

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO CIENCIAS DEL SUELO



Respuesta de la Calidad de la Frambuesa con la Adición de Seis Compuestos
Minerales.

TESIS

Presentado por:

Fabiola Pérez Ramírez

Como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Febrero 2018

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE INGENIERIA

Respuesta de la Calidad de la Frambuesa con la adición de seis compuestos
minerales.

Presentado por:

FABIOLA PÉREZ RAMÍREZ


Que se Somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Aprobado por el Comité de Asesoría



Dr: Rubén López Cervantes
Presidente



Dr. José Antonio González Fuentes
Coasesor

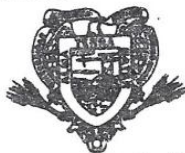


MC Fidel Maximiano Peña Ramos



Dr. Edmundo Peña Cervantes
Suplente

Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"



Coordinación de la División de Ingeniería



Dr. Luis Samaniego Moreno

Coordinador de la División de Ingeniería

Saltillo, Coahuila, México Febrero 2018

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

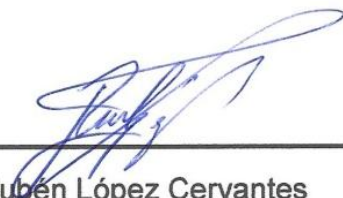
DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

El que suscribe, Profesor-Investigación del Departamento de Ciencias del Suelo, Hago constar que el trabajo de tesis titulado **Respuesta de la Calidad de la Frambuesa con la Adición de Seis Compuestos Minerales.**

Depende del proyecto **Contenido Nutricional y Neutraceutico de Frutos de Frambuesa y Zarzamora en un Sistema de Cultivos Sin Suelo Con Enmiendas de Diferentes Fuentes Minerales con Clave 38111_425102001_2197**

El Dr. José Antonio González Fuentes, es el responsable de este último proyecto y fungió como director de Tesis de la C. Pasante Fabiola Pérez Ramírez, con Matricula 41135195 de la Especialidad de Ingeniero Agrícola y Ambiental



Dr. Rubén López Cervantes
Profesor-Investigador

Agradecimientos

A **Dios**, por poner en mi vida estas buenas oportunidades, por darme una grandiosa familia, y la fortaleza para culminar con este paso en mi formación profesional.

A **UAAAN** mi **alma mater**, por abrirme las puertas, brindarme el honor de pertenecer a ella.

A todo el programa docente, tanto del departamento de Ciencias del Suelo, y profesores que no, por su paciencia, por su tiempo, por haber influido en mi formación y compartirme sus conocimientos.

A los profesores que hicieron posible este trabajo, al Dr. José Antonio Gonzales Cifuentes, Dr. Rubén López Cervantes, Dr. Edmundo Peña Cervantes. M.C Maximiano Peña Ramos, estoy realmente agradecida por su apoyo, confianza y valioso tiempo invertido en este trabajo.

A mis compañeros y amigos, por su compañía durante estos cuatro años y medio, gracias por compartir alegrías, enojos. Compañeros de desvelos y festejos.

A mi novio Miguel Avendaño, por su cariño, amor, comprensión, gracias por estar a mi lado en los los buenos y malos momentos.

De corazón muchas gracias!

Dedicatoria

A mis personas favoritas, con quienes he reído, llorado , que hacen q todo en la vida valga la pena.

Mis padres, sabiendo que no existiría una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo.

Alberto Pérez Pérez, por todo el apoyo, confianza, amor y cariño que me brindan, siempre estas cuando más te necesito papa , sin tu compañía no lo hubiera logrado.

Fidelina Ramírez Zunun, a usted que me dio la vida, y por todo aquello que nunca nadie más podrá darme, tu compañía y amor incondicional, es usted la más bella flor, mami te amo.

A mis queridos hermanos, Mari, Aní, Cati, Albi, Bere, Mario, Carlitos y Alan, que como las ramas de una árbol crecemos en diferentes direcciones pero nuestra raíz es una sola, así la vida de cada uno siempre será parte esencial de la vida del otro.

Mis hermosos sobrinos, Leo, Alex, Oliver, Nataly, Marichui, Johan, Andrea, Marcos, Ingrid y Gerardo, ustedes que crecen tan rápido, y llenan a la familia de alegría. A *Jose †, Jelitza †*, a ustedes que Dios los llamo a su lado, que nos sonrían desde el cielo y aunque no los podamos ver, los tenemos en un lugar muy lindo, que es nuestros corazones.

Donde la vida comienza, y el amor nunca acaba ❤️

Índice

RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
OBJETIVO.....	12
HIPÓTESIS.....	12
<i>REVISIÓN DE LITERATURA</i>	13
Generalidades de la Frambuesa.....	13
Sustratos en la Producción de Berries.....	13
Rocas minerales.....	15
Roca fosfórica.....	15
Zeolita.....	16
Diatomita.....	18
Dolomita.....	19
Harina de Basalto.....	21
Riolita.....	22
MATERIALES Y METODOS.....	23
Ubicación del Trabajo.....	23
Metodología.....	23
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
Altura de Planta (AP).....	26
Diámetro Inferior de Tallos (DIT).....	27
Diámetro Superior de Tallos (DST).....	28
Diámetro Polar de Fruto (DPF).....	29
Diametro Ecuatorial de Fruto (DEF).....	30
Vitamina C (VC).....	31

Peso Fresco de Fruto (PFF).....	33
Numero Total de Frutos (NTF)	34
Solidos Solubles Totales (SST).....	35
DISCUSION	36
CONCLUSION	38
LITERATURA CITADA.....	39

Índice de cuadros

Cuadro 1 Composición química Roca fosfórica	16
Cuadro 2 Composición Química Zeolita.....	17
Cuadro 3 Composición Química Diatomita	19
Cuadro 4 Composición Química Dolomita	20
Cuadro 5 Composición Química Harina de Basalto	21
Cuadro 6 Composición Química de Harina de Riolita.....	22
Cuadro 7 Comparación de medias de algunas variables medidas a planta y fruto de frambuesa, con la adición de seis compuestos minerales.	25
Cuadro 8 Variables de estudio con diferencias significativas.....	32

Índice de figuras

Figura 1 Altura de planta de frambuesa con la adición de seis compuestos minerales.	26
Figura 2 Diámetro Inferior de Tallos con la adición de seis compuestos minerales	27
Figura 3 Diámetro Superior de Tallos (DST) con la adición de seis compuestos minerales	28
Figura 4 Diámetro Polar de Fruto (DPF) con la adición de seis compuestos minerales	29
Figura 5 Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF) con la adición de seis compuestos minerales.	30
Figura 6 Vitamina C (VC) con la adición de seis compuestos minerales.	31
Figura 7 Peso fresco de fruto (PFF) con la adición de seis compuestos minerales.	33
Figura 8 Número Total de Frutos (NTF) con la adición de seis compuestos minerales.	34
Figura 9 Efecto de la aplicación de rocas molidas sobre la variable solidos solubles totales	35

RESUMEN

Con el objetivo de determinar la calidad de la frambuesa, con la adición de seis compuestos minerales, macetas de plástico que contenían como sustrato la mezcla de “fibra de coco” con “perlita” y plantas de frambuesa de 150 cm de altura del híbrido “fx1522”, fueron podados y se dejó el tallo principal a 10 cm de altura, con el fin de provocar brotes nuevos. Los tratamientos consistieron en la aplicación de solución nutritiva adicionados con: Dolomita (DO), Riolita (RI), Diatomita (DA), Zeolita (ZE), Roca Fosfórica (RF) y Harina de Basalto (HB), con la adición de 15 g al sustrato por planta y colocado a 5 cm de profundidad, y como testigo únicamente con solución nutritiva (SN); lo anterior, fue en la poda inicial, en la etapa vegetativa y en la etapa de inicio de la floración. Las variables medidas a la planta fueron: altura (AP), diámetro inferior de tallo (DIT) y diámetro superior de tallo (DST) y al fruto: diámetro polar (DPF), diámetro ecuatorial (DEF), peso fresco (PFF), número total (NTF), vitamina C (VC) y sólidos solubles totales (SST-° Brix). Se encontró que el uso de Diatomita (DI) produce un efecto significativo en cuanto al Peso Fresco del Fruto (PFF), sin embargo aunque no significativo el uso de la Riolita realizó un efecto positivo sobre la variable Altura de Planta (AP), en el Diámetro Inferior de Tallo la Dolomita (DO) Y en la Vitamina C(VC) la Harina de Basalto (HB); mientras que en el resto de las variables medidas lo efectuó la Zeolita ZE).

Palabras clave: Robus idaeus. Compuestos minerales.

INTRODUCCIÓN

La frambuesa (*Robus ideaus*), junto con la fresa, la zarzamora y el arándano, son considerados como “Berries” o “Frutillas” por el pequeño tamaño de sus frutos y colores brillantes. En México, es de gran importancia por el gran potencial económico que representa, su consumo ha aumentado de forma importante debido al aporte de fibra, antioxidantes, Vitamina C, que no sólo previene los resfríos, sino que también actúa como un potente antioxidante al retarda el envejecimiento y la posibilidad de adquirir algún tipo de cáncer.(Vidal, 2012).

