

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



(Producción y manejo de frambuesa en macrotúneles,
Rubus idaeus L.)

Por:

VÍCTOR BARRETO GUTIÉRREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

(Producción y manejo de frambuesa en macrotúneles,
Rubus idaeus L.)

Por:


VÍCTOR BARRETO GUTIÉRREZ

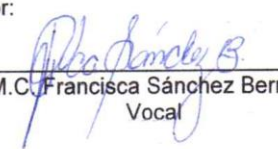
TESIS

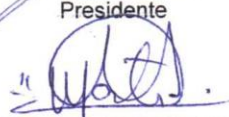
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:


INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

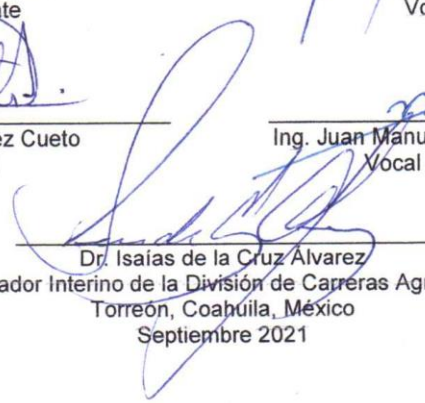
Aprobada por:


Dr. Rubén López Salazar
Presidente


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


M.C. Víctor Martínez Cueto
Vocal


Ing. Juan Manuel Nava Santos
Vocal Suplente


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas
Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2021

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

(Producción y manejo de frambuesa en macrotúneles,
Rubus idaeus L.)

Por:


VÍCTOR BARRETO GUTIÉRREZ

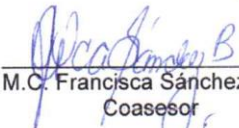
TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

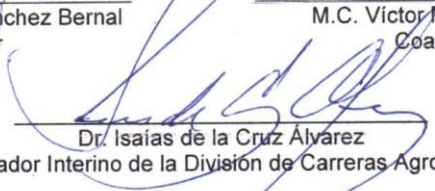
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Rubén López Salazar
Asesor Principal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor


M.C. Víctor Martínez Cueto
Coasesor


Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Septiembre 2021

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

AGRADECIMIENTOS

En especial mis amigos de preparatoria y universidad porque ellos estuvieron en cada etapa y siempre conté con su apoyo incondicional:

Iván Adair padilla Aragón

Juan Carlos Sedeño Manzanares

Fidelino Duarte Méndez

José Crescencio Prestequi Álvarez

José Daniel Vargas Martínez

Saúl Labra Salomón

A mis hermanas:

Rebeca Yamilet Barreto Gutiérrez

Ivana Barreto Gutiérrez

A la universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna por cobijarme 5 años entre sus aulas, pasillos, alumnos, ingenieros, maestros y doctores que me enseñaron una etapa importante en mi vida.

A la familia García Rodarte en especial al señor Manuel García Rodarte por que él fue uno de los pilares.

Al Doctor Rubén López Salazar por guiarme en el desarrollo de mi tesis y los conocimientos bastos sobre agronomía.

Y a todas aquellas personas que creyeron y que no creyeron mi porque todos esos deseos que tuve de ellos me formo para llegar hasta este punto de mi vida.

DEDICATORIA.

Principalmente a mi madre Yoana Gutiérrez Ocampo por todo el esfuerzo, tiempo y apoyo. Por sacrificar más de 23 años por un futuro mejor para mí, todo ese esfuerzo se empieza a reflejar en estos momentos, ella ha sido mi único motivo por el cual superarme estos últimos 10 años de mi vida y no tengo palabras suficientes para agradecerle todo lo que ha luchado, eres y seguirás siendo el motivo para superar cualquier meta que me proponga en esta vida.

De igual manera a un gran amigo Javier Francisco Ríos Mejía, por motivarme los últimos 6 años de mi vida en superarme y ser siempre el mejor en todo lo que haga, no rendirme y arriesgarme en mis decisiones. Siempre pensando de la mejor manera a la situación.

A mi tía María Isabel Barreto Anzures, por todo el apoyo incondicional que me brindo desde que ingrese a la universidad.

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado con el objetivo de establecer un manejo adecuado al área de producción para generar los azúcares solubles, que el mercado solicita. 1. Cortamos las plantas seleccionadas al azar y se recolectaron los tallos separando las hojas, frutos y raíz para solo quedarnos con los tallos, se cortaron en tamaños de 1 a 2 centímetros para después con una prensa extraer la savia y con una jeringa tomar la savia extraída para después colocar 3 gotas de savia por cardix. Se aplicó 5 diferentes fertilizaciones en etapa de fructificación. Las muestras se toman 1 vez por acre y fueron 1 análisis de C.E, pH, NO_3^- , Ca^+ , K^+ , Na^+ (savia) por acre, por igual 1 análisis se tomó 25 gr de suelo por muestra, para C.E, pH, NO_3^- , Ca^+ , K^+ , Na^+ (suelo) y para obtener tallos y frutos y extraer los °Brix en savia y °Brix en fruto. Los tratamientos de distribuyeron de acuerdo al diseño experimental completamente al azar, 13 tratamientos y diez unidades experimentales. Los tratamientos fueron sulfato de zinc (Zaguero SO_3 50% - Zn 0.5%), fosfato diamónico (DAP 18-46-0 %), nitrato de potasio (Ultrasol NKS 12-0- 46 %), Nitrato de Mg (11-0-0-15.5 %), Óxido de calcio (Harvest More Ca 18%), a fin de identificar diferencias estadísticas entre tratamientos. En este caso en la planta de frambuesa presento efecto positivo en variables de importancia agrícola, de acuerdo a la hipótesis al menos una dosis de nutrición y con un manejo acorde al área, se generará la cantidad adecuada de azúcares solubles, que solicito el mercado. En este caso si se cumple ya que la dosis que presento una efectividad superior en la mayoría de las variables evaluadas fue la de 3 Kg Ultrasol NKS (12-0- 46) % ,3 kg (DAP) NP (18-46-0) %, 2.5 Kg Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %, 3 kg Harvest More (Calcio) 18%, 1.9 Lt Zaguero (SO_3 50% - Zn 0.5%). Lo que nos indica que este compuesto interviene y participa en los procesos físicos y químicos del cultivo.

