



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PROGRAMA SEMIPRESENCIAL SEDE EL ANGEL



TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA

“Aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la
rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.) “

AUTOR:

Chamorro Guerrero Diego Raúl

TUTOR:

Ing. Agr. Luis Arturo Ponce Vaca

Espejo – Carchi – Ecuador

2017

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

TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE
TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

“Aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la
rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.) “

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. M.B.A. Joffre Enrique León Paredes.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Luis Arturo Ponce Vaca.

VOCAL

Ing. Agr. Enrique Ramiro Navas Navas

VOCAL

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:

Chamorro Guerrero Diego Raúl

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos.....	2
1.1.1	Objetivo general.	2
1.1.2	Objetivos específicos.....	2
1.2.	Hipótesis.	2
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	El cultivo de zanahoria.	3
2.1.1	Características generales.....	3
2.1.2	Clasificación taxonómica.	4
2.1.3	Descripción botánica y morfológica.....	4
2.1.4	Principales plagas y enfermedades.	5
2.1.5	Requerimientos edafoclimaticas del cultivo.....	5
2.1.6	Rajadura en la zanahoria.....	6
2.2	El boro.....	6
2.3	Los usos del boro en las plantas.....	7
2.3.1	Deficiencias del boro en las plantas.	7
2.3.2	Bórax	8
2.3.3	Ácido bórico	8
2.4	El calcio	9
2.4.1	Funciones del calcio en las plantas.....	9

2.4.2	Carbonato de calcio	10
2.4.3	Oxido de calcio.....	10
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1	Ubicación y Descripción del Área Experimental.....	12
3.2	Material Genético.	12
3.3	Factores Estudiados.	12
3.4	Métodos.	12
3.5	Tratamientos.	13
3.6	Diseño Experimental.....	13
3.7	Análisis de la Varianza.	13
3.8	Análisis funcional.	14
3.9	Características del sitio experimental.	14
3.10	Manejo del Ensayo.....	14
3.10.1	Análisis de suelo.....	14
3.10.2	Preparación de suelo.....	14
3.10.3	Delimitación de parcelas.	14
3.10.4	Siembra.....	14
3.10.5	Riego.....	15
3.10.6	Fertilización.....	15
3.10.7	Control de plagas y enfermedades.....	15
3.10.8	Control de malezas.	15

3.10.9	Cosecha.....	16
3.11	Datos Evaluados.	16
3.11.1	Altura de la planta.....	16
3.11.2	Diámetro de la raíz.	16
3.11.3	Largo de Raíz.....	16
3.11.4	Peso de 10 tubérculos.	16
3.11.5	Incidencia de rajadura.....	16
3.11.6	Severidad de rajadura.	17
41- 80%	medianamente rajada.	17
3.11.7	Rendimiento.	17
3.11.8	Análisis económico.	17
4.	RESULTADOS.....	18
4.1	Altura de Planta.	18
4.2	Diámetro de Raíz.	18
4.3	Largo de Raíz.....	20
4.4	Peso de Diez Tubérculos.....	21
4.5	Incidencia de la Rajadura.....	22
4.6	Severidad de la Rajadura.	23
4.7	Rendimiento.....	24
4.8	Análisis Económico.	25
5.	DISCUSIÓN.....	26

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
7.	RESUMEN.....	28
8.	SUMARI.....	29
XI.	LITERATURA CITADA.....	30

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L), tiene su origen en la zona Este del mediterráneo y el Sudoeste de Asia, algunos de ellos especifican a Afganistán como el centro exacto de origen.

Su importancia radica en su alto contenido nutricional, hidratos de carbono, lípidos, proteínas, fósforo, potasio, hierro, manganeso, cobre, tiene altas concentraciones de beta-caroteno, una sustancia que se convierte en vitamina A en nuestro cuerpo, además es un potente antioxidante, posee vitamina C, vitamina K, vitamina B6, contribuye al desarrollo mental y a la mejora del metabolismo, ayuda a controlar el azúcar en la sangre y la regularización de insulina.

El cultivo de la zanahoria es muy importante por su comercialización a nivel nacional y local, contando con una producción de 4.000 hectáreas, en nuestro país las principales provincias productoras son: Chimborazo 1.350 ha, Pichincha 870 ha, Bolívar 480 ha, Cotopaxi 446 ha. ¹

Uno de los problemas que presenta los suelos de la parte interandina que sobrepasan los 2.000 msnm, es que por su naturaleza se caracteriza en presentar deficiencia de boro y calcio o la presencia de las reservas del suelo de estos elementos en general son bajas.

Sin embargo las condiciones físicas y químicas del suelo, como el potencial hidrogeno y la presencia de aluminio hace que estos elemento sean difíciles de asimilar por la planta. Otro limitante es el pH del suelo: porque influye en la asimilabilidad del boro disminuyendo a medida que aumenta el pH del suelo. Esto hace que los suelos tiendan a mostrar deficiencias en boro y calcio, porque se caracterizan con un exceso de arcilla.

Las fertilizaciones nitrogenadas en grandes cantidades podrían inducir una deficiencia de boro, ya que disminuyen la absorción de este elemento provocando rajaduras en la zanahoria. ²

El calcio es fundamental en la formación de la pared celular, ayudando al crecimiento - división celular y la asimilación de N y conducción del potasio. Indispensable para el buen desarrollo de este cultivo ya que influye en la buena calidad de pos cosecha de la zanahoria.

¹Carranza, D. C. (2006). Reaccion Fenologica Y Agronomiac De Dos Cultivares De Zanahoria (*Daucus carota*) A La Inoculacon De Sepas De Microrriza En Campo . En C. A. Duran, *Reaccion Fenologica Y Agronomiac De Dos Cultivares De Zanahoria (Daucus carota) A La Inoculacon De Sepas De Microrriza En Campo* (pág. 5). Quito.

² (Vera, s.f) AgroEs. (s.f). *Boro-Fertilizacion con micronutrietes en la agricultura*. Recuperado el 25 de 3 de 2015, de <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/219-boro-fertilizacion>.

La carencia de Ca puede provocar su deterioro durante el almacenaje.

El boro es esencial en los procesos fisiológicos de las plantas, se encarga del transporte de azúcares, síntesis de sacarosa, metabolismo de ácidos nucleicos, fotosíntesis y la conducción de calcio. La correcta utilización de boro en los cultivos incrementa el grado de resistencia a enfermedades como; bacterianas, fúngicas, viróticas, incluso insectos.

Por lo antes mencionada la presente investigación evaluó el efecto de dos fuentes de calcio (óxido de calcio, carbonato de calcio) y boro (ácido bórico 17 %, bórax 13 %), en el control de la rajadura de la zanahoria.

1.1. Objetivos.

I.1.1 Objetivo general.

Determinar el efecto de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L).

I.1.2 Objetivos específicos.

- Identificar cuál de las fuentes de calcio y boro resultan efectivos, en el control de la rajadura de la zanahoria.
- Evaluar el rendimiento agronómico de la zanahoria frente a la aplicación de las fuentes de boro y calcio.
- Analizar económicamente los tratamientos.

1.2. Hipótesis.

El estudio de la aplicación de boro y calcio en el control de la rajadura de la zanahoria permitió determinar el comportamiento agronómico en el ciclo fenológico, mejorando el rendimiento del cultivo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El cultivo de zanahoria.

2.1.1 Características generales.

Infoagro, (2002) comenta que la zanahoria (*Daucus carota* L.) es una especie originaria del centro asiático y del mediterráneo. Ha sido cultivada y consumida desde antiguo por griegos y romanos. Durante los primeros años de su cultivo, las raíces de la zanahoria eran de color violáceo. El cambio de éstas a su actual color naranja se debe a las selecciones ocurridas a mediados de 1700 en Holanda, que aportó una gran cantidad de caroteno, el pigmento causante del color y que han sido base del material vegetal actual.

Según SOLAGRO, (2006) expone que la zanahoria es un producto muy apetecido tanto por su alto contenido de beta caroteno, el precursor de la vitamina A, así como también ser una fuente de vitaminas y minerales. Según el III Censo Nacional Agropecuario este cultivo transitorio tiene una superficie sembrada de 2932 ha.