El valor de las exportaciones de “Berries”, en México, se reportan de 1,501 millones de dólares, lo que significó un aumento de 17 por ciento en una tasa anual promedio del periodo del 2008 al 2015. La producción de frambuesas se realiza en siete entidades federativas, Baja California, Colima, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Puebla; esto, ubica a México como el quinto productor de “Berries” a nivel mundial (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, SAGARPA, 2017).

En México, en los últimos 10 años, la producción de frutillas en general y de frambuesa en particular, ha aumentado considerablemente y los Estados más productores son: Jalisco, Michoacán y Baja California y el primero ocupa el primer lugar; de tal forma que, la producción en el 2007 fue de 11,476 toneladas y en el 2016 de 54,313, lo que representa 21 por ciento superior en 10 años (SAGARPA, 2017).

Es conocido que con los fertilizantes químicos, la producción de cultivos aumenta; sin embargo, la mayoría de estos compuestos provienen de recursos naturales no renovables y el precio de la mayoría de ellos, es considerablemente alto. Por ello, actualmente en la agricultura, se buscan

nuevas estrategias de producción que permitan una mayor cantidad y calidad de frutos, por lo que se buscan fuentes económica y ecológicamente factibles.

Debido a que, entre 2013 y 2016, la Tasa Media de Crecimiento (TMC) de la producción de frambuesa, se situó en 79 por ciento; además, con el auge de la Agricultura Sostenible y/o Sustentable, el interés de los productores por este cultivo va en aumento. Una forma económica y ecológica que ayuda en la producción, es el uso de rocas molidas como fuentes de nutrimentos, por ejemplo, las más empleadas en los últimos 10 años son la roca fosfórica como fuente de fósforo (P), la potásica que es fuente de potasio (K) y la zeolita de calcio y magnesio (Ca y Mg).

OBJETIVO

Determinar la repuesta de la calidad de la frambuesa, con la adición de seis compuestos minerales

HIPÓTESIS

Al menos compuesto mineral tiene efecto positivo, al aumentar la calidad de la frambuesa.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de la Frambuesa

La concentración de ácido *elágico*, en frambuesas ha llevado a diversas conclusiones sobre los beneficios de su consumo, se ha comprobado el efecto de este polifenol antioxidante produce efectos inhibidores sobre el crecimiento de células cancerígenas.(Santiago Kerstupp et al 2005)

Es preferente consumir las frambuesas en su máximo punto de maduración cuando alcanzan un color rojo intenso, que es donde se concentran los mayores contenidos de ácido elágico libre. (Moreno, et al 2009)

La demanda en el mercado de las berries ha llevado a México a ampliar su área de producción, sus condiciones climáticas son muy favorables para elevar su capacidad productiva y sanitaria para la producción y comercialización de berries.

Sustratos en la Producción de Berries

Para potencializar la producción de berries, se realiza la selección de sustratos, la producción en estos sistemas se realiza cuando las características físico-químicas del suelo no cumplen la caracterización óptima para el buen desarrollo del cultivo. Actualmente en México las empresas productoras de berries, optan por cultivo en fibra de coco, principalmente el arándano.

Perlita:

La perlita es un material silíceo de origen volcánico, sometido a un proceso con altas temperaturas lo que nos da un material estéril capaz de absorber

tres o cuatro veces su peso en agua , útil para incrementar la aireación de las mezclas (Resh 2001)

Fibra de coco

La cáscara del coco fruto de la palmace Cocus nucifera es la materia prima para los productos a base de fibra de coco. Ésta se procesa de diferentes formas dependiendo de la calidad agronómica necesaria para su uso como sustrato cascaras de coco trituradas , una de las precauciones que se debe de tener es su alto contenido de sales (cloruro sódico) se puede mezclar con perlita o vermiculita. (Resh, 2001). Debido a sus Características, este sustrato permite una alta germinación, enraizamiento y un óptimo desarrollo de las plántulas. Por otro lado, este sustrato permite disminuir los costos de transporte y almacenamiento (Taveira, 2005).

Mezclas

Las mezclas para la elaboración del sustrato ideal se realiza con la finalidad de complementar las propiedades de cada uno de los sustratos empleados ya sea para mejorar la aireación y la retención de humedad.

Rocas minerales

Roca fosfórica

La roca fosfórica es un mineral extraída de depósitos geológicos la materia prima para la producción de fertilizantes fosfatados solubles. Compuesto principalmente por la apatita, un mineral de fosfato de calcio, Debido a su composición química variable y compleja, son fuentes de varios elementos nutritivos además del fósforo. El fósforo es un elemento indispensable en la producción de cultivos (vance et al 2003)

La presencia de microorganismos como bacterias ácido lácticas funcionan como activadores de la solubilidad del fósforo presente en la roca fosfórica (Paredes et al., 2010). Cuando se solubilizan también liberan otros nutrientes presentes en la roca.

La aplicación de las rocas fosfóricas de reactividad media a alta en suelos ácidos, tiene un efecto potencial de «arranque» sobre el crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos, como resultado no sólo del aporte de fósforo sino también del incremento del calcio intercambiable y de la reducción de la saturación del aluminio.

El fósforo produce efectos benéficos en el peso de fruto tanto seco, como en fresco de frutillas (Choi et al 2012) la roca fosfórica representa una alternativa de fertilización que ha tomado cierta importancia por su costo más bajo, no sólo por su valor agronómico como fuente de P sino también como fuente de Ca para el cultivo (Ramírez, 2001)

El alto contenido de calcio, un elemento esencial, estructural de órganos y tejidos de las plantas (Yáñez, 2002). Envían mensajes intracelulares cuando existe estrés biótico y abiótico (Reddy, 2004)

Activa enzimas para la división y expansión celular. Es

Importante para la síntesis de proteínas y translocación de (Jones, 2003)

Diversos autores han encontrado la efectividad del uso de las rocas fosfóricas limitándose a las plantas tolerantes a la acidez del suelo, ya que en estas condiciones de presenta mejor aprovechamiento de P (López, Ramírez, 2000) Los suelos ácidos se caracterizan, principalmente, por su baja disponibilidad de P, N y Ca. (Ramírez, 2005). Los productos cosechados y sus residuos tienen una mejor calidad nutricional. (Zapata, 2007)

Cuadro 1 Composición química Roca fosfórica

Formula	%
<i>Pentóxido de fosforo</i>	26.33 % 33.20
Fosforo elemental	11.50 % 14.30 %
Calcio	20.06 %
Flúor	1.60 %
Plomo	.008 %
Arsénico	0.001 %
Azufre	.01 %

Zeolita

Es un recurso mineral de origen volcánico, son aluminosilicatos empleadas con frecuencia como catalizadores con alta capacidad de intercambio catiónico ocupada por Na^+ , K^+ , Ca_2^+ y Mg_2^+ , los cuales, con excepción del Na^+ , pueden ser aprovechados por las planta. La zeolita actúa como importante factor corrector de los suelos deteriorados.

Además incrementa la eficiencia de los fertilizantes y disminuye los costos de fertilización, favoreciendo el desarrollo de una agricultura que reduzca la contaminación ambiental sin un costo adicional para el productor (Hernández, 2014). La composición de la zeolita 73.81 % de dióxido de sílice, el sílice se cuantificó en el material vegetal por el método de fusión con NaOH (Kilmer, 1965).

Al mezclarse con los fertilizantes se incrementa la retención de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, con lenta liberación posterior. Atrapan partículas de agua permitiendo a las plantas mayor resistencia en los periodos de sequía (Hernández Et Al 2012)

Investigaciones realizadas en diversos cultivos muestran repuestas positivas a este mineral, tal es el caso de las variables o parámetros de crecimiento en plántulas de café donde presento mayor diámetro de tallo y mayor área foliar (Caicedo, 2007)

Cuadro 2 Composición Química Zeolita

Formula	%
Dióxido de sílice	73.81 %
Oxido de aluminio	13.91 %
Oxido de sodio	.03 %
Oxido de potasio	4.70 %
Oxido de fierro	2.47 %
Oxido de calcio	3.82 %
Oxido de magnesio	.98 %
Oxido de titanio	.297 %
<i>Pentóxido</i> de fosforo	.0615 %
Trióxido de azufre	.539 %
Óxido de zinc	0.0130 %
Oxido de estroncio	.0208 %
Oxido de zirconio	.0142 %

Diatomita

La diatomita es una roca sedimentaria compuesta de restos fosilizados de algas unicelulares conocida como diatomea (USGS, 2008) presentando diversos grados de consolidación.

No es un fertilizante, sino que proporciona la sílice disponible en la mejora de la absorción de fertilizantes solubles en agua (Yildiz, 2008). Además mejora la retención del agua en los tejidos vegetales y el suelo (Romero-Aranda, et al., 2006).