Palabras clave: Frambuesa en macrotúneles, *Rubus idaeus*, Nitratos del suelo, Potasio, Calcio

INDICE

<i>AGRADECIMIENTOS</i>	<i>i</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>ii</i>
<i>RESUMEN</i>	<i>iii</i>
<i>Índice de cuadros</i>	<i>vi</i>
<i>Índice de figuras</i>	<i>vii</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
4.1. Importancia económica de la frambuesa	3
4.2. Importancia económica de la frambuesa en México	7
4.3. Antecedentes históricos	9
4.4. Consumo de frambuesa y Aplicaciones	10
4.5. Frambuesa como ingrediente	11
4.6. Importancia de la fertilización	12
4.7. NPK como un nutriente esencial para plantas, humanos y animales	14
4.8. Destino de N y factor de biodisponibilidad del N en el suelo	15
4.9. Captación y translocación del Nitrógeno	17
4.10. Mecanismo de captación y traslocación del Fosforo	19
4.11. Bio-fortificación con Potasio	22
4.12. Estrategias agronómicas	24
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	25
5.1. Localización del Experimento	25
5.2. Clima	25
5.3. Manejo del cultivo	25
5.4. Diseños estadísticos	29
5.5. Muestreo vegetal	30
5.6. Determinación de la concentración de nutrientes	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
6.1. Conductividad eléctrica del suelo	34
6.2. Potencial de hidrogeno del suelo	35

6.3.	Nitratos del suelo.....	36
6.4.	Calcio del suelo.	37
6.5.	Potasio del suelo.	38
6.6.	Sodio del suelo.	39
6.7.	Conductividad electica de savia.....	40
6.8.	Potencial de hidrogeno de savia.	41
6.9.	Nitratos (Savia de planta).....	42
6.10.	Calcio (Savia de planta).....	43
6.11.	Potasio (Savia en planta).	44
6.12.	Sodio en Savia (Planta).	45
6.13.	Grados Brix en savia (Planta).	46
6.14.	Grados Brix en fruta.	47
6.15.	Producción de fruta en kilogramos por acre.	48
6.16.	Diferencia de °Brix con relación a otros autores.....	49
VI.	<i>Conclusión</i>	50
VII.	<i>LITERATURA CITADA</i>	51

Índice de cuadros

<i>Cuadro 1. Volumen de la producción mundial de berries.....</i>	<i>4</i>
<i>Cuadro 2. Valor de la producción de berries en México (millones de pesos).....</i>	<i>4</i>
<i>Cuadro 3. Volumen de las exportaciones mexicanas de frambuesas (toneladas).....</i>	<i>5</i>
<i>Cuadro 4. Importaciones de berries de E.U. procedentes de México. Valor en miles de dólares.</i>	<i>5</i>
<i>Cuadro 5. Volumen de producción de berries en México (toneladas).....</i>	<i>8</i>
<i>Cuadro 6. Proporción nutricional.....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 7. Nutrición en etapa de fructificación.....</i>	<i>28</i>
<i>Cuadro 8. Análisis de varianza de conductividad eléctrica del suelo (válvulas VI-V13).....</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro 9. Análisis de varianza del potencial de hidrogeno de suelo (válvulas VI-V13).....</i>	<i>35</i>
<i>Cuadro 10. Análisis de varianza de nitratos del suelo (válvulas VI-V13).....</i>	<i>36</i>
<i>Cuadro 11. Análisis de varianza de calcio del suelo (válvulas VI-V13).....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 12. Análisis de varianza de potasio del suelo (válvulas VI-V13).....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro 13. Análisis de varianza en sodio del suelo (válvulas VI-V13).....</i>	<i>39</i>
<i>Cuadro 14. Análisis de varianza en conductividad electrica de savia (válvulas VI-V13).....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 15. Análisis de varianza del potencial de hidrogeno de savia (válvulas VI-V13).....</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 16. Análisis de varianza en nitratos savia de planta (válvulas VI-V13).....</i>	<i>42</i>
<i>Cuadro 17. Análisis de varianza en calcio de savia de planta (válvulas VI-V13).....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 18. Análisis de varianza de potasio en savia de planta (válvulas VI-V13).....</i>	<i>44</i>
<i>Cuadro 19. Análisis de varianza en sodio de savia de planta (válvulas VI-V13).....</i>	<i>45</i>
<i>Cuadro 20. Análisis de varianza de grados Brix en savia de planta (válvulas VI-V13).....</i>	<i>46</i>
<i>Cuadro 21. Análisis de varianza en grados Brix de fruta (válvulas VI-V13).....</i>	<i>47</i>
<i>Cuadro 22. Diferencia de °Brix con relación a otros autores.....</i>	<i>49</i>

Índice de figuras.

<i>Figura 1. Ensalada.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2. Destino del nitrógeno aplicado como fertilizante.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 3. Efecto del abono verde y biodisponibilidad.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 4. Relaciones entre el ciclo del nitrógeno y los compartimentos orgánicos y minerales.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5. Relaciones entre el ciclo del fósforo y los compartimentos orgánicos y minerales.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6. Tallos y folíolos.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 7. Suelo para muestra.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 8. Fruta.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 9. Recolección de fruta.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 10. Cardix.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 11. Conductividad eléctrica del suelo de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 12. Potencial de hidrogeno del suelo de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 13. Nitratos del suelo de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 14. Calcio del suelo de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 15. Potasio del suelo de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 16. Sodio del suelo de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 17. Conductividad eléctrica de savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 18. Potencial de Hidrogeno de savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 19. Nitratos de savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 20. Calcio de savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 21. Potasio de savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 22. Sodio de savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 23. Grados Brix en savia de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 24. Grados Brix en fruta de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 25. Producción de frutas en kilogramos por acre de las válvulas (VI-VI3).....</i>	<i>48</i>