Además indica que el cultivo de zanahoria es exclusivo de los valles interandinos, extendido en los valles de Pichincha, Tungurahua y Carchi principalmente, siendo cultivado en poca escala en toda la serranía del Ecuador.

Mi huerto en casa, (2005) menciona que la zanahoria, es una planta herbácea con un contenido del 87% de agua, rica en sales minerales y vitaminas (B.C.D.E), muy importante la alta concentración de beta-caroteno al que debe su color. En cantidades menores está compuesta también de aceites esenciales, hidratos de carbono y compuestos nitrogenados también se le atribuyen propiedades edulcorantes, anti anémicas, cicatrizantes, diuréticas, remineralizante y sedante.

Las zanahorias son una mina de oro en nutrientes y es una verdura que debe ser consumido diariamente, y puede ayudar mucho en la salud. Las zanahorias contienen una cantidad asombrosa de 490 fitoquímicos, de los cuales, todos ayudan al cuerpo a funcionar mejor. Los fitoquímicos son sustancias de plantas bioactivas naturales encontradas en frutas, verduras, y nueces, que proporcionan beneficios a la salud humana. La zanahoria también es rica en betacaroteno y provee dosis destacables de minerales como calcio, hierro, potasio, fósforo y otras vitaminas, como las B, C, D, E y ácido fólico. Ipcdedios, (2013)

Dentro de sus valores nutricionales, destaca que una zanahoria mediana tiene 25 calorías, 6 gramos de carbohidratos y 2 gramos de fibra. Además, es una buena fuente de vitamina A. Ipcdedios, (2013).

2.1.2 Clasificación taxonómica.

AGROPECUARIOS, (2012) explica que la clasificación taxonómica de la zanahoria es la siguiente:

Reino: vegetal

Clase: Angiospermar

Subclase: Dicotyledoneae

Orden: Unbeliferae

Familia: Unbeliferae

Genero: *Daucus*

Especie: *D. carota*.

Descubridor: Linneo

Nombre Científico: *Danvers carota* L.

2.1.3 Descripción botánica y morfológica.

Según Agroes.es, (s.f) argumenta que la descripción botánica y morfológica de la zanahoria es la siguiente:

Existen plantas anuales o bianuales, la raíz presenta grandes diferencias de color, forma y tamaño, según variedades. Se trata de una raíz hipertrofiada, principalmente a base de parénquima cortical. Es importante destacar que, dentro de una misma variedad, se presentan diferencias importantes en longitud y grosor de las raíces.

Las hojas tienen los pecioloos largos, doble o triplemente pinnado- partidas, y toman una disposición en roseta.

Al ser una planta bianual, en condiciones normales, desarrolla el tallo floral en el 2º año. En el extremo del tallo aparecen umbelas compuestas de pequeñas flores blancas, amarillentas o azuladas. Las semillas son pequeñas, en diaquenio, provistas de unos aguijones curvados en el extremo. El peso de las 1000 semillas es de 0,70 g, teniendo una capacidad germinativa media de 3 años.

2.1.4 Principales plagas y enfermedades.

Plagas y enfermedades de hortalizas, (2003) en su estudio menciona que las principales plagas que se presentan en el cultivo de la zanahoria son:

Tizón o quemazón “*Alternaria dauci*,” Mancha irregular y color verde a negro. El tejido necrosado presenta un halo amarillo en hojas viejas, apariencia similar a quemazón por heladas. Ataca tallos y se transmite por semilla.

Tizón de la zanahoria “*Septoria carotae*”, ataca diferentes estados florales de la planta. Se forman pequeños puntos cloróticos y se vuelven manchas circulares de color pardo a negro, al aumentar la lesión las hojas se ennegrecen y mueren. Los tallos y pecíolos con lesiones circulares de color pardo con márgenes oscuras.

Mildíu de la zanahoria “*Cercospora carotae plasmophara nivea*”, son enfermedades frecuentes. Producen manchas sobre hojas y pueden provocar la muerte de las plantas.

Podredumbre intervenal “*Phytophthora megasperma*”, aparece en una mancha vítrea en un punto cualquiera de la raíz que se extiende formando un anillo, oscureciendo hasta rodearla totalmente. Los inviernos suaves y húmedos contribuyendo a extender la enfermedad.

2.1.5 Requerimientos edafoclimaticas del cultivo.

Infoagro, (2002) argumenta los requerimientos del cultivo de zanahoria son:

Temperatura: es una planta bastante rústica, aunque tiene preferencia por los climas templados. La temperatura mínima de crecimiento está en torno a los 9°C y un óptimo en torno a 16-18 °C. Soporta heladas ligeras; en reposo las raíces no se ven afectadas hasta -5 °C lo que permite su conservación en el terreno. Las temperaturas elevadas (más de 28°C) provocan una aceleración en los procesos de envejecimiento de la raíz, pérdida de coloración.

Suelo: prefiere los suelos arcillo-calizos, aireados y frescos, ricos en materia orgánica bien descompuesta y en potasio, con pH comprendido entre 5,8 y 7. Los terrenos compactos y pesados originan raíces fibrosas, de menor peso, calibre y longitud, incrementándose además el riesgo de podredumbres. Los suelos pedregosos originan raíces deformes o bifurcadas y los suelos con excesivos residuos orgánicos dan lugar a raíces acorchadas.

La zanahoria es muy exigente en suelo, por tanto no conviene repetir el cultivo al menos en 4-5 años. Como cultivos precedentes habituales están los cereales, patata o girasol, aunque los cereales pueden favorecer la enfermedad del picado.

2.1.6 Rajadura en la zanahoria.

EDA, (2007) expone que varias causas están asociadas a esta fisiopatía, entre las que tenemos: la alta fertilización a base de nitrógeno, crecimiento brusco por aportación súbita de agua, cambio de estación seca a la lluviosa, etc. Es importante analizar en cada caso cuales son las condiciones que prevalecen para poder determinar la posible causa de esta fisiopatía.

University of Florida, (2013) explica en su estudio que las grietas de crecimiento se forman debido a las fluctuaciones en las condiciones ambientales, tales como la desigualdad de la humedad del suelo, la temperatura del aire y del suelo, la rapidez de la absorción del agua y el crecimiento del tubérculo mencionado por, Hiller y Thornton (2008); Jefferies y MacKerron (1987). Las grietas de crecimiento aumentan cuando las condiciones del suelo son relativamente pobres, rápidamente seguidas por buenas condiciones de crecimiento, tales como un estrés hídrico prolongado o altas temperaturas, seguidos por un exceso de lluvia o riego. La severidad de las grietas de crecimiento aumenta en las plantas que están ampliamente espaciadas o plantadas en densidades inusualmente bajas. Además, el agrietamiento se agrava si el fertilizante es aplicado desigualmente, especialmente cuando el nitrógeno es aplicado en exceso o cuando la aplicación de éste no es programada apropiadamente. También existe una relación entre bajos niveles de boro en el suelo y el aumento de la intensidad de las grietas de crecimiento.

2.2 El boro

AgroEs, (s.f) explica que el Boro se encuentra en los suelos agrícolas como ácido bórico, B(OH)₃. El boro es un micro elemento muy importante en agricultura y especialmente importante en cultivos concretos, ya que en los suelos está en cantidades muy bajas por lo que a pesar de que las plantas lo necesitan en cantidades pequeñas, en ocasiones aparecen deficiencias de este nutriente.

Por lo que las principales fuentes de boro en los suelos son: el material original, la materia orgánica y su adición como fertilizante, mientras que las salidas se deben a la absorción por la planta, el lavado y la fijación en los coloides del suelo.

Menciona que las principales fuentes de boro son el ácido bórico o los boratos sódicos o cálcicos que, muy frecuentemente se aplican junto a los fertilizantes complejos NPK con la fertilización de fondo. Las dosis de aplicación de Boro recomendadas son entre 3 y 6 kg/ha al suelo (producto con una riqueza del 16%) para cultivos sensibles, dependiendo de la intensidad de la carencia y siempre teniendo en cuenta un equilibrio adecuado con el calcio.

2.3 Los usos del boro en las plantas

Esencial para mantener un equilibrio entre el azúcar y el almidón y ayuda con la translocación del azúcar y carbohidratos

Importante para polinización y la producción de semillas

Necesario para la división normal de la célula, el metabolismo de nitrógeno, y la formación de proteínas.