Un aspecto importante de destacar, es que la tierra de diatomeas además de su acción insecticida aporta nutrientes; esto ocurre porque su composición es óptima en micro minerales como; aluminio, antimonio, bario, berilio, calcio, cobalto, cobre, estaño, estroncio, fósforo, hierro, manganeso, magnesio, mercurio, níquel, plata, potasio, sílice, sodio, talio, zinc, entre otros , elementos que tienen incidencia en el metabolismo de los tejidos; por lo general estas sustancias son escasas en terrenos poco fértiles (Fields et al., 2001).

El sílice presente en la diatomita funciona como amortiguado del pH que facilita la conversión enzimática del bicarbonato a CO_2 , que ayuda a la adquisición de carbono inorgánico por las plantas (Morel, 2002) La fertilización con minerales que contienen Si es importante para una agricultura sustentable y altamente efectiva en cualquier tipo de suelo según (Quero 2008). El silicio es absorbido en un rango de pH de 2 hasta 9 en forma energéticamente pasiva (Epstein, 1994), siendo tomado por la raíces en la solución como ácido mono silícico $\text{Si}(\text{OH})$

El Si promueve la absorción de P no disponible para la planta a formas asimilables aumentando de un 40 a 60 %, aumentando la aplicación de rocas fosfóricas (Quero, 2008), además su acción sinérgica con el Ca, Mg y K mejora la vida media de productos precosecha y la eficiencia de prácticas de post-cosecha (Rogalla, 2002)

Cuadro 3 Composición Química Diatomita

Formula	%
MgO	0.38 %
Al ₂ O ₃	4.04 %
SiO ₂	40.89 %
k	.51 %
CaO	1.59 %
FeO	1.10 %

Dolomita

La **Dolomita** es una mezcla natural de carbonato de calcio y magnesio CaMg (CO₃)₂. Es usada como aditivo del suelo y como materia base para los fertilizantes de magnesio de calcio, principalmente por su capacidad de corregir la acidez (Vázquez, et al 2012) Como impurezas puede contener hierro y manganeso. Su color varía entre blanco, gris rosado, rojizo, negro, a veces con matices amarillento, parduzco o verdusco, predominando el incoloro o blanco grisáceo.

El calcio se caracteriza por ser un elemento con baja habilidad de transporte dentro de la planta (Navarro, 2003), una de las principales funciones del Ca en la planta es la de actuar, formando parte de la estructura de la protopectina, como agente cementante para mantener las células unidas (Navarro, 2000)

El calcio es uno de los minerales más importantes dentro de la composición de la dolomita , ocupando 32.78% como oxido de calcio seguido del magnesio que ocupa un 13.35 % en forma de óxido de magnesio, uno de los papeles más importantes de este mineral es que participa en el proceso de la fotosíntesis , como componente básico de la clorofila, a diferencia del calcio el magnesio es un elemento con gran habilidad de transporte .

Cuadro 4 Composición Química Dolomita

Formula	%
Oxido de Calcio	32.78%
Oxido de Magnesio	13.35 a 19.53%
Dioxido de Silice	2.19%
Trioxido de Aluminio	0.42%
Oxido de Fierro	0.021%
Oxido de Azufre	0.05%
Oxido de Sodio	0.01%
Oxido de Potasio	0.01%
Oxido de Titanio	0.01%

Harina de Basalto

La harina de basalto, una piedra volcánica estable que, reducida a polvo, tiene capacidad de regenerar suelos agotados, elevar las defensas y la calidad de las cosechas, mejorar el compost, combatir plagas o contener el olor de los purines.

El 49 %, del contenido de esta harina de roca está ocupado por el SiO₂. En las plantas, el silicio permanece en forma de gel silica, ácido salicílico y ácido salicílico coloidal (Rodríguez, 2005).

El sílice es un elemento que interviene en la asimilación de minerales, incrementa la resistencia de la planta a el estrés biótico, ya sea temperatura viento, concentración de sales, metales pesados y al estrés biótico insectos hongos enfermedades (Quero, 2008)

Entonces si el Silice reforza las propiedades de la planta contra las enfermedades, ataques de insectos y condiciones climáticas desfavorables. Además manteniendo a los nutrientes en forma biodisponible se manifestara a un incremento de la productividad y calidad de la cosecha (Cárdenas, 2007).

Cuadro 5 Composición Química Harina de Basalto

Formula	%
MgO	2.80 %
Al₂O₃	15.16 %
SiO₂	49.54 %
P ₂ O ₅	3.98 %
K ₂ O	2 %
CaO	12.68 %
FeO	9.64 %
TiO ₂	2.08 %
Na ₂ O	2.16 %

Riolita

Clasificada como roca ígnea intrusiva, su principal uso es en el ramo de la construcción debido a la dureza de la roca. No se encuentra registros de su uso en la agronomía.

Este mineral está compuesto por un 70 % de SiO_2 , el sílice. Ha demostrado proveer una resistencia y protección contra diferentes factores, además que mezclarse con los fertilizantes se incrementa la retención de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, con lenta liberación posterior (Hernández Et Al 2012), por lo que las plantas se verán más fortalecidas, mayor fotosíntesis que se verá expresado en la calidad de la producción.

Cuadro 6 Composición Química de Harina de Riolita

MgO	1.15 %
Al₂O₃	13.51 %
SiO₂	69.93 %
P ₂ O ₅	1.54 %
K ₂ O	5.38 %
CaO	3.44 %
FeO	3.37 %
Na ₂ O	1.67 %

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Trabajo

El presente trabajo, se efectuó en un invernadero de mediana tecnología que cuenta con “pared húmeda” y dos extractores, propiedad del Departamento de Horticultura del Campus principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México la que está ubicada geográficamente en los 25° 21’ de Latitud Norte y 101° 02’ de Longitud Oeste, con la altitud de 1742 m.s.n.m.

Metodología

El experimento inicio de la siguiente manera: macetas de plástico contenían como sustrato la mezcla de “fibra de coco” con “perlita” (relación 2:1 v/v) y plantas de frambuesa de 150 cm de altura del híbrido “Fx1522”; estos vegetales, fueron podados y se dejó el tallo principal a 10 cm de altura, con el fin de provocar brotes nuevos

Los tratamientos adicionados fueron seis tipos de rocas ya molidas, adquiridas de manera comercial y fueron: Dolomita (DO), Riolita (RI), Diatomita (DA), Zeolita (ZE), Roca Fosfórica (RF) y Harina de Basalto (HB), con la adición de 15 gramos al sustrato por planta y colocado a cinco centímetros de profundidad; lo anterior, fue en tres ocasiones: en la poda inicial, en la etapa vegetativa y en la etapa de inicio de la floración.

La fertilización fue con una solución nutritiva, con base en los Índices de Steiner; se aplicó en dos ocasiones por semana y el resto de los días se adicionó solo agua. La cantidad fue de dos litros por maceta, durante todo el tiempo de duración del experimento.

Las variables medidas a la planta fueron: altura (AP), diámetro inferior de tallo (DIT) y diámetro superior de tallo (DST) y al fruto: diámetro polar (DPF), diámetro ecuatorial (DEF) (Vernier Stainless-Steel, Marca Truper), peso fresco (PFF) (Balanza de Bolsillo Digital Smart Weigh SWS100), número total (NTF), vitamina C (VC) (mediante la titulación con 2.6 diclorofenolindofenol 0.001 N) y sólidos solubles totales (SST-°Brix) (Refractómetro digita, marca Hanna, modelo HI 96801).

El experimento, se distribuyó de acuerdo al método completamente al azar con siete tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. El análisis estadístico de los datos obtenidos, consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias, con el método Least Significant Difference (LSD) de Fisher, los cuales se efectuaron en el paquete estadístico INFOSTAT, versión 2007

RESULTADOS Y DISCUSION

Con base en la tabla 7, se puede establecer que en las variables presentadas aquí, los tratamientos no realizaron efecto significativo en ninguna de ellas; sin embargo, en las figuras subsecuentes, se muestra como de manera gráfica los tratamientos realizaron algún efecto.

Cuadro 7 Comparación de medias de algunas variables medidas a planta y fruto de frambuesa, con la adición de seis compuestos minerales.

	<i>AP</i>	<i>DIT</i>	<i>DST</i>	<i>DPF</i>	<i>DEF</i>	<i>VC</i>
<i>Testigo</i>	1.47 a	8.75 a	5.65 a	19.0754 a	10.0754 a	47.76 a
<i>RF</i>	1.49 a	8 a	5.45 a	19.791 a	19.791 a	46.66 a
<i>DO</i>	1.43 a	8.88 a	5.55 a	19.6891 a	19.6891 a	51.46 a
<i>RI</i>	1.62 a	8.40 a	5.89 a	19.9734 a	19.9734 a	51.42 a
<i>DI</i>	1.59 a	8.53 a	5.50 a	19.8513 a	19.8513a	45.03 a
<i>ZE</i>	1.48 a	8.82 a	6.30 a	20.2495 a	20.2495 a	48.19 a
<i>HB</i>	<u>1.41 a</u>	8.32 a	5.46 a	19.9852 a	19.9852 a	53.31 a

AP, Altura de planta; DIT, Diámetro inferior de tallo; DST, Diámetro superior de tallo; DPF, Diámetro polar de fruto; DEF, Diámetro ecuatorial de fruto; VC, Vitamina C.