I. INTRODUCCIÓN.

El interés en el cultivo de frambuesa, (*Rubus idaeus* L.) en México se ha incrementado en los últimos años, la superficie de este cultivo aumentó un 520% en la década pasada, de 196 hectáreas (ha) en el año 2000 a 1,216 ha en 2010, los principales estados productores de esta frutilla son Jalisco, Michoacán y Baja California (SIAP, 2011); este incremento en México se explica por el aumento en las importaciones de esta a Estados Unidos de América (E. U. A.), es el cuarto productor de frambuesa a nivel mundial y tercer importador de esta frutilla (FAOSTAT, 2011). En 2009, México se ubicó como el primer proveedor de frambuesa a E. U. A., principalmente fruta producida en invierno.

La densidad de tallos productivos es uno de los componentes de rendimiento de frambuesa en una plantación perene, la selección de la densidad de tallos frutales en una plantación es importante ya que estas en una planta de frambuesa compiten por carbohidratos almacenados en la raíz para su crecimiento inicial, esto reduce el número de frutos por tallos productivos y el rendimiento (Alvarado-Raya *et al.*, 2007); además, la competencia entre tallos productivos que se genera en plantaciones de altas densidades resulta en una disminución del rendimiento por caña (Oliveira *et al.*, 2007); el mayor número de cañas puede compensar el decremento en mayores rendimientos por área (Vanden Heuvel *et al.*, 2000; Nes *et al.*, 2008), sin afectar el tamaño de fruto (Darnell *et al.*; 2006). En resumen, la elección adecuada de la densidad en una plantación de frambuesa es determinante para asegurar un rendimiento adecuado por caña y área.

OBJETIVOS

Establecer un manejo adecuado al area de producción para generar los azucares solubles, que el mercado solicita.

II. HIPÓTESIS

Con un manejo acorde al área, se generará la cantidad adecuada de azucares solubles, que el mercado solicita.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

4.1. Importancia económica de la frambuesa

La frambuesa (*Rubus idaeus* L.) pertenece al orden Rosales, familia de las Rosáceas y género *Rubus*, el frambueso rojo o europeo procede del monte Ida, en Grecia, desde donde se extendió a Italia, Países Bajos, Inglaterra y América del Norte, a Chile con la colonización alemana del sur a mediados del siglo XIX.

Otras especies cultivadas son:

R. strigosus (Frambueso silvestre)

R. occidentalis (Frambueso negro)

R. neglectus (Frambueso morado o púrpura).

Entre las especies del género *Rubus* se han realizado hibridaciones, encontrándose más de 100 variedades comerciales aptas para cultivos destinados a la exportación en fresco y procesado, los frutos son poli drupas con un receptáculo común (Sudzuki, 1981).

Hay distintos sistemas de producción, las principales empresas líderes del mercado trabajan en una modalidad intensiva, que incluye el uso de microtúneles y variedades productivas adaptadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona, debido a su importancia económica y comercial, las berries más producidas en el mundo son las fresas, arándanos y frambuesas, de acuerdo a estadísticas de la FAO durante el periodo 2005-2013, se produjeron en el mundo un total de 7.8 millones de toneladas de dichas especies con el 6.83%, durante el periodo 2008-2009 se registró un crecimiento anual (TCA) en la producción con un 8.80%; durante el periodo 2005-2013, la producción de berries en el mundo registró una Tasa de crecimiento Media Anual (TCMA) del 3.85%, alcanzado por la producción de arándanos con un 9.81% (FAOSTAT, 2016). Cuadro 1.

Cuadro 1. Volumen de la producción mundial de berries.

Año/Berries	Frambuesas*/	Arándanos	Fresas	Total	TCA
2005	511,538	619,286	5,728,681	6,859,505	---
2006	519,464	697,513	5,840,485	7,057,462	2.89
2007	502,656	668,648	5,869,201	7,040,505	-0.24
2008	468,580	748,664	6,009,759	7,227,003	2.65
2009	503,136	745,355	6,614,836	7,863,327	8.80
2010	524,772	719,864	6,593,377	7,838,013	-0.32
2011	605,439	810,525	6,758,581	8,174,545	4.29
2012	573,679	906,872	7,294,535	8,775,086	7.35
2013	578,233	964,194	7,739,621	9,282,048	5.78
Promedio	531,944	764,547	6,494,342	7,790,833	
Part. (%)	6.83	9.81	83.36	100.00	
TCMA	1.54	5.69	3.83	3.85	

Mientras que el valor producido por las frambuesas es marginal (630.63), éstos registran la mejor expectativa de producción y valor que generan (SAGARPA-SIACON, 2016). Cuadro 2.

Cuadro 2. Valor de la producción de berries en México (millones de pesos).

Año/Berries	Zarzamora	Fresa	Frambuesa	Arándano	Total	TCA
2005	641.44	1,449.01	153.18	5.20	2,248.82	---
2006	732.89	1,745.67	292.82	5.28	2,776.67	123.47
2007	881.50	1,449.83	312.32	2.51	2,646.16	95.30
2008	2,376.76	1,482.82	395.70	3.02	4,258.30	160.92
2009	2,781.96	1,953.48	590.26	10.75	5,336.43	125.32
2010	1,428.62	2,102.68	662.24	20.73	4,214.27	78.97
2011	3,602.02	2,514.61	746.33	156.18	7,019.14	166.56
2012	3,869.84	4,336.39	682.70	318.95	9,207.87	131.18
2013	4,095.53	4,173.59	1,068.02	466.24	9,803.37	106.47
2014	5,111.59	5,472.46	1,402.71	937.03	12,923.79	131.83
Promedio	2,552.21	2,668.05	630.63	192.59	6,043.48	
Part. (%)	42.23	44.15	10.43	3.19	100.00	
TCMA	25.94	15.91	27.90	159.29	21.45	

Las exportaciones mexicanas de frambuesas están concentradas en la fracción 08102001 del Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías, las cuales tienen como destino principal Estados Unidos, con un 92.47%, y un monto de 62 mil toneladas, las exportaciones han crecido a un ritmo del 23.06%, durante el periodo 2005-2015, las exportaciones hacia otros países han sido poco relevantes durante el mismo lapso de tiempo (SIAVI, 2016). Cuadro 3.