2.3.1 Deficiencias del boro en las plantas.

Builder, (sf), indica que los síntomas de la deficiencia de boro incluyen los siguientes:

Formación inhabitada de yemas florales, brotes secos, entrenudos cortos, deformaciones, baja viabilidad del polen y desarrollo inhabitado de semillas.

Afecta el crecimiento de las raíces, con una menor producción de raíces secundarias. También ocasiona la disminución del crecimiento y deformaciones en las zonas de crecimiento.

Provoca una clorosis en las hojas más jóvenes, a la que le sigue la necrosis y la muerte de los meristemas. Provoca muerte del ápice caulinar.

Disminución de la superficie foliar, con hojas jóvenes deformes, gruesas, quebradizas y pequeñas.

Grietas y hendiduras en tallos, peciolo y a veces en los frutos. Éstos presentan una formación irregular.

También disminuye la resistencia a las infecciones.

Disminución de la actividad de las enzimas redox (catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasas).

2.3.2 Bórax

CIMPA S.A.S, (2013), argumenta que el bórax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, borato de sodio o tetraboratos de sodio) es un compuesto importante del boro que presenta las siguientes características:

Es un cristal blanco y suave que se disuelve fácilmente en agua. Si se deja reposar al aire libre, pierde lentamente su hidratación y se convierte en tincalconita ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). El bórax comercial generalmente se deshidrata en parte.

- Fertilizante boratado para aplicación directa al suelo.
- Eficaz como fuente de boro, para una amplia gama de cultivos, en suelos deficientes en ese elemento.
- No es recomendable para aplicaciones foliares o en fertilizantes líquidos.
- Control de hongos en los cítricos.

Composición

Especificaciones físico -químicas

Apariencia:	cristales blancos
Olor:	sin olor característico
Gravedad específica:	1.815
Solubilidad en agua 1%:	3.94
pH:	9.5
B_2O_3 (%):	48.00 min.
Na_2O (%):	21.37 min.
SO_4 (ppm):	135 máx.
Cl (ppm):	70 máx.
Insoluble en agua (ppm):	150 máx

2.3.3 Ácido bórico

Es un fertilizante que contiene 17 % B. permite recoger deficiencias de boro en los cultivos, recomendado en fertirrigación y en aplicaciones ‘olivares argumentado por.

DISTRIBUIDORAS DE QUIMICOS INDUSTRIALES S.A, (2009), menciona que el ácido bórico cuenta con las siguientes características:

Producto estable en el aire, soluble en agua, alcohol y glicerina, el ácido bórico es un ácido débil, por lo tanto no puede ser titulado directamente.

Nombre Químico	Ácido Bórico
Formula Molecular	H_3BO_3
Peso Molecular	61.83
Sinónimos	Ácido borácico, Ácido ortobórico.

2.4 El calcio

Según Sanabria, (2010), define que los principales componentes del suelo que influyen en la formación de una buena estructura son: arcillas, materia orgánica (que al degradarse produce ácidos húmicos), y calcio que forma “puentes” con arcillas y ácido húmico, logrando crear una especie de “columnas” o “puentes cementantes” que soportan los agregados del suelo para que éstos mantengan su forma y no se destruyan por el paso de maquinaria o por efectos de la erosión.

Deduces también que esta propiedad del calcio hace que tenga un fuerte impacto en la aireación del suelo para permitir la vida de la microfauna benéfica aeróbica, logrando así un impacto directo en la rizosfera de la planta.

Menciona que es el elemento nutritivo que tiene gran influencia en el aprovechamiento de otros nutrientes, por lo que sus funciones tienen que ver con la calidad, no sólo de la planta sino de los frutos, influyendo en gran medida en la salud de la planta, tanto del sistema radicular como de la parte aérea, teniendo un gran impacto en la estructura del suelo.

Es determinante en la calidad y cantidad de las cosechas ya que es la única alternativa para combatir toxicidades por excesos de aluminio en el suelo.

2.4.1 Funciones del calcio en las plantas.

Categoría y Nutrición Vegetal, (s.f), expone que el calcio es un nutriente esencial para las plantas. Algunos de sus funciones son:

- Promueve el alargamiento celular.
- Toma parte en la regulación estomática.

- Participa en los procesos metabólicos de absorción de otros nutrientes.
- Fortalece la estructura de la pared celular - el calcio es una parte esencial de la pared celular de las plantas. Este forma compuestos de pectato de calcio que dan estabilidad a las paredes celulares de las células.
- Participa en los procesos enzimáticos y hormonales.
- Ayuda a proteger la planta contra el estrés de temperatura alta - el calcio participa en la inducción de proteínas de choque térmico.
- Ayuda a proteger la planta contra las enfermedades - numerosos hongos y bacterias secretan enzimas que deterioran la pared celular de los vegetales.
- Investigaciones demostraron que un nivel suficiente de calcio puede reducir significativamente la actividad de estas enzimas y proteger las células de la planta de invasión de patógenos.
- Afecta a la calidad de la fruta.

2.4.2 Carbonato de calcio

La cal agrícola es un carbonato de calcio natura o molido, se lo utiliza en la agricultura como modificador de suelos, como fuente de calcio y de magnesio influyendo en la planta en la formación de clorofila y desarrollo.

Según ICAFE, (2011) indica en su estudio que la calidad del carbonato de calcio utilizado en agricultura se mide con base a dos criterios.

El primero es la pureza, que se refiere al porcentaje de carbonato de calcio que contiene la piedra caliza, que es variable dependiendo de la mina de donde la piedra es extraída.

El segundo, es el grado de molienda. Al ser el carbonato de calcio una sustancia muy insoluble, se requiere que este finamente dividida para que aumente su superficie de exposición y con ello su capacidad de reacción en el suelo.

Un buen carbonato de calcio agrícola debería tener un valor cercano o superior al 80 % y en general no se recomiendan materiales con menos de 70%.

2.4.3 Oxido de calcio

Formulacion quimica, (2014) indica en su estudio que el óxido de calcio (CaO) es un compuesto químico denominado comúnmente como cal viva. Se trata de uno de los compuestos más antiguos y con mayores aplicaciones.

El óxido de calcio es un óxido metálico formado por:

- 1 átomo de calcio.
- 1 átomo de oxígeno.

Las principales propiedades del óxido de calcio (CaO) son:

- Densidad: 3,3 g/cm³.
- Masa molar: 56,1 g/mol.
- Punto de fusión: 2572 °C.
- Punto de ebullición: 2850 °C.

El óxido de calcio tiene numerosos usos y aplicaciones en diversos campos como por ejemplo:

- Depuración de gases.
- Tratamiento de agua.
- Industria del papel.
- Elaboración de jabón.
- Estabilización del suelo.
- Fabricación de caucho y carburo cálcico.
- Fundición de elementos químicos (cobre, zinc, plomo).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y Descripción del Área Experimental.

La presente investigación se desarrolló en el sector de Puntales Alto, cantón Bolívar, provincia del Carchi, localizada en las coordenadas, 0° 31`16" latitud norte y 77° 55`54,4" longitud oeste, en altitud de 2.980 msnm.

Las condiciones climatológicas de la zona muestran un promedio anual de: precipitación 750 mm, temperatura 12 ° C y una humedad relativa de 70 %. La zona de vida se encuentra perteneciente a bosque húmedo Montano (bh-M). Presenta un suelo franco con 43,20 % de arena, 35,00 % de limo y 21,80 de arcilla, pH de 6,82, que corresponde a ligeramente ácido.

3.2 Material Genético.

Se utilizó el híbrido de la casa comercial INSUSEMILLAS que presenta las siguientes características (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características agronómicas del material genético. FACIAG. UTB. 2017

Variedad	Características
Cascade F1	<ul style="list-style-type: none">➤ Precoz➤ Excelente color➤ Muy lisa y uniforme a la cosecha.➤ Alto rendimiento➤ Tolera altas densidades de población➤ Buena tolerancia al lavado mecánico.

3.3 Factores Estudiados.

- Factor A: Fuentes de Calcio y Boro; Oxido de Calcio. CaO; Carbonato de Calcio. Ca CO₃; Ácido Bórico 17%; Bórax 13%; CaO + Ácido bórico 17%; CaO + Bórax 13%; Ca CO₃+ Ácido bórico 17%; Ca CO₃ + Bórax 13%.