Altura de Planta (AP)

Con base en la Figura 1, se puede establecer que al adicionar el Testigo y la Dolomita (DO) se presentaron los valores más inferiores. Con la agregación de la Riolita (RI), se alcanzó el mayor valor en esta variable, porque aventajo al testigo en ocho por ciento y los valores presentados al adicionar la Diatomita (DI), la Zeolita (ZE) y la Harina de Basalto(HB) disminuyeron en ese orden.

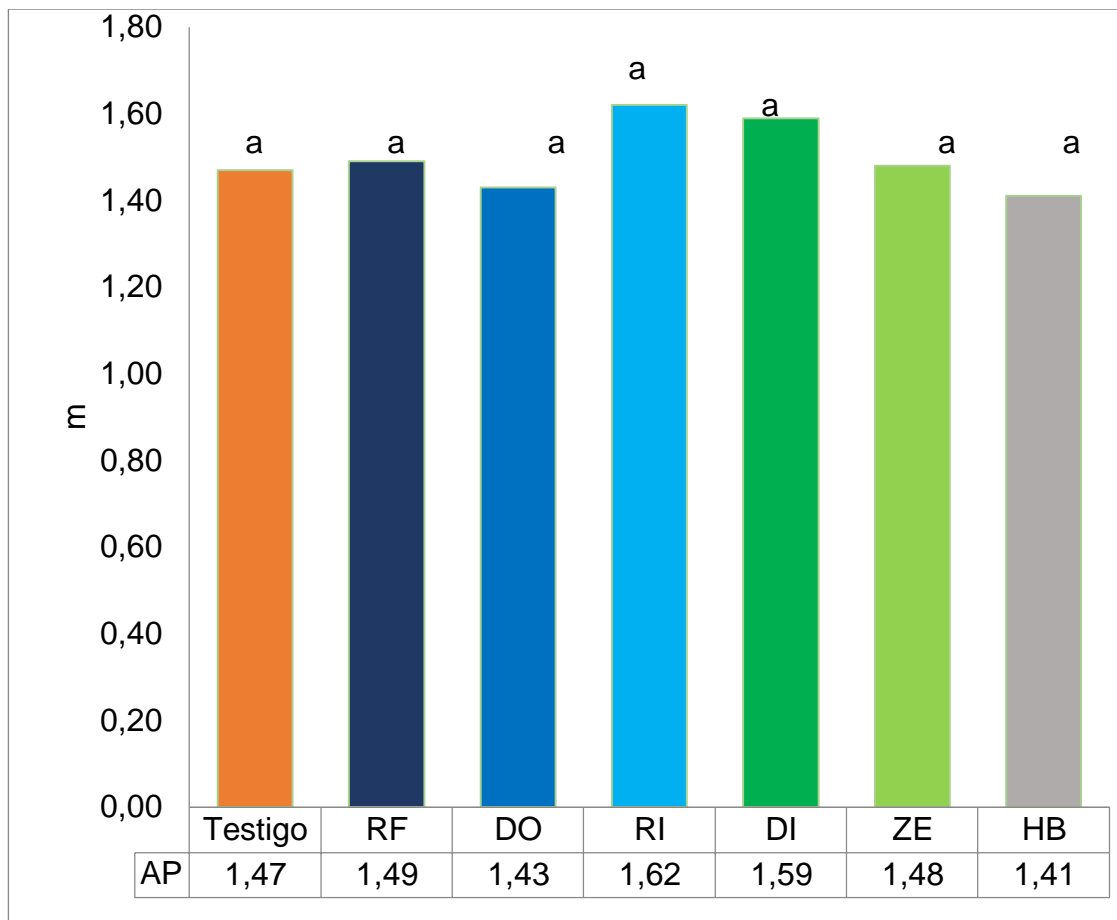


Figura 1 Altura de planta de frambuesa con la adición de seis compuestos minerales.

Diámetro Inferior de Tallos (DIT)

Los valores obtenidos en esta variable fluctuaron entre los ocho y nueve milímetros, donde la aplicación de Roca Fosfórica (RF) presentó el valor más inferior siendo este 8 milímetros. Los valores más altos fueron obtenidos al adicionar la Dolomita (DO) y la Zeolita (ZE). La Dolomita superó en uno por ciento a la respuesta obtenida en el Testigo. (Figura 2)

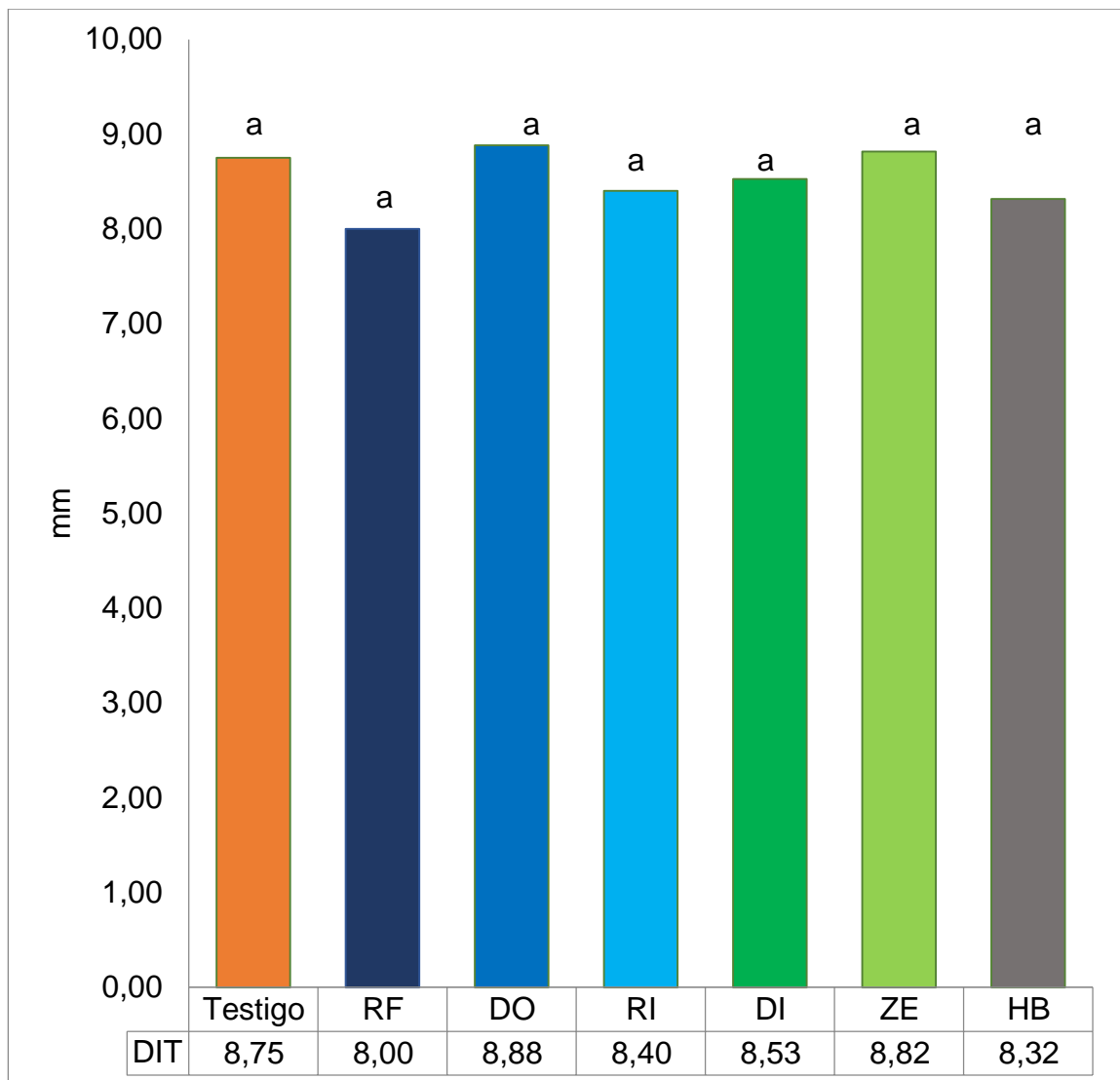


Figura 2 Diámetro Inferior de Tallos con la adición de seis compuestos minerales

Diámetro Superior de Tallos (DST)

Con base en la Figura 3, se puede establecer que el valor más inferior se presentó al adicionar la Roca Fosfórica (en un 11 por ciento al valor obtenida en el Testigo.