Cuadro 3. Volumen de las exportaciones mexicanas de frambuesas (toneladas).

Año/País	Estados Unidos	Italia	Reino Unido	Países Bajos	Total	TCA
2005	14,739	38	732	320	16,022	---
2006	22,737	110	1,713	684	25,437	58.76
2007	32,147	236	1,848	663	35,162	38.23
2008	40,888	290	2,474	684	44,661	27.01
2009	52,351	16,325	1,908	859	71,729	60.61
2010	60,111	401	1,135	1,392	63,519	-11.45
2011	67,333	392	1,068	1,531	70,799	11.46
2012	83,732	511	896	1,954	88,117	24.46
2013	87,390	402	933	2,088	92,049	4.46
2014	105,485	405	894	1,936	110,340	19.87
2015	117,379	646	1,068	1,170	122,185	10.73
Promedio	62,208	1,796	1,333	1,207	67,275	
Part. (%)	92.47	2.67	1.98	1.79	100.00	
TCMA	23.06	32.64	3.84	13.84	22.53	

El principal destino de las exportaciones mexicanas de berries es E. U. A., representan el 90% de las exportaciones de fresas, frambuesas, arándanos, moras y zarzamoras de nuestro país. Las importaciones estadounidenses superaron en promedio las 336 mil toneladas, durante el periodo 2011-2015, a un ritmo del 13.17%; el 73.16% se comercializó como fruta fresca y el 26.84% como congelada; se superó los mil millones de dólares durante dicho lapso de tiempo, el mercado mostro una tendencia creciente a través de los último cinco años, tanto en volumen como valor; durante los meses de enero-abril 2016 se importó el 73% de berries frescas importadas durante todo el 2015 (Foreign Agricultural Service, 2016).

Cuadro 4.

Cuadro 4. Importaciones de berries de E.U. procedentes de México. Valor en miles de dólares.

Berries/Año	2011	2012	2013	2014	2015	Ene-Abr 2016	Prom.	Part. (%)	TCMA
B. Frescas	546,690	757,010	772,154	1,018,946	1,283,098	848,465	875,580	86.54	23.77
B. Congeladas	105,212	133,169	119,798	140,593	181,901	99,005	136,135	13.46	14.67
Total	651,902	890,179	891,952	1,159,539	1,464,999	947,470	1,011,714	100	22.44
	Volumen (miles de toneladas)								
B. Frescas	177.18	241.47	239.18	272.36	299.74	179.52	245.98	73.16	14.05
B. Congeladas	72.98	90.95	85.08	91.76	110.54	60.26	90.26	26.84	10.94
Total	250.16	332.42	324.26	364.11	410.28	239.78	336.25	100.00	13.17

Por su importancia económica y comercial, las berries más producidas en el mundo son las fresas, arándanos y frambuesas; en este sentido la berries más comercializada internacionalmente es la fresa, la producción de arándanos ha registrado un crecimiento en el mundo, durante la última década el principal país productor de fresa es China, México se ubica en el quinto lugar, mientras que E. U. A. es el principal productor de arándanos. En México las principales berries son la fresa, zarzamora, frambuesa y arándano; el estado de Michoacán se ubica como líder productor, sobresaliendo la producción de fresas y zarzamoras; la producción nacional de arándanos tiene una participación marginal respecto a las demás berries (SAGARPA-SIACON, 2016).

Respecto al comercio internacional, las fresas se exportan en primer lugar en los últimos diez años, seguidas de las frambuesas, zarzamoras y moras; E. U. A. representa el principal mercado de exportación de las berries mexicanas, , México se ha constituido como un significativo importador de berries, ya que un porcentaje equivalente al 50% de su producción es abastecido por el mercado externo, principalmente E. U. A. (Morales, R. 2016).

Las exportaciones mexicanas se realizan principalmente en fresco, en meses de enero-abril) la ventana de exportación más utilizada por los productores nacionales, la producción de berries en México se perfila como una trascendente actividad agrícola, ya que crea empleos, es fuente importante en la generación de divisas, al aprovechar las ventajas comparativas y competitivas que nos brinda el mayor mercado consumidor de dichas frutas, especialmente durante el invierno (Martínez y Martínez, 2016).

4.2. Importancia económica de la frambuesa en México.

La producción de frambuesa en México creció 111% entre enero y octubre de 2016, México se consolidó como el quinto productor mundial de este cultivo al quinto bimestre del año 2016, la producción superó las 54 mil toneladas, esto representa alrededor del 80% del total producido en 2015, la producción se realiza en ocho entidades federativas, Baja California, Colima, Ciudad de México, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán y Puebla, los tres principales estados productores de frambuesa entre enero y octubre de 2016 fueron Jalisco 38 mil toneladas; Baja California nueve mil toneladas y Michoacán seis mil toneladas; los cuales aportaron el 98% del volumen nacional; entre 2014-2016, TMCA se situó en 71%, refleja un interés productivo hacia este cultivo agrícola (Martínez y Martínez, 2016).

En 2015, las exportaciones de frambuesa se ubicaron en más de 508 millones de dólares, con un incremento a TCA de 38%, frutilla comercializada en 25 destinos internacionales, entre los que destacan Canadá, Estados Unidos, Rusia, Brasil, Japón, Países Bajos, Bélgica, España, Francia, Reino Unido e Italia. México ha participado con envíos de frambuesa fresca y congelada a E. U. A., este mercado enfrenta la competencia de Canadá, principal proveedor de frambuesa fresca a E. U. A. a los que se suma Chile, Costa Rica, Brasil y Guatemala, entre otros, países que también proveen al mercado estadounidense. El informe destaca las excelentes condiciones edafoclimáticas para la producción general de berries en México; en el mercado existe un número importante de empresas extranjeras, que han invertido en el negocio de los berries en México y cuentan con importantes operaciones e instalaciones en el país (ODEPA, 2016).