3.4 Métodos.

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

3.5 Tratamientos.

Los tratamientos efectuados en el proyecto de investigación fueron 8 más un testigo absoluto en total 9. Que resultaron de la combinación del Factor A: fuentes de calcio y boro, se representara en el (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tratamientos efectuados. FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos	Fuentes de calcio y boro A	Variedad
T 1	Oxido de calcio. CaO	Cascade F1
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	Cascade F1
T 3	Ácido bórico 17%.	Cascade F1
T4	Bórax 13%.	Cascade F1
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	Cascade F1
T6	CaO + Bórax 13%.	Cascade F1
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	Cascade F1
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	Cascade F1
T9	Testigo absoluto	Cascade F1

3.6 Diseño Experimental.

El Diseño de bloques Completos al Azar (DBCA), fue el diseño empleado se incluyeron los tratamientos específicos más un testigo, dando un total de 9 tratamientos y tres repeticiones, total 27.

3.7 Análisis de la Varianza.

Cuadro 3. ADEVA. FACIAG. UTB. 2017.

F.C.	S.C.
Total:	26
Bloques:	2
Tratamientos:	8
Error:	16

3.8 Análisis funcional.

Para diferencias estadísticas de los resultados obtenidos en las variables fueron sometidos a la prueba de Fisher al 5% de probabilidad.

3.9 Características del sitio experimental.

Área total:	481 m ²
Área unidad experimental:	9 m ²
Área neta:	4 m ²
Distancia entre bloques:	1 m
Distancia entre caminos:	1 m
Distancia entre líneas de siembra:	0,50 m

3.10 Manejo del Ensayo.

3.10.1 Análisis de suelo.

Con el barreno se tomaron a 30 cm de profundidad las sub muestras en zig zag y procedimos a mezclarlas uniformemente, luego de obtener una muestra homogénea se envió a laboratorio para el respectivo análisis completo de macro y micro nutrientes.

3.10.2 Preparación de suelo.

Se realizó con tractor un pase de rastra, ocho días después dos cruces de subsoladora a los dos días dos cruces de rastra.

3.10.3 Delimitación de parcelas.

Se delimitó cada unidad experimental de 9 m², utilizando materiales como; piolas, estacas, martillo y un metro, con ayuda de un azadón se realizó el surcado de cada parcela con rótulos que se identificó a cada tratamiento y repetición.

3.10.4 Siembra.

Se la realizó de forma manual, para que la semilla quede uniforme en el suelo.

3.10.5 Riego.

Por lo general se lo realizó por surcos, los ciclos de riego dependieron de las condiciones climáticas de la zona y los requerimientos del cultivo que son de 0,7 a 1,05 L/ día.

3.10.6 Fertilización.

Dependió de los resultados del análisis de suelo y los requerimientos del cultivo, se realizó los debidos ajustes de fertilización, independientemente de la aplicación de boro y calcio.

3.10.7 Control de plagas y enfermedades.

Se realizó monitoreos y se aplicó un manejo integrado en el cultivo, las aplicaciones de calcio y de boro se presentan en el (Cuadro 5).

Cuadro 4. Aplicación de fuentes de calcio y boro FACIAG. UTB. 2017.

Fuentes	Dosis/ has	Dosis/ U.Exp	Dosis /Metro lineal	Modo de Aplicación
Oxido de calcio. CaO	60 l	54 cc	3 cc	30 días antes de la siembra
Carbonato de calcio.	1500 kg	1,350 g	75 g	30 días antes de la siembra
Ácido bórico 17%.	5 kg	4,5 g	0,25 g	Durante la preparación del suelo
Bórax 13%.	8 kg	7,2 g	0,4 g	Durante la preparación del suelo
CaO +	60 l	54 cc	3 cc	30 días antes de la siembra
Ácido bórico 17%.	5 kg	4,5 g	0,25 g	Durante la preparación del suelo
CaO +	60 l	54 cc	3 cc	30 días antes de la siembra
Bórax 13%.	8 kg	7,2 g	0,4 g	Durante la preparación del suelo
Ca CO ₃ +	1500kg	1,350 g	75 g	30 días antes de la siembra
Ácido bórico 17%.	5 kg	4,5 g	0,25 g	Durante la preparación del suelo
Ca CO ₃ +	1500 kg	1,35 g	75 g	30 días antes de la siembra
Bórax 13%.	8 kg	7,2 g	0,4 g	Durante la preparación del suelo

3.10.8 Control de malezas.

Esta labor de deshierba se realizó manualmente en el inicio del desarrollo del cultivo.

3.10.9 Cosecha.

Manualmente se cosechó la producción de cada unidad experimental cuando el cultivo alcanzó su madures comercial, colocando los tubérculos separados para identificar el rendimiento de cada tratamiento.

3.11 Datos Evaluados.

En cada unidad experimental se identificó 10 plantas al azar para determinar las variables planteadas en la investigación.

3.11.1 Altura de la planta.

Se registró a los 30; 85, días después de la siembra y el momento de la cosecha con ayuda de un flexometro, desde la base del cuello del tubérculo hasta la punta de las hojas, los valores obtenidos se registraron en cm.

3.11.2 Diámetro de la raíz.

Se registró al momento de la cosecha en las diez plantas identificadas, se midió en el cuello del tubérculo y el largo, se tomara desde el cuello a la base del tubérculo con ayuda de un calibrador los resultados se expresan en cm.

3.11.3 Largo de Raíz.

Igual que la variable anterior se evaluaron las diez plantas identificadas al momento de la cosecha, todo el largo de la raíz los datos se expresaron en cm.

3.11.4 Peso de 10 tubérculos.

Así mismo se evaluó en la cosecha de cada unidad experimental, se pesó en una balanza, comparando los resultados de cada tratamiento, se expresaron en (gr).

3.11.5 Incidencia de rajadura.

La incidencia de rajadura se valoró aplicando la siguiente formula:

$I = (\text{número de zanahorias rajadas} / \text{número de zanahorias rajadas} + \text{sanas}) \times 100.$

El porcentaje de valoración se lo presenta en el (Cuadro 5).

Cuadro 5. Incidencia de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.

Incidencia	Porcentaje
Sin incidencia	0 %
Bajo incidencia	10 – 30 %
Mediana incidencia	40 – 60%
Alta incidencia	70 – 100 %

3.11.6 Severidad de rajadura.

Cuadro 6. Severidad de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.

Clase	Porcentaje de rajadura.
1	Sin severidad
2	1 - 20 % ligeramente rajada.
3	21- 40 % parcialmente rajado.
4	41- 80% medianamente rajada.
5	81- 100 completamente rajada.

Se tomó como referencia las 10 plantas (tubérculos) identificadas de cada unidad experimental dentro del área útil.

3.11.7 Rendimiento.

Se registró al momento de la cosecha, pesando la producción alcanzada de cada unidad experimental, los resultados se registraron en kg.

3.11.8 Análisis económico.

Se consideró el rendimiento por hectárea, la venta de la producción en kg, los costos fijos y variables, luego se realizó la relación costo beneficio.

4. RESULTADOS

4.1 Altura de Planta.

Los valores de altura de planta evaluada a los 30; 85 y 120 días después de la siembra (dds), se presentan en el Cuadro 7, el análisis de varianza reportó diferencias significativas a los 30 dds, no reportó diferencias a los 85 dds y a los 120 dds determinó diferencias altamente significativas, el promedio general fue de 23,29; 33,03 y 43,09 cm y el coeficiente de variación de 11,44; 9,17 y 6,08 %, respectivamente.

Realizado la prueba de rango múltiple de Fisher al 5 %, a los 30 dds el mayor valor lo presentó el T1 (Oxido de calcio. CaO) con 26,73 cm, superior, pero estadísticamente igual al T2 (Carbonato de calcio. Ca CO₃), similar a los demás tratamientos excepto T4 (Bórax 13%), T6 (CaO + Ácido bórico 17%) y el testigo en relación a los demás tratamientos presentó el menor promedio de 18,23 cm.

Sin embargo a los 85 dds, no se presentó diferencias significativas, registrando valores que oscilaron entre 25,79 y 36,31 cm de altura de planta.