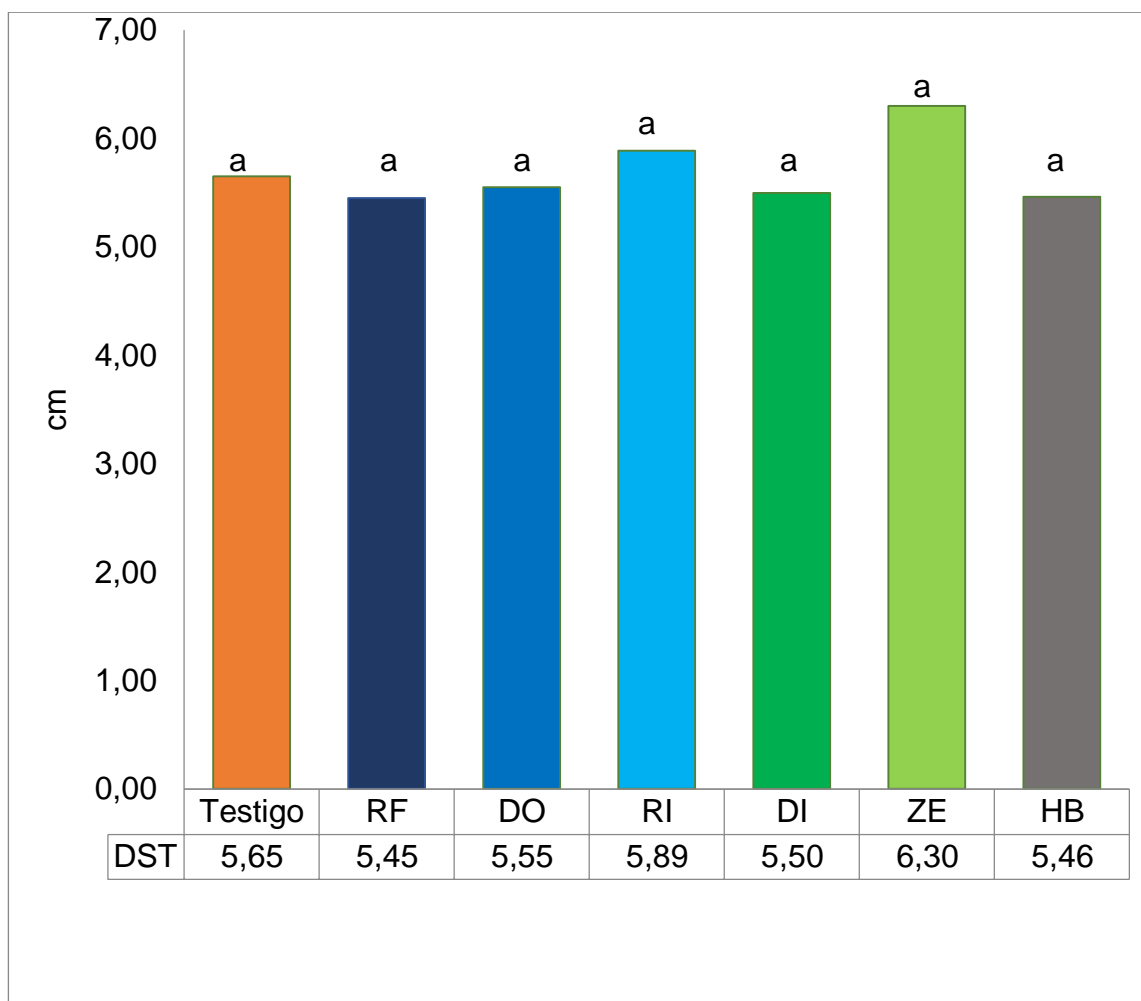


Figura 3 Diámetro Superior de Tallos (DST) con la adición de seis compuestos minerales

Diámetro Polar de Fruto (DPF)

De forma general en la Figura 4, se puede establecer que el valor más inferior se presentó en el Testigo con 17.0921 mm. Siendo superada por la adición de la Riolita (RI), Diatomita (DI), Harina de Basalto (HB), Roca Fosfórica (RF), Dolomita (DO), en ese orden y el valor más contrastante se presentó al agregar Zeolita (ZE) superando al testigo con un nueve por ciento.

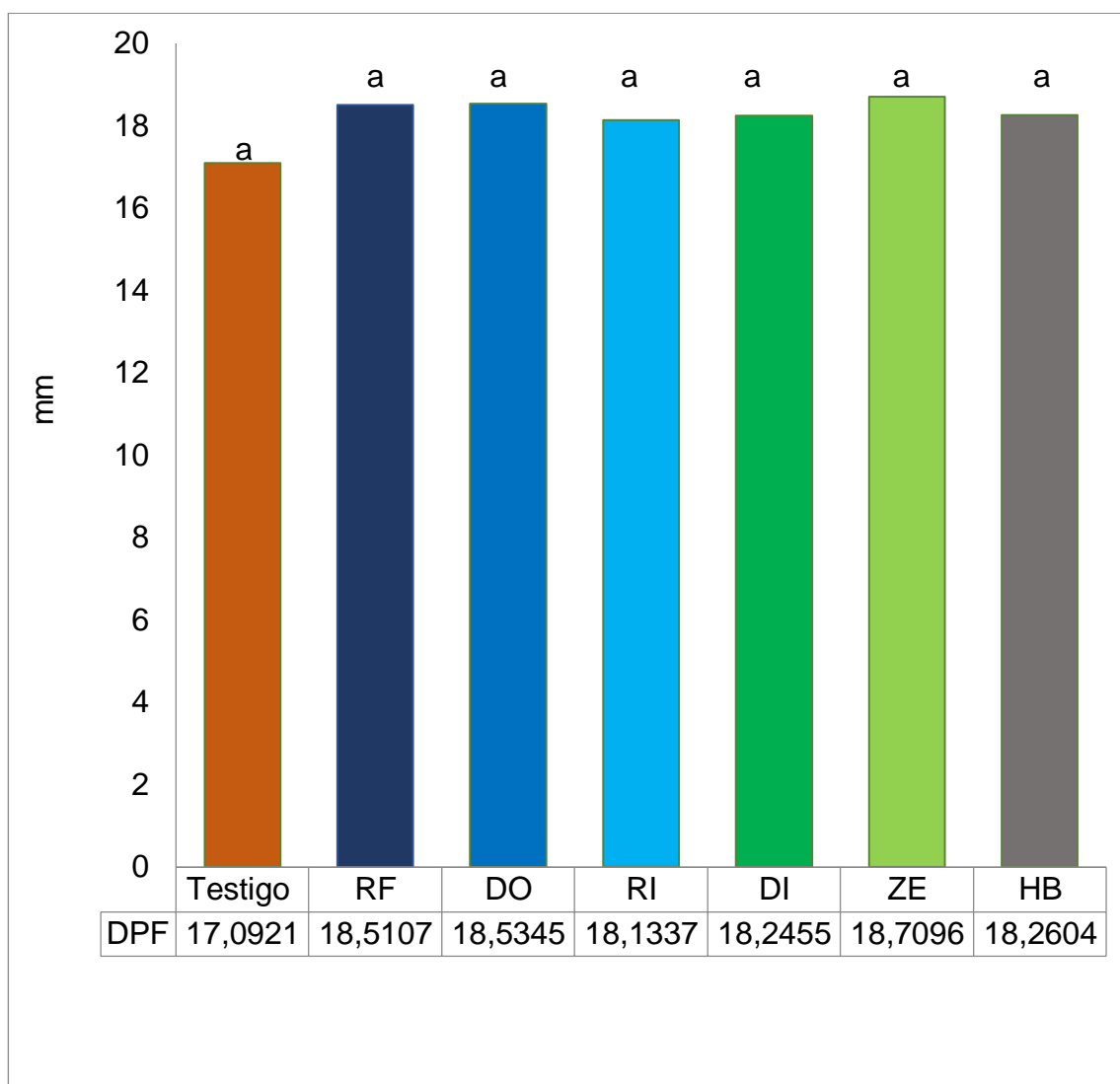


Figura 4 Diámetro Polar de Fruto (DPF) con la adición de seis compuestos minerales.

Diametro Ecuatorial de Fruto (DEF)

Con base en la Figura 5, se puede observar que el valor que se presentó en el Testigo, es inferior a los valores obtenidos con la aplicación de los demás tratamientos. Donde al adicionar la Zeolita (ZE) se obtiene el valor más alto superando al Testigo en un seis por ciento.