En México el uso de microtúneles tiene el objetivo de la protección del cultivo de condiciones climáticas adversas, ya que condiciones de temperatura y humedad mantienen a las plantas permanentemente estimuladas en crecimiento; otras empresas apuestan por producciones intensivas, donde rotan la planta todos los años y apuntan a lograr rendimientos sobre 13 toneladas por hectárea al año, otros productores prefieren mantener las plantas por varios años, obteniendo no más de 10 toneladas por hectárea al año; en la industria también se han conformado

asociaciones como Aneberries (Asociación de Exportadores de Berries) donde los exportadores ven representados sus intereses y les permite estrechar vínculos con los productores, la cosecha se concentra entre los meses de octubre y abril, por lo que es bastante más extensa que en E.U.A., donde es mucha más concentrada (Andrés Bascopé, 2016).

La alta rentabilidad del negocio para los productores mexicanos se debe a los retornos por kilo, ya que acceden a una ventana de altos precios comparados con la producción de E.U.A., El bajo costo de producción por kilo comparado con E.U.A. Estos factores hacen que el negocio sea muy atractivo y competitivo; gracias a estas características, México ocupa el quinto lugar como productor y el cuarto como exportador (Andrés Bascopé, 2016).

Durante el periodo 2005-2014 se produjeron en México 382 mil toneladas de berries, destacando las fresas con el 68.76%, zarzamoras (25.52%), frambuesas (4.53%) y los arándanos (1.19%); la producción de dichas especies registró una TCMA del 14.10%, destacando el mayor crecimiento registrado por la producción de los arándanos (103.12%) y las frambuesas (24.26%), en el año 2008 se obtuvo un incremento del 47.43%, respecto al año anterior, cabe destacar el auge en la producción de arándanos, al pasar de de 260 toneladas durante el 2005, a más de 18 mil en 2014 (SAGARPA-SIACON, 2016).

Cuadro 5. Volumen de producción de berries en México (toneladas)

Año/Berries	Zarzamora	Fresa	Frambuesa	Arándano	Total	TCA
2005	35,135	162,627	5,044	260	203,067	---
2006	42,497	191,843	9,351	264	243,954	20.14
2007	44,136	176,396	11,477	124	232,132	-4.85
2008	118,422	208,932	14,726	150	342,230	47.43
2009	115,961	233,041	13,559	1,595	364,156	6.41
2010	61,558	226,657	14,344	1,059	303,618	-16.62
2011	135,563	228,900	21,468	6,704	392,634	29.32
2012	139,803	360,426	17,009	7,191	524,429	33.57
2013	128,976	379,464	30,411	10,160	549,012	4.69
2014	152,922	458,972	35,627	18,031	665,552	21.23
Promedio	97,497	262,726	17,301	4,554	382,078	
Part. (%)	25.52	68.76	4.53	1.19	100.00	
TCMA	17.75	12.22	24.26	103.12	14.10	

4.3. Antecedentes históricos.

Esta fruta se originó en el continente europeo, se descubrió su cultivo por primera vez en Grecia en el Monte Ida, de ahí empezó a ser comercializada a Inglaterra, Italia, Holanda y América del Norte, actualmente en la mayoría de los países europeos cosechan la frambuesa para luego separarla como frutos frescos, producciones de jaleas o aromatizantes, fueron los romanos quienes se encargaron de expandir el cultivo por toda Europa, utilizada en sus inicios como fruta medicinal o alimento ingerido como una comida diaria. Los colonos promovieron el cultivo de las frambuesas en las Américas, siendo estos los que introdujeron este arbusto espinoso en el territorio americano, se caracteriza por ser una fruta que aporta una cantidad notoria y destacable en fibras, las cuales ayudan a las personas a mejorar el tránsito intestinal, constituye una buena fuente en vitaminas C, ácidos pelágicos y ácidos cítricos, es una fruta que se encarga de proporcionar al cuerpo humano una cantidad distinguida en flavonoides y folatos, contribuyen a alejar enfermedades degenerativas, cardiovasculares y hasta diferentes tipos de cáncer, provee ciertos minerales como potasio, calcio y magnesio (Zueng, *et al.*, 1993).

4.4. Consumo de frambuesa y Aplicaciones.

Durante siglos se recolectó la frambuesa silvestre y se hacía por motivos médicos, no alimentarios, fue a partir del siglo XV cuando comenzó a cultivarse de forma sistemática y desde entonces se han venido realizando selecciones para dar lugar a variedades de mayor tamaño y jugo, en el siglo XVI era fácil encontrar frambuesos en los jardines ingleses; aunque identificamos la frambuesa con el color rojo, se pueden encontrar también amarillas y negras, incluso anaranjadas y blancas; se trata de una fruta muy perecedera en la que proliferan los mohos y hongos a las pocas horas de su recolección por lo que deben conservarse en el frigorífico donde durarán entre dos y tres días; en general, si no están sucias, no se aconseja lavar las frambuesas ya que absorben agua, se reblandecen y pierden sabor con facilidad, en cualquier caso ha de hacerse con poca agua, de manera delicada, sin colocarla debajo del chorro directo y hacerlo inmediatamente antes de su consumo para mantenerlas en estado óptimo; se trata de una fruta versátil, ideal para tomar frescas o para utilizar en preparaciones tanto dulces como saladas; deliciosas en tartaletas con crema, resultan también perfectas combinadas con chocolate, se utilizan para acompañar platos de carne, aquellas con sabores potentes como la caza o el pato.

Tiene numerosas propiedades y destaca de manera especial su alta capacidad antioxidante, cuenta con elementos que previenen la oxidación o envejecimiento de las células y tejidos, bloquean el efecto nocivo de los radicales libres (ABC Bienestar, 2019).