Mientras que a los 120 días después de la siembra, se registró al T1 (Oxido de calcio. CaO) con 48,56 cm de altura como la mayor altura, estadísticamente similar al T5 (CaO + Ácido bórico 17%) con promedio de 47,33 cm y diferente al resto de tratamientos, el testigo (sin aplicación) obtuvo el menor promedio de 36,67 cm de altura de planta.

4.2 Diámetro de Raíz.

En el Cuadro 8, se encuentran los valores promedios del diámetro de raíz, donde el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas entre los tratamientos. El promedio general fue de 5,90 cm de diámetro de raíz y el coeficiente de variación fue de 4,38 %.

En esta evaluación de esta variable se determinó que el mayor promedio lo registro el T1 (Oxido de calcio. CaO) con 6,48 cm de diámetro de raíz, superior, pero estadísticamente similar a T5 (CaO + Ácido bórico 17 %), T4 (Bórax 13%) y T3 (Ácido bórico 17%) y diferente a los demás tratamientos, el testigo (sin aplicación) registro el menor diámetro de 4,93 cm.

Cuadro 7. Altura de planta 30; 85, días después de la siembra (dds) y el momento de la cosecha (120 dds) en la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Altura de planta (cm)				
Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Dosis/ has	30 ddg		85 ddg	120 ddg	
T 1	Oxido de calcio. CaO	60 L	26,73	a	36,31	48,56	a
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	1500 kg	25,73	a	35,64	43,22	bc
T 3	Ácido bórico 17%.	5 kg	23,93	ab	34,69	43,00	bc
T4	Bórax 13%.	8 kg	21,00	bc	32,56	43,22	bc
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	60 L- 5 kg	25,07	ab	33,53	47,33	ab
T6	CaO + Bórax 13%.	60 L -8 kg	20,67	bc	31,22	41,78	bc
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	1500kg - 5 kg	24,33	ab	34,44	42,89	c
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	1500 kg - 8 kg	23,93	ab	33,08	41,11	cd
T9	Testigo absoluto	60 L	18,23	c	25,79	36,67	d
Significancia estadística			*		ns	**	

Promedios	23,29	33,03	43,09
Coefficiente de variación (%)	11,44	9,17	6,08

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

dds: días después de la siembra.

ns : no significativo.

** : significativo al 1 %.

* : significativo al 5 %.

4.3 Largo de Raíz.

Los valores de largo de raíz se observan en el Cuadro 9, el análisis de varianza reporto diferencias altamente significativas en la evaluación realizada, el promedio general fue de 15,30 cm y el coeficiente de variación de 6,18 %.

En el largo de raíz se determinó que el T1 (Oxido de calcio. CaO) fue superior con 17,24 cm, pero estadísticamente similar que el T5 (CaO + Ácido bórico 17%) con 16,68 cm y diferente al resto de tratamientos, el menor promedio lo obtuvo el tratamiento sin (testigo) con 12,85 cm.

Cuadro 8. Diámetro de raíz en la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Diámetro de raíz
Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Dosis/ has	
T 1	Oxido de calcio. CaO	60 L	6,48 a
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	1500 kg	5,94 bc
T 3	Ácido bórico 17%.	5 kg	6,13 abc
T4	Bórax 13%.	8 kg	6,08 abc
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	60 L- 5 kg	6,37 ab
T6	CaO + Bórax 13%.	60 L -8 kg	5,67 bc
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	1500kg - 5 kg	5,84 c
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	1500 kg - 8 kg	5,67 bc
T9	Testigo absoluto	60 L	4,93 d
Significancia estadística			**

Promedios	5,90
Coeficiente de variación (%)	4,38

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según Fisher al 5% de significancia. dds: días después de la siembra.

** : significativo al 1 %.

4.4 Peso de Diez Tubérculos.

En el Cuadro 10, se encuentran los promedios del peso de diez tubérculos al momento de la cosecha, donde realizado el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para los tratamientos. El promedio fue de 5,19 libras y el coeficiente de variación de 8,19 %.

El T1 (Óxido de calcio. CaO) presentó el mayor peso de los diez tubérculos con 6,13 L, igual estadísticamente al T5 (CaO + Ácido bórico 17%) que registró 5,77 L y similar a T8 (Ca CO₃ + Bórax 13%) y T4 (Bórax 13%), diferente a los tratamientos restantes, el menor promedio obtenido fue de 3,83 libras del testigo (sin aplicación).

Cuadro 9. Largo de raíz en la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Largo de raíz	
Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Dosis/ has		
T 1	Oxido de calcio. CaO	60 L	17,24	a
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	1500 kg	15,10	c
T 3	Ácido bórico 17%.	5 kg	15,23	c
T4	Bórax 13%.	8 kg	15,92	bc
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	60 L- 5 kg	16,68	ab
T6	CaO + Bórax 13%.	60 L -8 kg	14,98	c
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	1500kg - 5 kg	15,02	c
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	1500 kg - 8 kg	14,63	bc
T9	Testigo absoluto	60 L	12,85	d
Significancia estadística			**	

Promedios	15,30
Coefficiente de variación (%)	6,18

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según Fisher al 5% de significancia. dds: días después de la siembra.

** : significativo al 1 %.

4.5 Incidencia de la Rajadura.

En el Cuadro 11, se muestran los valores de la incidencia la rajadura, el análisis de varianza reportó diferencias significativas. El promedio general registrado fue de 17 % y el coeficiente de variación de 8,00 %.

Realizada la prueba de Fisher al 5 % se determinó que la menor incidencia lo presentó T1 (Oxido de calcio. CaO), estadísticamente similar a T5 (CaO + Ácido bórico 17%), T6 (CaO + Bórax 13%) y T7 (Ca CO₃+ Ácido bórico 17%) con promedio de 11,67 y 16,67 %, respectivamente y diferente a los otros tratamientos, el testigo (sin aplicación), obtuvo mayor incidencia de 30 % de rajadura.

Cuadro 10. Peso de 10 tubérculos en la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Peso de 10 tubérculos (L)	
Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Dosis/ has		
T 1	Oxido de calcio. CaO	60 L	6,13	a
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	1500 kg	5,13	bc
T 3	Ácido bórico 17%.	5 kg	5,00	bc
T4	Bórax 13%.	8 kg	5,37	abc
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	60 L- 5 kg	5,77	a
T6	CaO + Bórax 13%.	60 L -8 kg	4,67	cd
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	1500kg - 5 kg	5,30	bc
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	1500 kg - 8 kg	5,50	ab
T9	Testigo absoluto	60 L	3,83	d
Significancia estadística			**	

Promedios	5,19
Coeficiente de variación (%)	8,19

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

dds: días después de la siembra.

** : significativo al 1 %.

4.6 Severidad de la Rajadura.

En el Cuadro 11, también se presentan los valores de la severidad de la rajadura. En análisis de varianza determinó diferencias significativas del 5 % para los tratamientos, el promedio fue de 31,07 % y el coeficiente de variación de 13,15 %.

La menor severidad en la evaluación la presentó el T1 (Oxido de calcio. CaO) con promedio de 13,33 %, estadísticamente similar a los otros tratamientos con excepción de T8 (Ca CO₃ + Bórax 13%) y el testigo que obtuvo 66,67 % de severidad de rajadura de la producción.

Cuadro 11. Incidencia y severidad de la rajadura en la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Incidencia	Severidad
Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Dosis/ has	(%)	(%)
T 1	Oxido de calcio. CaO	60 L	10,00 a	13,33 a
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	1500 kg	18,33 b	33,33 abc
T 3	Ácido bórico 17%.	5 kg	18,33 b	28,33 ab
T4	Bórax 13%.	8 kg	18,67 b	23,33 ab
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	60 L- 5 kg	11,67 ab	24,33 ab
T6	CaO + Bórax 13%.	60 L -8 kg	16,67 ab	26,00 ab
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	1500kg - 5 kg	16,67 ab	21,00 ab
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	1500 kg - 8 kg	18,33 b	43,33 bc
T9	Testigo absoluto	60 L	30,00 c	66,67 c
Significancia estadística			*	*

Promedios	17,63	31,07
Coeficiente de variación (%)	8,00	13,15

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

dds: días después de la siembra.

* : significativo al 5 %.

