. 1987. El maíz en el Perú. Edit. Banco Agrario. Lima, Perú.
13. NAVARRO, G. y NAVARRO, S. 2003. Química agrícola, el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Madrid, España: Mundi - Prensa. 487 p.
14. POEHLMAN, M. I. 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial LIMUSA. Weley S.A. México.
15. ROJAS, R. 2005. Efecto de tres densidades de siembra en el comportamiento de tres cultivares comerciales de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 136 p.
16. SERRANO, G. 2007. Fertilizantes foliares de maíz. [En línea]; ([www.semillasdemaiz.com](http://www.semillasdemaiz.com). Revisado el 02 de enero de 2011).
17. URQUIA, M. 2004. Efecto de tres densidades de siembra en el comportamiento de cinco cultivares comerciales de maíz en dos localidades. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 128 p.

**IX. ANEXO**



**Figura 3.** Dimensiones y croquis del campo experimental



**LEYENDA**

- Plantas a instalar
- Área a evaluar

Figura 4. Detalle de la parcela experimental

**Cuadro 25.** Rendimiento en grano ( $t\ ha^{-1}$ ) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	I	II	III	IV	$\Sigma$	Promedio
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	10.974	10.712	10.415	10.763	42.863	10.716
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	10.767	10.418	10.793	10.581	42.559	10.640
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	10.847	11.219	11.239	11.650	44.955	11.239
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	9.825	9.827	9.782	9.867	39.301	9.825
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	9.830	10.164	10.826	10.274	41.095	10.274
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10.058	10.718	9.644	9.672	40.092	10.023
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	9.667	10.253	10.067	10.283	40.269	10.067
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	10.272	10.242	10.216	10.357	41.087	10.272
	82.240	83.553	82.983	83.445	332.220	10.382
Testigo	8.909	8.626	8.773	9.329	35.637	8.909

**Cuadro 26.** Altura de planta (m) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	I	II	III	IV	$\Sigma$	Promedio
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	2.330	2.230	2.460	2.140	9.160	2.290
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	2.470	2.320	2.330	2.250	9.370	2.343
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	2.360	2.320	2.320	2.310	9.310	2.328
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	2.370	2.300	2.380	2.230	9.280	2.320
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	2.450	2.240	2.380	2.400	9.470	2.368
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	2.300	2.200	2.300	2.240	9.040	2.260
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	2.220	2.290	2.350	2.230	9.090	2.273
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	2.200	2.380	2.370	2.300	9.250	2.313
	18.700	18.280	18.890	18.100	73.970	2.312
Testigo	2.100	2.310	2.240	2.150	8.800	2.200

**Cuadro 27.** Altura de mazorca (m) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	I	II	III	IV	$\Sigma$	Promedio
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	1.230	1.160	1.310	1.200	4.900	1.225
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	1.360	1.220	1.280	1.140	5.000	1.250
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	1.240	1.200	1.270	1.330	5.040	1.260
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	1.290	1.290	1.250	1.230	5.060	1.265
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	1.330	1.220	1.280	1.270	5.100	1.275
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	1.240	1.160		1.160	4.790	1.198
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	1.220	1.240		1.140	4.850	1.213
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	1.170	1.340	1.240	1.290	5.040	1.260
	10.080	9.830	10.110	9.760	39.780	1.243
Testigo	1.100	1.210	1.230	1.130	4.670	1.168

**Cuadro 28.** Longitud de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	I	II	III	IV	$\Sigma$	Promedio
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	19.020	18.190	19.470	18.670	75.350	18.838
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	19.340	18.570	19.320	18.540	75.770	18.943
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	19.140	19.030	19.290	20.170	77.630	19.408
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	19.060	19.080	19.880	19.050	77.070	19.268
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	18.380	18.060	18.930	18.650	74.020	18.505
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	17.880	19.490	18.840	18.970	75.180	18.795
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	18.510	19.150	18.600	19.330	75.590	18.898
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	18.160	18.800	18.860	19.450	75.270	18.818
	149.490	150.370	153.190	152.830	605.880	18.934
Testigo	18.460	18.050	18.430	19.230	74.170	18.543

**Cuadro 29.** Diámetro de mazorca (cm) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	I	II	III	IV	$\Sigma$	Promedio
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	5.290	5.100	5.050	4.960	20.400	5.100
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	5.150	5.170	5.090	5.300	20.710	5.178
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	5.180	5.200	5.240	5.170	20.790	5.198
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	5.300	5.200	5.200	5.270	20.970	5.243
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	5.340	5.180	5.120	5.230	20.870	5.218
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	4.990	5.390	5.060	5.240	20.680	5.170
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	5.190	5.280	5.400	5.120	20.990	5.248
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	5.230	5.180	5.290	5.290	20.990	5.248
	41.670	41.700	41.450	41.580	166.400	5.200
Testigo	5.070	5.110	5.150	5.090	20.420	5.105