Figura 1. Ensalada.

4.5. Frambuesa como ingrediente.

Saludable y nutritivas son las características de las frambuesas, caracteriza por contener vitamina C, potasio, antioxidantes y fibra, bajo contenido de calorías y azúcares, aporta aproximadamente 65 calorías y 15 gramos de carbohidratos, de los cuales 8 miligramos son fibra, es un alimento muy beneficioso para nuestro organismo; Jessica Liberona, nutricionista e integrante del programa de Obesidad y Diabetes de Clínica Universidad de los Andes, señala que: “es una excelente alternativa de fruta y se puede incluir de distintas formas, como jugos o en su estado natural también tienen un muy rico sabor; además, sus bondades desintoxican nuestro organismo”.

Cuadro 6. Proporción nutricional.

Entre las propiedades más destacables de este alimento está la concentración de antioxidantes que tiene; diversos estudios han demostrado que el consumo de frambuesas, contribuye a prevenir la presión arterial y ciertos tipos de cánceres”, comenta la especialista (Jessica Zúñiga, 2019).

INFORMACIÓN NUTRICIONAL (100 GRAMOS)	
Energía	159 (38) kJ (kcal)
Grasa total	0.525 g
Proteína	1.2 g
Agua	84 g
Fibra dietética	6.7 g
Proteína	7 g
Vitamina C	25 mg
Vitamina E	0.2 mg
Vitamina B6	0,06 mg
Vitamina A	2 ug
Potasio	220 mg
Calcio	22 mg
Fósforo	29 mg
Hierro	0.7 mg

4.6. Importancia de la fertilización.

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, corrige las deficiencias nutrimentales, favorece el desarrollo de los cultivos, mejora el rendimiento y calidad del producto, no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero es una práctica de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo, el abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo; la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, etapas del desarrollo y del medio, es más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica; en 1844 se reporta que en Francia se aplicó sulfato ferroso en el follaje de la vid para corregir la clorosis en las plantas, también se tenían noticias de que en muchas partes del sur de Europa la fertilización foliar era conocida por los agricultores, quienes la practicaban ampliamente, esta práctica posteriormente se hizo intensiva en otras partes del mundo, en donde los agricultores habían visto efectos benéficos en el incremento de rendimiento y calidad del producto; además, ya se había observado que en algunos lugares los fertilizantes químicos aplicados al suelo no actuaban eficiente y satisfactoriamente (Eibner, 1986).

A partir de 1950, cuando se empezaron a utilizar radioisótopos en la agricultura, mejores técnicas de laboratorio y aparatos para el rastreo y análisis de nutrimentos del tejido vegetal, se lograron avances sobre la efectividad de la fertilización foliar (Pérez, 1988); en las últimas décadas varios trabajos de investigación han demostrado la bondad de esta práctica cuyo uso es común hoy en día (Trinidad et al., 1971; Chonay, 1981; Cardona, 1988; Pérez, 1988); actualmente se sabe que puede contribuir en la calidad y en el incremento de los rendimientos de las cosechas y problemas de fertilización al suelo se pueden resolver fácilmente mediante esta práctica (Fregoni, 1986).

Se reconoce que la absorción de los nutrimentos a través de las hojas no es la forma normal, la hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de

éstos a los lugares de la planta de mayor demanda. El abastecimiento de los nutrimentos a través del suelo está afectado por muchos factores de diferentes tipos: origen del suelo, características físicas, químicas y biológicas, humedad, plagas y enfermedades (Bear, 1965; Plancarte, 1971; Trinidad *et al.*, 1971).

Por consiguiente, habrá casos en que la fertilización foliar sea eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, y casos en que no sea recomendable su uso, la hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersion (Tisdale *et al.*, 1985); sin embargo, también puede penetrar elementos a través del tallo, si éste no presenta una suberización o lignificación fuerte, tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo, la hoja es un tejido laminar formada en su mayor parte por células activas (parénquima y epidermis) con excepción del tejido vascular (vasos del xilema que irrigan la hoja de savia bruta) y la cutícula que es un tejido suberizado o ceroso que protege a la epidermis del medio (Bidwell, 1979).

4.7. NPK como un nutriente esencial para plantas, humanos y animales.

El NPK son nutrientes vitales para el crecimiento y desarrollo normal de las plantas, animales y humanos, la presentación de los fertilizantes minerales es muy variada, dependen del proceso de fabricación, las partículas de los fertilizantes minerales pueden ser de diferentes tamaños y formas: gránulos, píldoras, perlados, cristales, polvo de grano grueso/compactado o fino, la mayoría de los fertilizantes es provista en forma sólida, existen también líquidos y en suspensión; además, de su contenido nutritivo específico, la calidad física es determinada por el rango del tamaño de sus partículas, su densidad, dureza, resistencia a la humedad, daño físico y su libertad de apelmazarse; los fertilizantes de alta calidad gozan de un tratamiento especial de la superficie (recubrimiento), los nutrientes primarios son expresados comúnmente en porcentajes N - P₂O₅ - K₂O (algunas veces con el agregado de microelementos Mg - S), ellos son dados siempre en esta secuencia; por ejemplo, en una fórmula 25-5-10, el primer número es el porcentaje de N, el segundo de P₂O₅ 3 y de K₂O; el etiquetado también indica el peso de la bolsa, a menudo da recomendaciones para su correcta manipulación y almacenamiento, el nombre del productor o del comerciante del fertilizante. La mayoría de los fertilizantes también tienen un nombre de marca, el cual es impreso en la bolsa del fertilizante. Por ejemplo, una bolsa de fertilizantes de 50 kg de grado 17-17-17 contienen 17 kg de N, 17 kg de P₂O₅ y 17 kg de K₂O. Contrariamente al término grado, la fórmula del nutriente se refiere a las proporciones relativas de los nutrientes respectivos: el grado 17-17-17 debería tener una razón 1:1:1 de N- P₂O₅ - K₂O, mientras un grado 12-24-12 debería tener una razón 1:2:1; es importante conocer el análisis del fertilizante o el grado para calcular la cantidad correcta de fertilizante para la dosis necesaria de nutrientes a ser aplicada por hectárea (FAO, 2002).