4.7 Rendimiento.

Los valores promedios del rendimiento en kg de los tratamientos se observan en el Cuadro 12, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas en la evaluación realizada y el promedio general fue de 53,74 kg por unidad experimental y coeficiente de variación fue de 7,05 %.

Realizada la prueba de Fisher al 5 %, en el rendimiento en kg, el mayor valor lo presentó el T1 (Oxido de calcio. CaO) 71,33 kg, estadísticamente similar a (CaO + Ácido bórico 17 %) con 68,30 kg y diferentes a los demás tratamientos, el tratamiento sin aplicación obtuvo el menor rendimiento por unidad experimental de 32,33 kg.

Cuadro 12. Rendimiento en kg de la producción de zanahoria en la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Tratamientos			Rendimiento (kg)	
Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Dosis/ has		
T 1	Oxido de calcio. CaO	60 L	71,33	a
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	1500 kg	52,33	c
T 3	Ácido bórico 17%.	5 kg	58,15	bc
T4	Bórax 13%.	8 kg	52,52	c
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	60 L- 5 kg	68,30	ab
T6	CaO + Bórax 13%.	60 L -8 kg	52,39	bc
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	1500kg - 5 kg	50,27	cd
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	1500 kg - 8 kg	46,00	cd
T9	Testigo absoluto	60 L	32,33	d
Significancia estadística			**	

Promedios	53,74
Coeficiente de variación (%)	7,05

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

dds: días después de la siembra.

** : significativo al 1 %.

4.8 Análisis Económico.

En el Cuadro 13, se presenta el análisis económico de la producción de zanahoria en kg de los tratamientos en estudio, en función a los costos fijos y variables (Cuadro 14), el rendimiento de cada unidad experimental y el valor de esta. Se observa que el T1 (Oxido de calcio. CaO) alcanzó el beneficio neto más alto con 8128.80 dólares, superior a los demás tratamientos el T5 (CaO + Ácido bórico 17%) con 7620,30 dólares también registro una utilidad significativa, mientras que el T9 (sin aplicación) obtuvo 3249,50 dólares, beneficio neto más bajo.

Cuadro 13. Análisis económico de la evaluación de la aplicación de dos fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.). FACIAG. UTB. 2017.

Nº	Fuentes de Calcio y Boro	Producción (kg/has)	Valor de la producción	Costo de la producción (fijos)	Costo de la producción (variables)	Beneficio neto USD/has
T 1	Oxido de calcio. CaO	1188,89	10700	2,500	70,7	8128,80
T 2	Carbonato de calcio. Ca CO ₃	872,22	7850	2,500	160,0	5189,50
T 3	Ácido bórico 17%.	969,19	8723	2,500	78,0	6144,50
T4	Bórax 13%.	875,25	7878	2,500	62,8	5315,20
T5	CaO + Ácido bórico 17%.	1138,38	10269	2,500	148,7	7620,30
T6	CaO + Bórax 13%.	873,23	8660	2,500	133,5	6026,00
T7	Ca CO ₃ + Ácido bórico 17%.	837,88	7346	2,500	238,0	4607,50
T8	Ca CO ₃ + Bórax 13%.	766,67	7196	2,500	222,8	4472,70
T9	Testigo absoluto	538,89	5750	2,500	0	3249,50

Valor del kg de zanahoria= 0,15 a intermediarios.

Cuadro 14. Costos fijos de dos fuentes de calcio y boro. FACIAG. UTB. 2017.

Fuentes	USD	Dosis /has	Sub total	Aplicación	Total
Oxido de calcio. CaO	0,18 Kg	60 kg	10,70	60	70,70
Carbonato de calcio.	0,07 Kg	1500 kg	100,00	60	160,00
Ácido bórico 17%.	3,6 L	5 L	18,00	60	78,00
Bórax 13%.	0,36 Kg	8 kg	2,80	60	62,80

5. DISCUSIÓN

En la presente investigación, que se evaluó la aplicación de dos fuentes de calcio y boro (Óxido de Calcio. CaO; Carbonato de Calcio. Ca CO₃; Ácido Bórico 17%; Bórax 13%; CaO + Ácido bórico 17%; CaO + Bórax 13%; Ca CO₃+ Ácido bórico 17%; Ca CO₃ + Bórax 13%.) en el control de la rajadura de la zanahoria (*Daucus carota* L.) variedad Cascade F1, los resultados registrados determinaron que el tratamiento T1 (Óxido de calcio. CaO) presentó valores significativos, estadísticamente en; altura de planta, diámetro y longitud de raíz, peso de diez tubérculos, presentó menor incidencia y severidad de (rajadura) y mayor rendimiento por unidad experimental, atribuido a la mejor capacidad de intercambio catiónico, mejora la porosidad y actividad biológica del suelo, aporta el calcio que es un nutriente para las plantas mencionado por Wikipedia, (s.f) mientras que el T5 (CaO + Ácido bórico 17%) reportó valores estadísticamente similares en; altura de planta, diámetro y peso de raíz, peso de 19 tubérculos, en incidencia y severidad de rajadura y rendimiento por unidad experimental, debido a que es ideal para suplir las necesidades de B o bien para prevenir deficiencias o corregir carencias del elemento en los cultivos (Tilawaagro.com, s.f).

Así mismo estos dos tratamientos T1 (Óxido de calcio. CaO) y T5 (CaO + Ácido bórico 17%) mostraron mayor rentabilidad de \$ 8128.80 y 7620,30 dólares por hectárea logrando así el mejor rendimiento agronómico del cultivo de zanahoria y control de la rajadura.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizados los resultados registrados se exponen las siguientes conclusiones;

- La aplicación de T1 (Oxido de calcio CaO) mostró mayor control en la incidencia y severidad de rajadura, pero también en el uso de la combinación de T5 (CaO + Ácido bórico 17%) se registró valores similares estadísticamente.
- El T1 (Oxido de calcio. CaO) y T5 (CaO + Ácido bórico 17%), presentaron el mejor comportamiento agronómico del cultivo en su altura de planta, diámetro y largo del tubérculo, peso de tubérculos y rendimiento por unidad experimental.
- A si mismo se registró en los dos casos la mayor utilidad económica de \$ 8128.80 USD/ha.

Y se presentan las siguientes recomendaciones;

- Realizar aplicaciones de Oxido de calcio. CaO o CaO + Ácido bórico 17% para reducir o controlar la rajadura de la zanahoria y lograr así una producción de calidad.
- Realizar investigaciones de este tipo en otras zonas de la localidad para corroborar la eficacia de las fuentes utilizadas en la investigación.
- Estudiar otro tipo de fuentes de calcio y boro en el control de la rajadura en el cultivo de zanahoria.

7. RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el sector de Puntales Alto, cantón Bolívar, provincia del Carchi, localizado en las coordenadas, 0° 31'16" latitud norte y 77° 55'54,4" longitud oeste, en altitud de 2.980 msnm. Las condiciones climatológicas de la zona muestran un promedio anual de: precipitación 750 mm, temperatura 12 ° C y una humedad relativa de 70 %. Como material genético se utilizó el híbrido de la casa comercial INSUSEMILLAS (Cascade F1), los factores estudiados fueron; Fuentes de Calcio y Boro; Óxido de Calcio. CaO; Carbonato de Calcio. Ca CO₃; Ácido Bórico 17%; Bórax 13%; CaO + Ácido bórico 17%; CaO + Bórax 13%; Ca CO₃+ Ácido bórico 17%; Ca CO₃ + Bórax 13%, los tratamientos efectuados en el proyecto de investigación fueron 8 más un testigo absoluto en total 9. El Diseño de bloques Completos al Azar (DBCA), fue el diseño empleado, para diferencias estadísticas de los resultados obtenidos en las variables fueron sometidos a la prueba de Fisher al 5% de probabilidad. El área total fue de 481 m², el área de la unidad experimental 9 m². área neta 4 m².

Las labores realizadas para el cumplimiento de la investigación fueron; análisis de suelo, preparación, delimitación de parcelas, surcado, siembra, identificación de tratamientos y plantas a evaluar, riego, fertilización, a aplicación de las fuentes de calcio y boro y la cosecha. Las variables registradas fueron; altura de planta a los 30-85 y 120 dds, diámetro y largo de raíz, peso de 10 tubérculos, incidencia y severidad de rajadura, rendimiento por unidad experimental y se analizó económicamente los tratamientos.