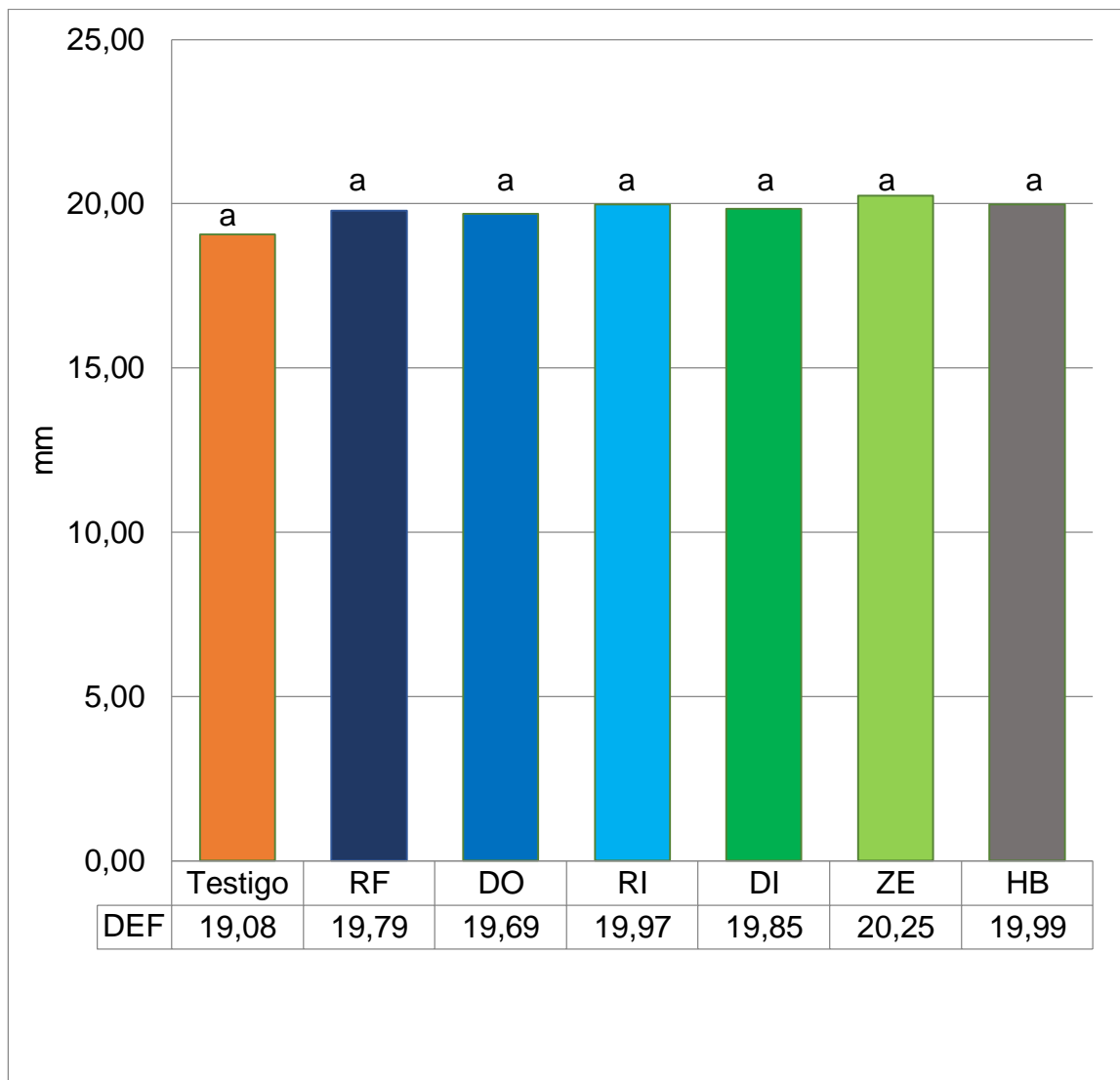


Figura 5 Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF) con la adición de seis compuestos minerales.

Vitamina C (VC)

Con respecto a los valores obtenidos esta variable, se puede apreciar en la Figura 6, los valores obtenidos fluctúan entre 45 y 55 mg, donde con la adición de la Riolita se obtuvo el valor más inferior, mientras la Harina de Basalto (HB) supera en un 11 por ciento al Testigo.

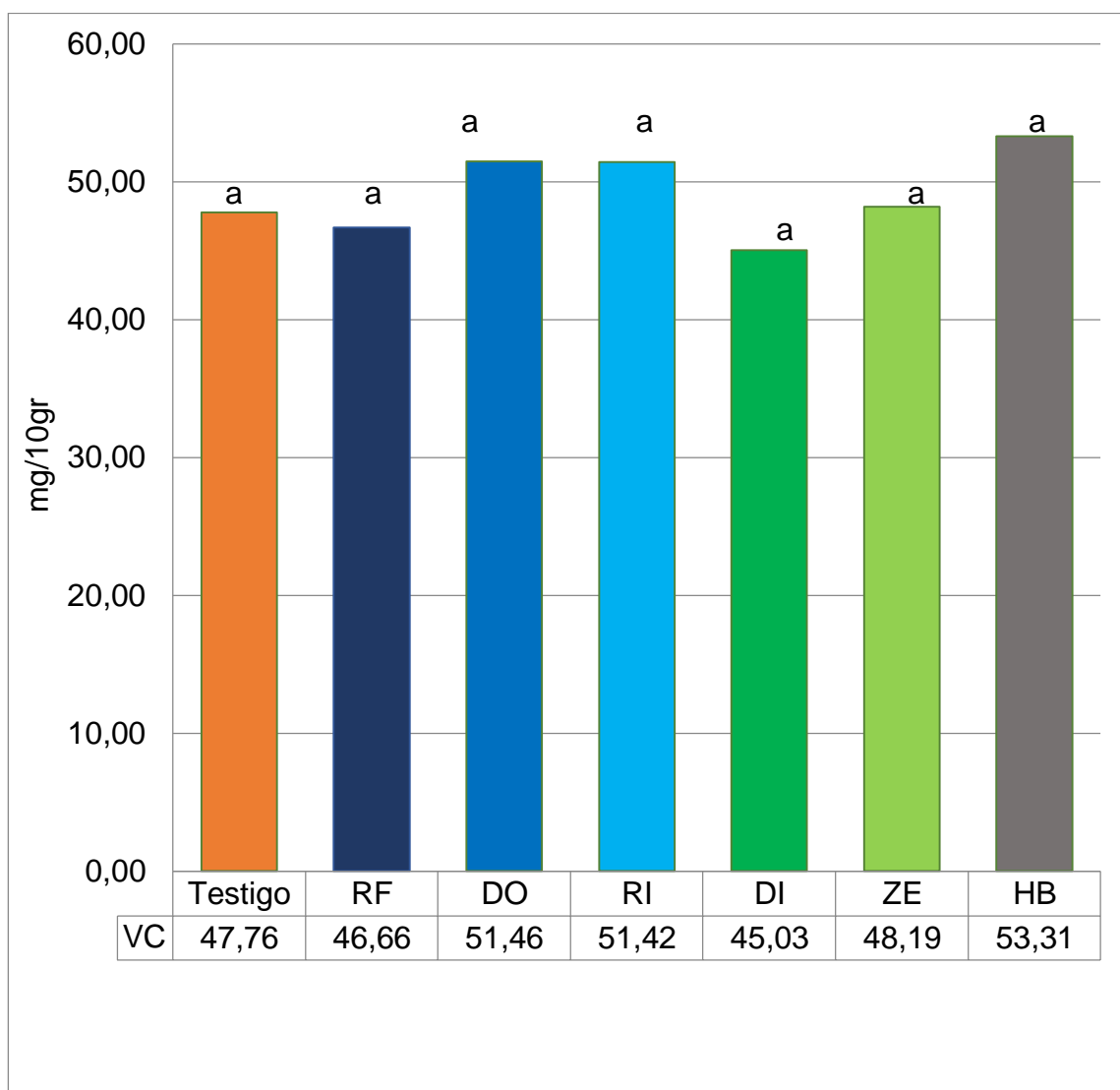


Figura 6 Vitamina C (VC) con la adición de seis compuestos minerales.

Con base en el cuadro 8, se puede establecer que en las variables presentadas aquí, los tratamientos realizaron efecto significativo, en las figuras subsecuentes, se muestra como de manera gráfica los tratamientos realizaron algún efecto.

Cuadro 8 Variables de estudio con diferencias significativas

	PFF	NTF	SST
Testigo	3.3069 b	1348 a	12.52 a
RF	3.8337 ab	822 f	10.92 ab
DO	3.6733 ab	1215 b	11.62 ab
RI	3.597 ab	1161 c	10.04 b
DI	3.9035 a	1074 d	11.76 ab
ZE	3.8867 a	998 e	11 ab
HB	3.8422 a	810 g	10.98 ab

**SST sólidos solubles totales *NTF número total de frutos *PFF peso fresco de fruto.*

Peso Fresco de Fruto (PFF)

El efecto producido por las rocas en esta variable se observa en la Figura 7, donde el valor más inferior se observó en el Testigo con 3.3069 gramos el valor más contrastante se presentó al aplicar la Diatomita (DI) superando al testigo en un 18 por ciento.