4.8. Destino de N y factor de biodisponibilidad del N en el suelo.

El N aplicado como fertilizante puede tener varios destinos, una parte es absorbida por las plantas, otra permanece en el suelo formando parte de la MO y otra, puede perderse por lixiviación, volatilización o desnitrificación. En la Figura 2 se muestra el destino del N aplicado como fertilizante en forma de urea en parcelas con y sin laboreo. Se encontró que 68% del N aplicado fue recuperado en la planta y el suelo. Atta y Van Cleemput (1988) al aplicar 238 kg/ha de N observaron una recuperación de 12% del fertilizante aplicado, 13% permaneció en el suelo y 75% se perdió en diferentes formas.

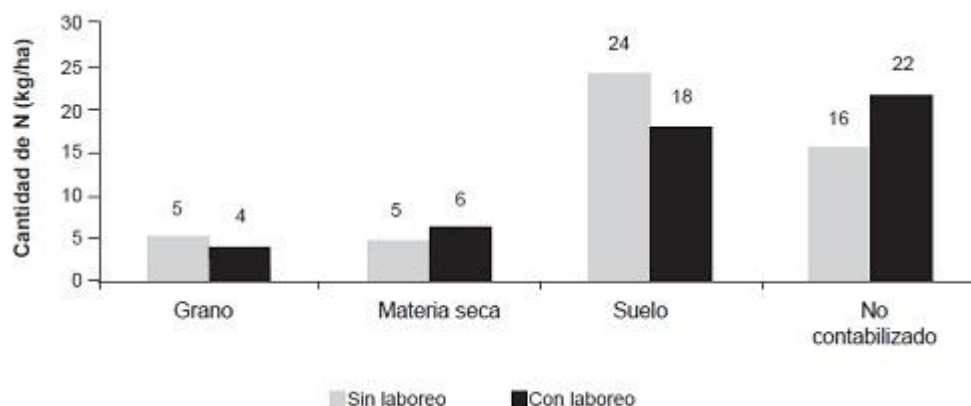


Figura 2. Destino del nitrógeno aplicado como fertilizante.

En la Figura 3 se presenta la eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN) que varió entre 18 y 26%. No se hallaron diferencias ($P > 0.05$) por efecto de los tratamientos, es decir, no se observó respuesta al laboreo ni al uso de abonos verdes, en forma individual o combinada. Los valores obtenidos fueron inferiores a los reportados por Pino et al. (1996), quienes en Ultisoles de la novena región de Chile observaron una EUN de 39% cuando aplicaron urea, no obstante, los valores en el presente estudio se encuentran en el rango de recuperación de fertilizantes nitrogenados (19 - 89%) en suelos agrícolas de América Latina (Urquiaga, 2000).

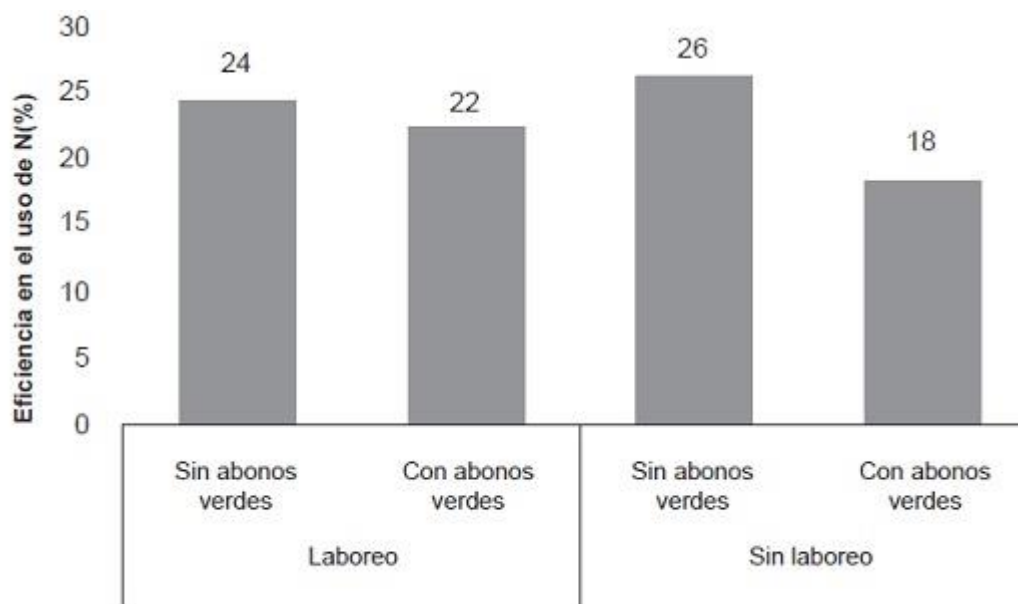


Figura 3. Efecto del abono verde y biodisponibilidad.

La fertilización en el cultivo de sésamo muestra resultados diversos, en algunos casos son positivos en determinados sitios y con diferentes variedades y negativos en otras situaciones, lo que muestra la complejidad y la dificultad para entender las relaciones suelo-planta en el cultivo (Silva, 2005). Atta y Van Cleemput (1988) en suelos arenosos con la aplicación de 238 kg/ha de N en forma de fertilizante químico, encontraron que las plantas de sésamo sólo recuperaron 12% del N aplicado, 13% permaneció en el suelo y el 75% restante se perdió por lixiviación, denitrificación y volatilización. Los estudios con fertilizantes nitrogenados enriquecidos con el isótopo estable ^{15}N muestran que entre 20% y 87% del N aplicado es recuperado en la primera cosecha, entre 10% y 35% es retenido en el suelo y entre 1% y 35% se pierde por diferentes medios (Kumar y Goh, 2000; Urquiaga, 2000). Las variaciones en estos rangos son debidas a las diferentes fuentes y niveles de fertilización, variaciones del clima, prácticas de manejo y tipo de cultivo (Kumar y Goh, 2000). El uso de técnicas utilizando fertilizantes enriquecidos con isótopos estables es apropiado para estudiar la dinámica del N en el sistema suelo-planta-atmósfera, ya que permite conocer el destino del N aplicado como fertilizante y determinar la eficiencia de su uso (Bowen y Zapata, 1991; Pino, 2010).