Se registró lo siguiente; la aplicación de (Óxido de calcio. CaO) mostró mayor control en la incidencia y severidad de rajadura, pero también en el uso de la combinación de (CaO + Ácido bórico 17%) se registró valores similares estadísticamente. El T1 (Óxido de calcio. CaO) y T5 (CaO + Ácido bórico 17%), presentaron el mejor comportamiento agronómico del cultivo en su altura de planta, diámetro y largo del tubérculo, peso de tubérculos y rendimiento por unidad experimental, se registró en los dos casos la mayor utilidad económica de de \$ 8128.80 y 7620,30 dólares por hectárea.

Con respecto al testigo presentó el menor desarrollo agronómico de la planta y la mayor incidencia y severidad de la enfermedad.

8. SUMMARY

This research was conducted in the field of Puntales Alto, Canton Bolivar, Carchi province, located north of Ecuador in the coordinates, $0^{\circ} 31' 16''$ north latitude and $77^{\circ} 55' 54,4''$ west longitude, in altitude of 2,980 meters over level sea. Weather conditions in the area show an annual average: 750 mm precipitation, temperature 12°C and a relative humidity of 70%. The living area is located with Montano (bh-M) rainforest. Presents a clay loam soil with a pH of 6.2, as the hybrid genetic material of the commercial INSUSEMILLAS (Cascade F1) was used, the factors under study were; Sources of Calcium and Boron; Calcium oxide. CaO; Calcium carbonate. CaCO_3 ; Boric acid 17%; Borax 13%; CaO + Boric acid 17%; Borax + 13% CaO; CaCO_3 + boric acid 17%; CaCO_3 + Borax 13%, the processing carried out in the research project were 8 and a total absolute // in all treatments 9. Complete Randomized Design blocks, was the design used for statistical differences in the results variables were subjected to Fisher's test at 5% probability. The total area was 481 m², the area of the experimental unit 9 m². 4 m² net area.

The work done to fulfill the research were; soil analysis, preparation, demarcation of plots, trenching, planting, identification and treatment plants to assess, irrigation, fertilization, and application of sources of calcium and boron and harvest. The variables recorded were; plant height to 30-85 and 120 days, root diameter and length, weight of 10 tubers, incidence and severity of crack, yield per unit and experimental treatments analyzed economically.

the following was recorded; applying (calcium oxide. CaO) showed greater control in the incidence and severity of cracking, but also in the use of the combination of (CaO + Boric acid 17%) was recorded statistically similar values. The T1 (calcium oxide. CaO) and T5 (CaO + Boric acid 17%) presented the best agronomic crop performance at its plant height, diameter and length of tuber weight of tubers and yield per experimental unit, was recorded in both cases the greatest economic benefit of 8128.80 and 7620.30 USD/ha.

With regard to the witness I present the least agronomic plant development and increased incidence and severity of disease.

XI. LITERATURA CITADA

- AgroEs. (s.f). *Boro-Fertilizacion con micronutrientes en la agricultura*. Recuperado el 25 de 3 de 2015, de <http://www.agroes.es/agricultura/abonos/219-boro-fertilizacion-micronutriente-agricultura>
- Agroes.es. (s.f). *Zanahoria, taxonomia y descripciones botanicas, morfologicas, fisiologicas y ciclo biológico* . Recuperado el 24 de 03 de 2015, de <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/zanahoria/434-zanahoria-descripcion-morfologia-y-ciclo>
- AGROPECUARIOS. (26 de 2 de 2012). *CULTIVO DE ZANAHORIA*. Recuperado el 24 de 3 de 2015, de agropecuarios.net/cultivo-de-la-zanahoria.html
- Builder, W. (f). *El boro en las plantas*. Recuperado el 15 de 5 de 2015, de <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/boro>
- Carranza, D. C. (2006). REACCION FENOLOGICA Y AGRONOMIAC DE DOS CULTIVARES DE ZANAHORIA (*Daucus carota*) A LA INOCULACION DE SEPAS DE MICRORRIZA EN CAMPO . En C. A. Duran, *REACCION FENOLOGICA Y AGRONOMIAC DE DOS CULTIVARES DE ZANAHORIA (Daucus carota) A LA INOCULACION DE SEPAS DE MICRORRIZA EN CAMPO* (pág. 5). Quito.
- Categoría y Nutrición Vegetal. (s.f). *El calcio en las plantas*. Recuperado el 15 de 5 de 2015, de <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/calcio-en-plantas>
- CIMPA S.A.S. (23 de 9 de 2013). *FICHA TECNICA BORAX PENTAHIDRATADO*. Recuperado el 24 de 3 de 2015, de <http://www.cimpaltda.com/modulo/quimicos/ft%20borax%20pentahidratado.pdf>
- DISTRIBUIDORAS DE QUIMICOS INDUSTRIALES S.A. (18 de 9 de 2009). *ACIDO BORICO POLVO*, 1,4. Recuperado el 26 de 3 de 2015, de <http://69.167.133.98/~dqisaco/pdf/ACIDO%20BORICO%20POLVO.pdf>

- EDA. (7 de 12 de 2007). *Produccion de zanahoria*. Recuperado el 25 de 3 de 2015, de http://www.mcahonduras.hn/documentos/publicacioneseda/Manuales%20de%20produccion/EDA_Manual_Produccion_Zanahoria_12_07.pdf
- Formulacion quimica. (2014). *CaO/ oxido de calcio*. Recuperado el 23 de 3 de 2015, de <http://www.formulacionquimica.com/CaO/>
- ICAFE. (21 de 6 de 2011). *CORRECCION DE LA ACIDEZ DEL SUELO CON CARBONATO*. Recuperado el 25 de 3 de 2015, de http://www.icafe.go.cr/icafe/cedo/documentos_textocompleto/revista_informativa/3415.pdf
- Infoagro. (2002). *Agricultura*. Recuperado el 24 de 03 de 2015, de <http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm>
- INSUSEMILLAS. (2014). *INSUSEMILLAS*. Recuperado el 18 de 02 de 2015, de [INSUSEMILLAS:
http://www.bejogt.com/web/pages/bejo_gt/products/ras.aspx?RasID=2654&GewasID=164&GroepID=621&volgorde=1](http://www.bejogt.com/web/pages/bejo_gt/products/ras.aspx?RasID=2654&GewasID=164&GroepID=621&volgorde=1)
- Ligia Rodriguez Castillo, X. E. (2004). LOS FRIJOLES (*Phaseolus vulgaris*): SU APORTE A LA DIETA DEL COSTARRICENSE. En X. E. Ligia Rodriguez Castillo, *LOS FRIJOLES (Phaseolus vulgaris): SU APORTE A LA DIETA DEL COSTARRICENSE* (págs. 263-275). Costa Rica.
- lpcdedios. (31 de 5 de 2013). *La zanaoria y sus beneficios* . Recuperado el 15 de 5 de 2015, de <https://lpcdedios.wordpress.com/2013/05/31/la-zanahoria-y-sus-beneficios/>
- MI HUERTO EN CASA. (2005). *LA ZANAHORIA, ORIGEN, CULTIVO, BENEFICIOS Y RECETA*. Recuperado el 23 de 03 de 2015, de <http://agriculturaencasa.blogspot.com/p/la-zanahoria-origen-cultivobeneficios-y.htm>
- Plagas y enfermedades de hortalizas. (2003). *ENFERMEDADES DE LA ZANAHORIA*. Recuperado el 25 de 03 de 2015, de www.biblioteca.cotecnova.edu.co/index.php/component/k2/item/.../91
- SOLAGRO. (2006). *Zanahoria*. Recuperado el 24 de 03 de 2015, de

<http://www.solagro.com.ec/web/cultdet.php?vcultivo=Zanahoria>

University of Florida. (18 de 1 de 2013). *Trastornos Fisiologicos- grietas de crecimiento.*

Recuperado el 27 de 3 de 2015, de <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS121100.pdf>