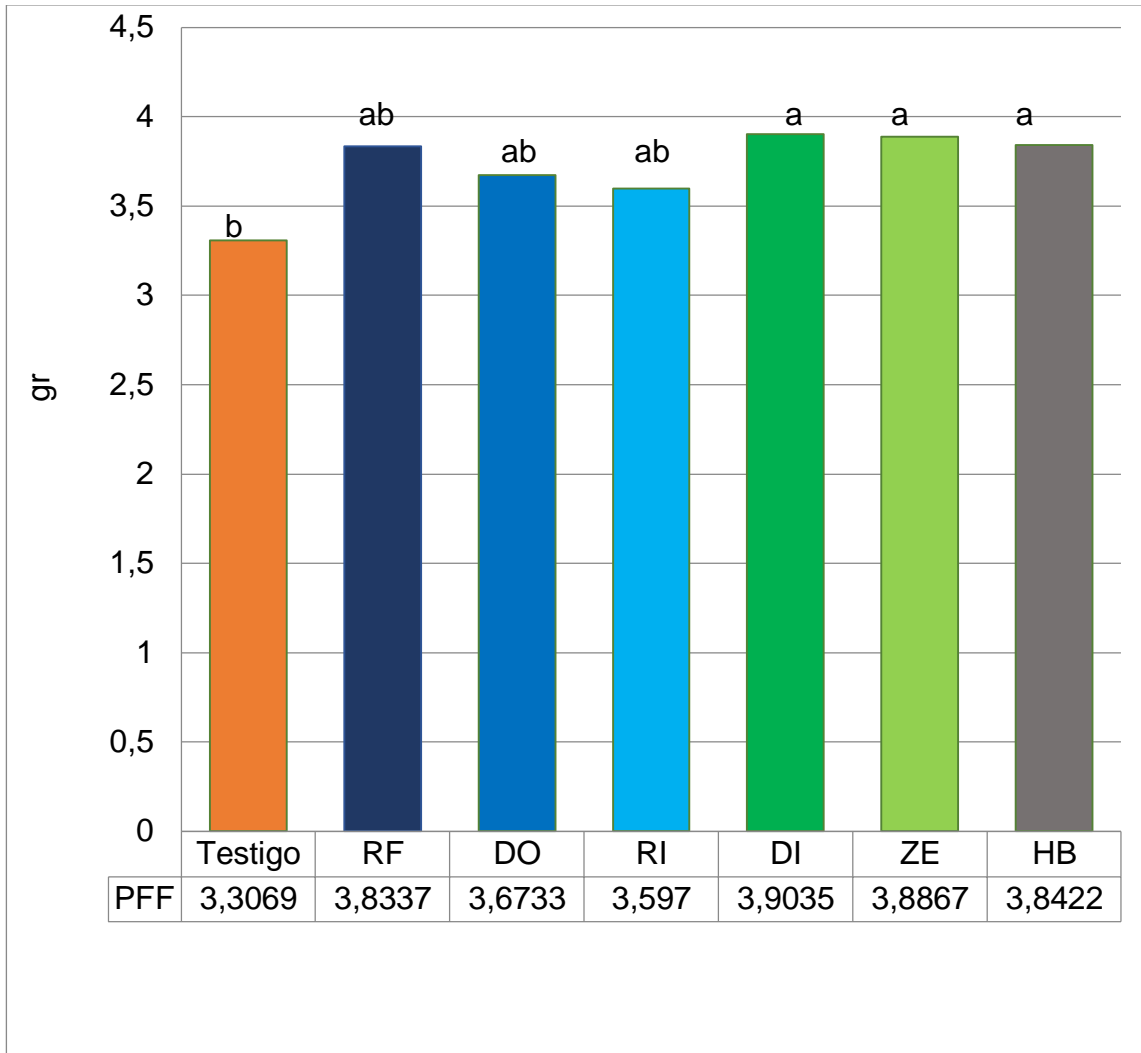


Figura 7 Peso fresco de fruto (PFF) con la adición de seis compuestos minerales.

Numero Total de Frutos (NTF)

De forma gráfica (Figura 8) observamos que el testigo y el tratamiento empleado con Zeolita (ZE), (tomado como referencia en otras variables donde este produjo un efecto mayor como DE , DP de frutos) el Testigo esta en un 25 % superior. Mientras el valor mas inferior se presento al adicionar la Roca Fosforica (RF).

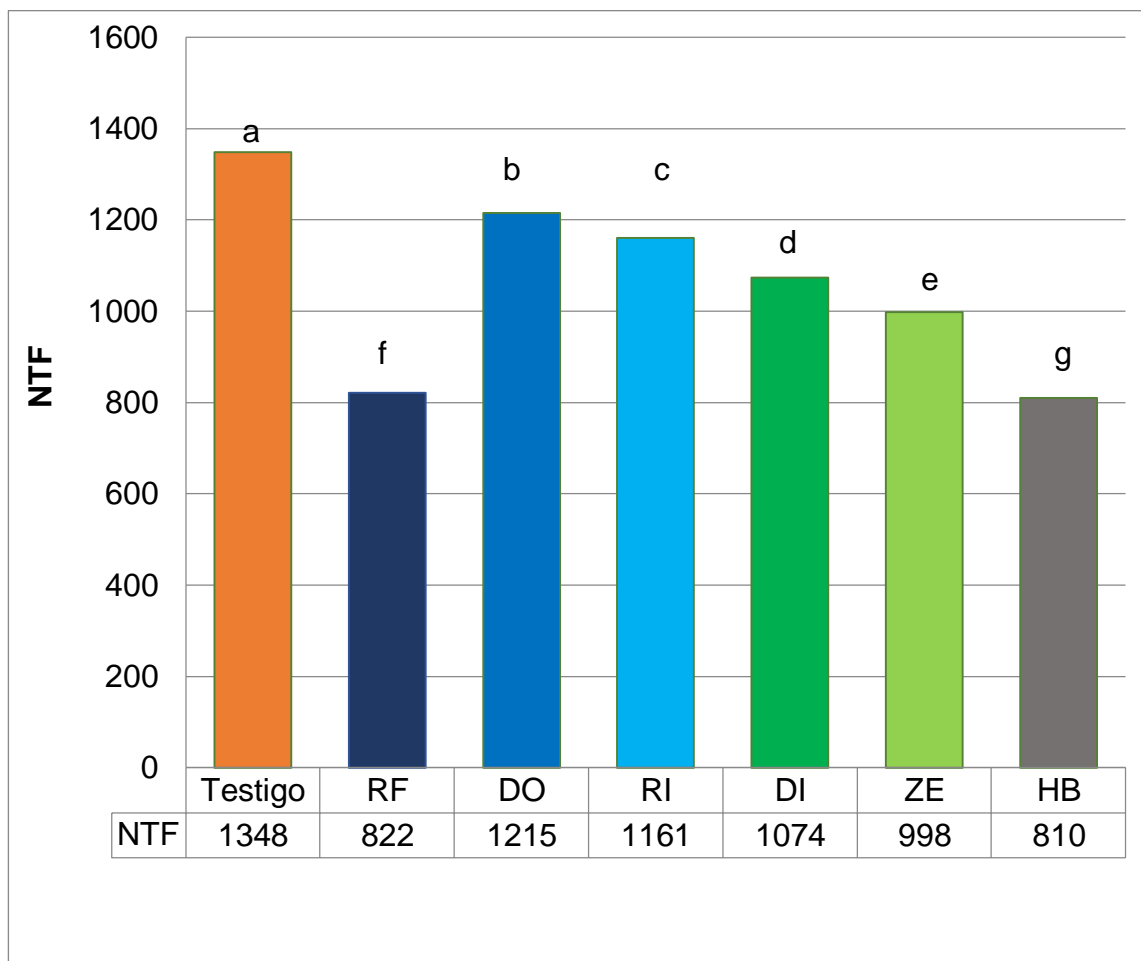


Figura 8 Número Total de Frutos (NTF) con la adición de seis compuestos minerales.

Solidos Solubles Totales (SST)

De acuerdo a los análisis realizado para la obtención de solidos solubles totales, se produjo un efecto significativo a favor del testigo, en comparación contrastante zeolita con un 24 % mayor tomado como referencia por la relevancia presentada en DE y DP de frutos. Una comparación más contrastante ocurre con la riolita siendo este un 24 %menor que los resultados obtenidos en el testigo (figura 9)