**Cuadro 30.** Peso de 100 granos (g) para cada tratamiento en estudio.

Tratamiento	I	II	III	IV	$\Sigma$	Promedio
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	37.019	37.019	38.250	38.628	150.916	37.729
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	37.350	37.450	37.400	38.014	150.214	37.554
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	38.250	36.726	37.700	38.116	150.792	37.698
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	39.528	36.185	38.321	38.321	152.355	38.089
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	38.116	38.983	38.372	35.517	150.988	37.747
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	36.900	38.423	40.387	37.963	153.673	38.418
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	40.919	38.826	36.237	36.376	152.358	38.090
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	40.009	35.613	36.433	36.800	148.855	37.214
	308.091	299.225	303.100	299.735	1210.151	37.817
Testigo	36.042	37.650	38.150	38.321	150.163	37.541

**Cuadro 31.** Comparación de medias entre cada tratamiento en estudio para rendimiento en grano.

Comparación (vs)		Promedios		Diferencia	ALS (T)	Significación
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	11.239	10.716	0.523	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	11.239	10.640	0.599	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	11.239	10.274	0.965	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	11.239	10.272	0.967	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	11.239	10.067	1.172	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	11.239	10.023	1.216	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	11.239	9.825	1.414	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>3</sub>	Testigo	11.239	8.909	2.330	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	10.716	10.640	0.076	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	10.716	10.274	0.442	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	10.716	10.272	0.444	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10.716	10.067	0.649	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10.716	10.023	0.693	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	10.716	9.825	0.891	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	Testigo	10.716	8.909	1.807	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	10.640	10.274	0.366	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	10.640	10.272	0.368	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10.640	10.067	0.573	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10.640	10.023	0.617	0.730	ns
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	10.640	9.825	0.815	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	Testigo	10.640	8.909	1.731	0.730	*
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	10.274	10.272	0.002	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10.274	10.067	0.207	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10.274	10.023	0.251	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	10.274	9.825	0.449	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	Testigo	10.274	8.909	1.365	0.730	*
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	10.272	10.067	0.205	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10.272	10.023	0.249	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	10.272	9.825	0.447	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>4</sub>	Testigo	10.272	8.909	1.363	0.730	*
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	10.067	10.023	0.044	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	10.067	9.825	0.242	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>3</sub>	Testigo	10.067	8.909	1.158	0.730	*
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	10.023	9.825	0.198	0.730	ns
a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	Testigo	10.023	8.909	1.114	0.730	*
a <sub>1</sub> b <sub>4</sub>	Testigo	9.825	8.909	0.916	0.730	*

Área: 1 ha  
Lugar: CIPTALD - Tulumayo

Cultivo: Maíz  
Tecnología: Media

**Cuadro 32.** Costo de producción de maíz.

ACTIVIDADES	Unidad de medida	Cantidad	Costo Unitario	Total				
				1/.	2/.	3/.	4/.	5/.
<b>1. Preparación de terreno</b>								
Arado	H. maquina	4	70.00	280.00	280.00	280.00	280.00	280.00
Rastra	H. maquina	2	70.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
<b>2. Siembra</b>								
Semilla	Bolsa (25 Kg)	1	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
Siembra	Jornal	4	25.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>3. Labores Agronómicas</b>								
Abonamiento	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Deshierbo (2)	Jornal	8	25.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00
Aplicación herbicidas	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Aplicación insecticidas	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
Aplicación de viosil®	Jornal	5	25.00	125.00	125.00	125.00	125.00	125.00
<b>4. Insumos</b>								
Urea	kg	430	1.98	851.40	851.40	851.40	851.40	851.40
SPT	kg	90	2.57	231.30	231.30	231.30	231.30	231.30
KCl	kg	260	2.09	543.40	543.40	543.40	543.40	543.40
Atrazina	L	2	40.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00
Caporal	L	1	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00	68.00
Tamaron	L	1	60.50	60.50	60.50	60.50	60.50	60.50
Furadan	L	1	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00	82.00
Viosil®	L	20	30.00	60.00	120.00	180.00	240.00	
<b>5. Cosecha</b>								
Cosecha manual	Jornal	10	25.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Trilla manual	Jornal	7	25.00	175.00	175.00	175.00	175.00	175.00
<b>6. Transporte</b>								
Transporte	q.q	160	0.70	112.00	112.00	112.00	112.00	112.00
<b>TOTAL</b>				<b>4033.60</b>	<b>4093.60</b>	<b>4153.60</b>	<b>4213.60</b>	<b>3848.60</b>



**Figura 5.** Plantas de maíz a los 10 días de siembra.



**Figura 6.** Aplicación foliar de Viosil®.



**Figura 7. Inspección y evaluación del ensayo.**



**Figura 8. Cosecha del ensayo, híbrido doble de maíz, XB – 8010.**