Vera, A. L. (s.f). *EL BORO COMO NUTRIENTE ESENCIAL.* Recuperado el 23 de 03 de

2015, de http://www.infoagro.com/hortalizas/boro_nutriente_esencial2.htm

ANEXOS



LABONORTE

LABORATORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DE PROPIETARIO

Nombre: DIEGO CHAMORRO
Ciudad:
Teléfono: 0994518696
Fax:

DATOS DE LA PROPIEDAD

Provincia: Carchi
Cantón: Bolivar
Parroquia: Bolivar
Sitio: Puntales Alto

DATOS DEL LOTE

Sitio: Puntales Alto
Superficie:
Número de Campo: Lote 1
Cultivo Actual:
A Cultivar:

DATOS DE LABORATORIO

Nro Reporte.: 6307
Tipo de Análisis: Completo + T
Muestra: Suelo Lote 1
Fecha de Ingreso: 2015-07-15
Fecha de Reporte: 2015-07-22

Nutriente Valor Unidad

INTERPRETACION

N 26.23 ppm
P 40.45 ppm
S 10.86 ppm
K 0.66 meq/100 ml
Ca 12.52 meq/100 ml
Mg 4.83 meq/100 ml



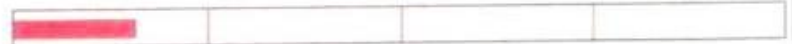
BAJO MEDIO ALTO

Zn 4.82 ppm
Cu 5.34 ppm
Fe 72.66 ppm
Mn 8.95 ppm



BAJO MEDIO ALTO

B 0.63 ppm



BAJO MEDIO ALTO TOXICO

0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0

pH 6.82



Acido Lig. Acido Fract. Neutro Lig. Alcalino Alcalino

Acidez Int. (Al+H) meq/100 ml



Al meq/100 ml

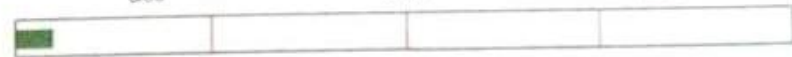


Na meq/100 ml



BAJO MEDIO ALTO

Ce 0.363 mS/cm



No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino

MO 2.49 %



BAJO MEDIO ALTO

Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%	pPM	Clase Textural			
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
2.59	7.32	26.29	18.01			43.20	35.00	21.80
						FRANCO		

Dr. Quím. Edison M. Miño M.
Responsable Laboratorio



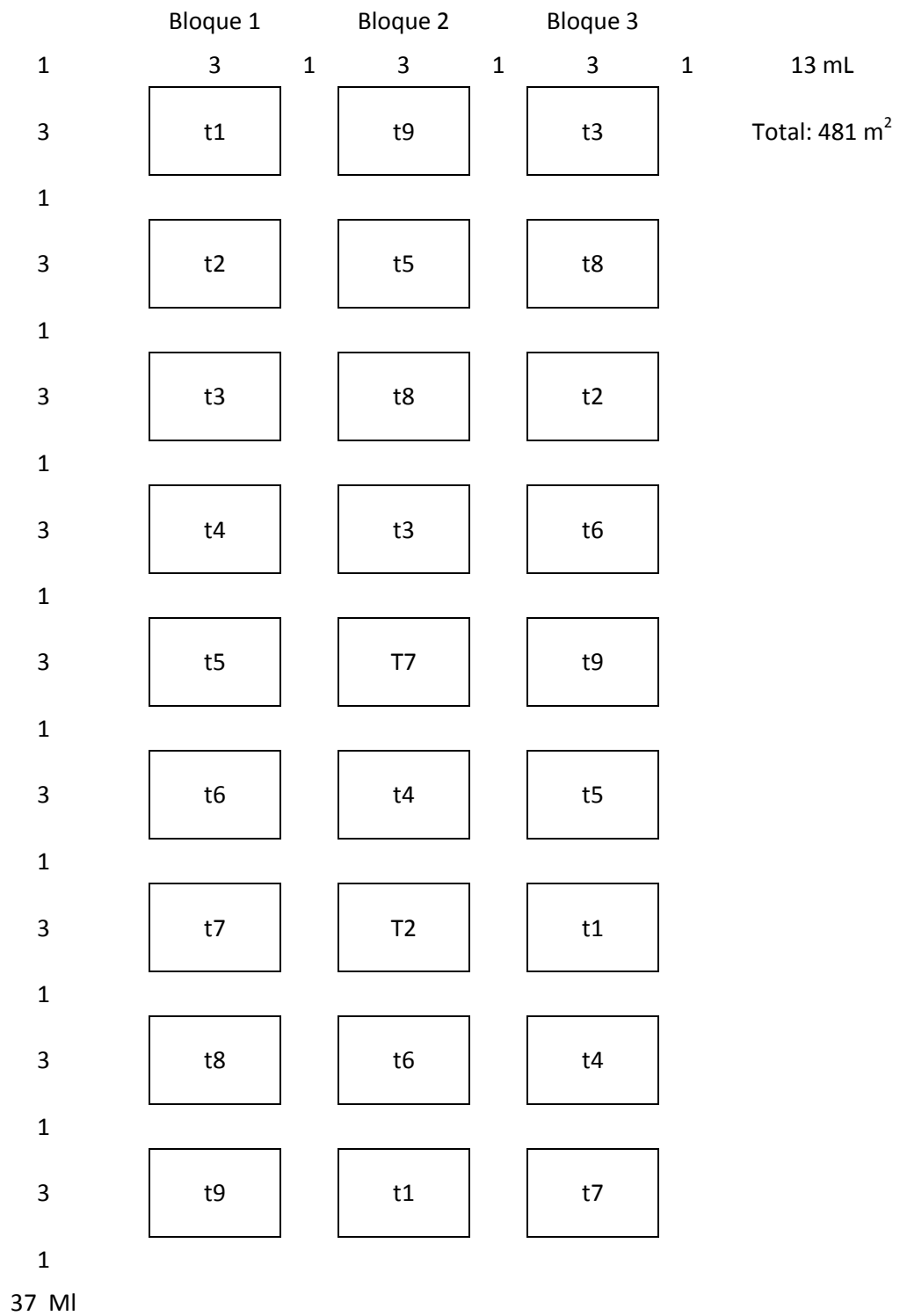


Figura 1. Diseño parcela experimental.



Figura 2. Preparación de suelo. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 3. Preparación de suelo. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 4. Delimitación de parcelas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 5. Delimitación de parcelas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 6. Delimitación de parcelas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 7. Delimitación de parcelas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 8. Aplicación de las fuentes de calcio. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 9. Aplicación de las fuentes de calcio. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 10. Aplicación de las fuentes de calcio. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 11. Aplicación de las fuentes de calcio, FACIAG. UTB. 2017.



Figura 12. Surcado. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 13. Surcado. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 14. Siembra. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 15. Siembra. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 16. Siembra. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 17. Siembra. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 18. Siembra. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 19. Siembra. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 20. Visita del tutor. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 21. Visita del tutor. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 22. Visita del tutor. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 23. Riego. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 24. Riego. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 25. Identificación de las unidades experimentales y plantas a evaluar. FACIAG.

UTB. 2017.



Figura 26. Identificación de las unidades experimentales y plantas a evaluar. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 27. Control de malezas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 28. Control de malezas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 29. Control de malezas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 30. Control de malezas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 31. Control de malezas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 32. Control de malezas. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 33. Altura de la planta. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 34. Altura de la planta. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 35. Riego. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 36. Riego. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 37. Altura de la planta. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 38. Altura de la planta. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 39. Cosecha. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 40. Cosecha. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 41. Cosecha. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 42. Cosecha. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 43. Altura de planta. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 44. Altura de planta. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 45. Diámetro de la raíz. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 46. Diámetro de la raíz. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 47. Largo de Raíz. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 48. Largo de Raíz. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 49. Largo de Raíz. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 50. Peso de 10 tubérculos. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 51. Peso de 10 tubérculos. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 52. Incidencia de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 53. Incidencia de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 54. Incidencia de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 55. Severidad de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 56. Severidad de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 57. Severidad de rajadura. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 58. Rendimiento por unidad experimental. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 59. Rendimiento por unidad experimental. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 60. Rendimiento por unidad experimental. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 61. Producción del testigo. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 62. Producción del testigo. FACIAG. UTB. 2017.



Figura 63. Producción del testigo. FACIAG. UTB. 2017.