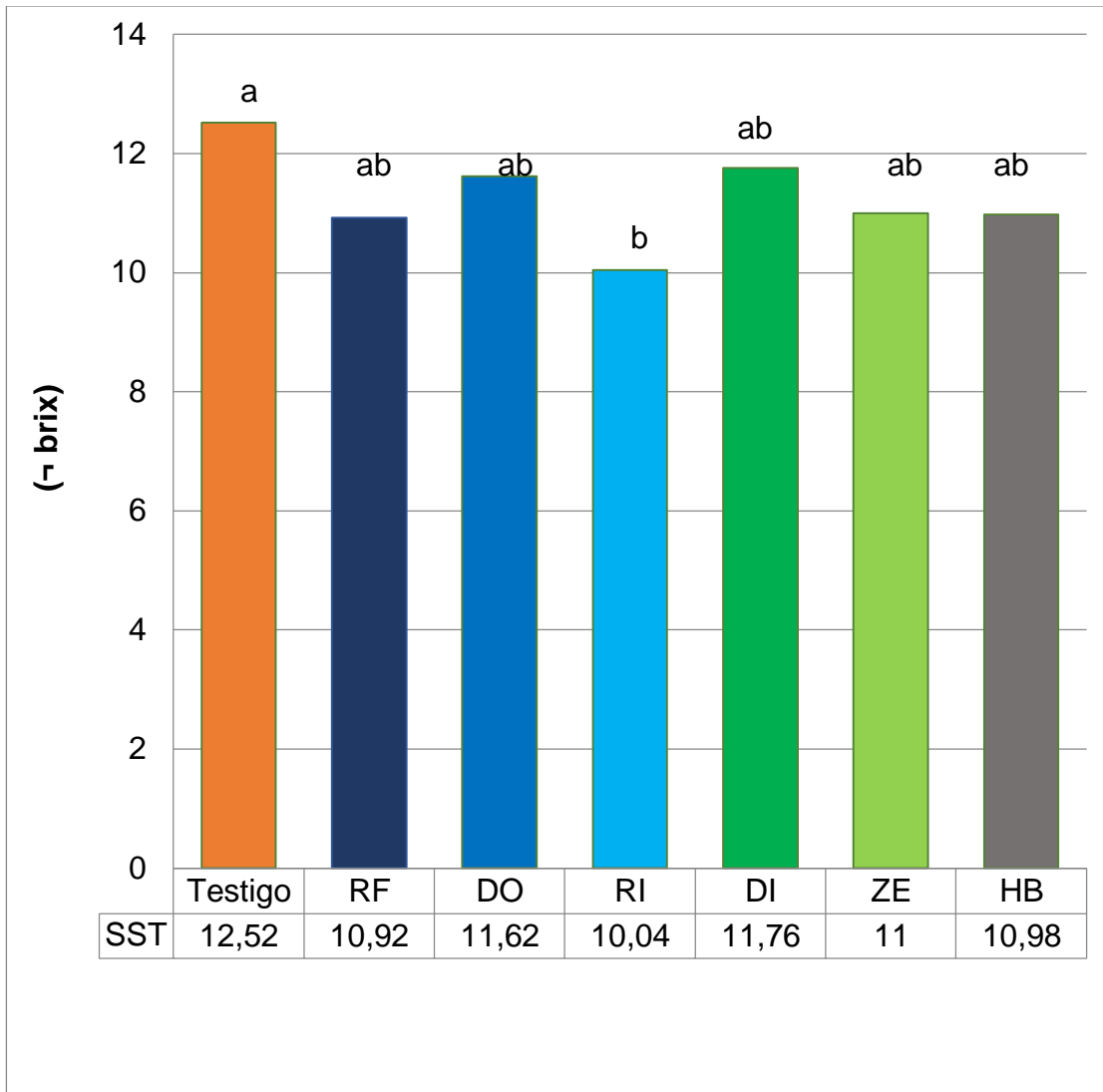


Figura 9 Efecto de la aplicación de rocas molidas sobre la variable solidos solubles totales

DISCUSION

Como discusión se puede establecer que en las variables medidas a la planta el compuesto que realizó el superior efecto fue la Zeolita (ZE); Así mismo, en Diámetro de Fruto (DPF, DEF), en el resto de las variables lo efectuó la Diatomita (DI) y el Testigo (Solución Nutritiva)

El uso irracional de fertilizantes químicos genera un impacto ambiental negativo en los suelos, cuando los iones disueltos pasan directamente a las aguas subsuperficiales. La adición de Zeolita (ZE) es una arcilla natural, que crea una malla de retención molecular a causa de su alta capacidad de intercambio catiónico (Chiea-Toro *et al.* 2006) Además de ser el único tratamiento con más elementos menores. Incrementa la eficiencia de los fertilizantes y disminuye los costos de fertilización, favoreciendo el desarrollo de una agricultura que reduzca la contaminación ambiental sin un costo adicional para el productor (Hernández, 2014).

Además los resultados de este trabajo concuerda con lo establecido por Urbina –Sanchez *et al.* (2006), donde estableció plantas de tomate bajo condiciones hidropónicas y la Zeolita (Ze) la enriquecido con Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg); como Testigo uso tezontle. Encontró que las plantas donde adicione la ZE con K y Mg, fueron de mayor tamaño.

En otra de sus investigaciones Urbina- Sanchez solo que en la planta ornamental Gerbera (*Gerbera jamesonii*) en el año 2011, enriquecieron la Ze con amonio encontraron valores similares en las variables medidas a la planta bajo estas condiciones.

Campos-Mota (2004), realizó un experimento en Frambuesa, donde empleo el tepetate como sustrato y le agrego el Fosforo (P) y micorrizas; encontró que, el P favoreció el rendimiento (197 g/planta), el tamaño de fruto y los Solidos Solubles Totales (SST). Las micorrizas aumentaron el número de frutos

totales y la relación SST con la Acidez Titulable (AT). La harina de basalto presento el valor más alto sobre la variable contenido de Vitamina C, esto puede deberse a la disponibilidad de fosforo y contenido de sílice de la harina, quizás no de la misma manera que los resultados obtenidos por Campos-Mota (2004), pero si influyendo en la calidad del fruto .

La aplicación de Dolomita con alto contenido de calcio, reflejo su influencia sobre la variable Diámetro Inferior de Tallos , el calcio se caracteriza por ser un elemento con baja habilidad de trasporte dentro de la planta (Navarro, 2003), una de las principales funciones del Ca en la planta es la de actuar, formando parte de la estructura de la protopectina, como agente cementante para mantener las células unidas (Navarro, 2000)

En cuanto a la variable de sólidos solubles totales, no coincide con los resultados de Aguilar (2012) donde afirma la relevancia de la aplicación de silicio en tomate sobre esta variable.

CONCLUSION

El uso de Diatomita (DI) produce un efecto benéfico en cuanto al Peso Fresco del Fruto (PFF), sin embargo aunque no significativo el uso de la Riolita realizó un efecto positivo sobre la variable Altura de Planta (AP), en el Diámetro Inferior de Tallo la Dolomita (DO) Y en la Vitamina C(VC) la Harina de Basalto (HB); mientras que en el resto de las variables medidas lo efectuó la Zeolita ZE).

LITERATURA CITADA

Abad, M., Noguera, P., & Carrión, C. (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo. Tratado de cultivo sin suelo. Madrid: Mundi-Prensa, 113-158

Armando Morillo ; Omaira Sequera ; Ricardo Ramíre 2007, Roca
Fosfórica acidulada como fuente de fósforo en un
suelo ácido con o sin encalado z ; Bioagro

Campos-Mota,L.,G.A. Baca- Castillo, D. joen-Contreras,A.Muratalla-Lua y
R.Acosta-Hernandez 2004.Fertirriego y micorriza en Frambuesa
Roja cultivada en Tepetate. Agrociencia 38:75:83

Córdova Yáñez, Alejandro; Coronado García, Manuel Arturo; Santiago
Hernández, Víctor Guadalupe; García Porchas, Mercedes;
Vásquez Navarro, Rubén Ángel; (2014). LA ZARZAMORA, UN
MERCADO POTENCIAL PARA LOS PRODUCTORES
AGROPECUARIOS DE LA SIERRA DE SONORA. *Revista
Mexicana de Agronegocios*, XVIII Enero-Junio, 784-794

Morillo, Armando, Sequera, Omaira, Ramírez, Ricardo, Roca fosfórica acidulada
como fuente de fósforo en un suelo ácido con o sin
encalado. Bioagro [en línea] 2007, 19 (diciembre) : [Fecha
de consulta: 17 de enero de 2018] Disponible
en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85719306>> ISSN
1316-3361

Treftz, C. y Omaye, ST (2015) Análisis de nutrientes de las frambuesas y las frambuesas del suelo y sin suelo Crecido en un invernadero. *Food and Nutrition Sciences* , **6** , 805 - 815.

Parra-Quezada, R. Á., Guerrero-Prieto, V. M., Arreola-Avila, J. G., EFECTO DE FECHA Y TIPO DE PODA EN FRAMBUESA ROJA 'Malling autumn Bliss' REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA 2007, 13 (Julio-Diciembre) : [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2017] Disponible en: <<http://w.redalyc.org/articulo.oa?id=60913280013>> ISSN 1027-152X

Ramírez, Ricardo, Eficiencia del uso del fósforo de la roca fosfórica por cultivares de maíz. *Interciencia* [en línea] 2006, 31 (enero) : [Fecha de consulta: 17 de enero de 2018] Disponible En : <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911207>> ISSN 0378-1844

USDA Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference recuperado 28 septiembre disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2374?fgcd=&manu=&facet=&format=Full&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=09302>

Urbina-Sánchez, E., & Baca-Castillo, G., & Núñez-Escobar, R., & Colinas-M., & Tijerina-Chávez, L., & Tirado-Torres, J. (2011). ZEOLITA COMO SUSTRATO EN EL CULTIVO HIDROPÓNICO DE GERBERA. *Terra Latinoamericana*, 29 (4), 387-394

Vázquez, M.; Terminiello, A.; Casciani, A.; Millán, G.; Cánova, D., Gelati, P.; Guilino, F.; Dorronzoro, A.; Nicora, Z.; Lamarche, L.; García, M. 2012. Respuesta de la soja (glicine max I. Merr) a enmiendas básicas en suelos de las provincias de Buenos Aires y Santa Fe. *Ciencia del Suelo*. 30: 43-55.