4.9. Captación y translocación del Nitrógeno.

La dinámica de este elemento (figura 4) en la biosfera comprende principalmente la fijación de nitrógeno (N_2), la mineralización, la nitrificación, la desnitrificación (Hayatsu *et al.*, 2008) y la oxidación anaeróbica del amonio Anamox (Hu *et al.*, 2011), procesos mediados principalmente por microorganismos presentes en el suelo (Klotz y Stain, 2008). El nitrógeno entra en la biosfera por fijación química y biológica del nitrógeno molecular (N_2) y se remueve de la misma por desnitrificación. Delgado y Salas (2006) proponen que la determinación cuantitativa de los diferentes compartimientos orgánicos y minerales, está relacionada con la disponibilidad de nutrientes y su susceptibilidad de alteración debido al manejo, sistemas de producción y procesos del suelo, donde estos compartimientos estén involucrados. Recientemente se ha propuesto (Nannipieri y Eldor, 2009) que para interpretar los mecanismos y proponer modelos de la dinámica del nitrógeno, es necesario tener en cuenta las diferentes fracciones orgánicas o compartimientos, considerando que la temperatura, el tamaño de partícula de los residuos, la agregación, el tipo de suelo, la humedad, el secado y molido, el anegamiento y la anaerobiosis y los efectos vegetales, también tienen efectos sobre la dinámica del nitrógeno. Para entender qué direcciona la dinámica del N, es necesario comprender la intrincada red de procesos que dependen de la actividad microbiana (McGrath *et al.*, 2010). Sin embargo, es poco lo que se sabe acerca de la causalidad de dichos procesos y de la diversidad microbiana edáfica.



Figura 4. Relaciones entre el ciclo del nitrógeno y los compartimentos orgánicos y minerales.

Los cuadros negros son las entradas al sistema, los grises las fracciones disponibles; sin recuadro procesos y factores que tienen influencia en la disponibilidad de nitrógeno (MO: Materia orgánica). Antes del descubrimiento de proceso de Haber-Bosch (síntesis química de amoníaco) a principios del siglo XX, se consideraba que la fijación biológica de nitrógeno proporcionaba casi exclusivamente la entrada de este elemento en la biósfera (Fields, 2004). Se estima que la fijación biológica contribuye globalmente con 180 millones de toneladas métricas de amonio por año y que el aporte actual de nitrógeno antropogénico es comparable con el aporte biológico (Tilak *et al.*, 2005). Desde su descubrimiento, se ha reconocido la importancia de la fijación biológica para la productividad y sostenibilidad de los cultivos (Rees *et al.*, 2005), y a pesar de décadas de estudio, el entendimiento de los mecanismos implicados en tal proceso, aún constituye un reto científico. Los procesos de fijación los llevan a cabo gran variedad de bacterias que poseen nitrogenasas, enzimas que rompen el triple enlace del nitrógeno molecular y producen amonio. Para estudiar los microorganismos implicados en dicho proceso en ambientes naturales, se utiliza como biomarcador el gen *nifH* que codifica la sub unidad hierro-proteína de la nitrogenasa, este biomarcador proporciona evidencias del potencial de proceso.

4.10. Mecanismo de captación y traslocación del Fósforo.

Este elemento proviene de las apatitas y depósitos de fosfato natural de donde es liberado a través de procesos de meteorización, lixiviación, erosión y extracción industrial como fertilizante. El fosfato liberado paulatinamente de las apatitas lo absorben las plantas y la biomasa microbiana, luego se incorpora en la materia orgánica de los suelos y sedimentos, y nuevamente se deposita en formas minerales poco solubles. El fósforo inorgánico (Pi) se presenta generalmente fuertemente fijado en forma de fosfatos de Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} y Al^{3+} , especialmente en arcillas del grupo de las caolinitas y ocluido en los óxidos de hierro y aluminio. Incluso el fósforo (P), aplicado como fertilizante en forma de superfosfato, puede fácilmente constituir compuestos inorgánicos inutilizables, debido a su inmovilización sobre la materia orgánica y arcillas. La mayoría del P de los ecosistemas terrestres se encuentra localizado en el suelo, generalmente su contenido varía entre 100 a 3000 mg de P/kg; entre un 15 y un 80% de dicho contenido está en formas orgánicas (Po), dependiendo de la naturaleza del material parental, el grado de precipitación, las pérdidas del mismo, entre otros. La principal fuente de compuestos orgánicos de fósforo (Po) la constituyen residuos de plantas, animales y microorganismos, que liberan compuestos como ácidos nucleicos, fosfolípidos y ésteres, lo que representa entre un 30 y un 60% del P total. La mineralización de éstos, retornándolos a fosfatos HPO_4^{2-} y de H_2PO_4^- inorgánicos (Pi), permite el reciclaje del elemento para que regrese a la biota. Los fosfatos (Pi) son utilizados por autótrofos y heterótrofos, incluidos los descomponedores, en la cadena trófica, para ser devueltos por estos últimos. La disponibilidad de estos iones está fuertemente influenciada por el pH del suelo y por la adición de fertilizantes (BaranČíková *et al.*, 2007). La disponibilidad del P también está dada por el uso del suelo; cambios en la vegetación de pastizales a bosques de coníferas aumentan la mineralización del P (Chen *et al.*, 2008), sin embargo, dichos cambios se asociaron a la disminución de la fertilidad en términos de disminución de actividad fosfatasa, bio- masa microbiana y aumento en la tasa metabólica.

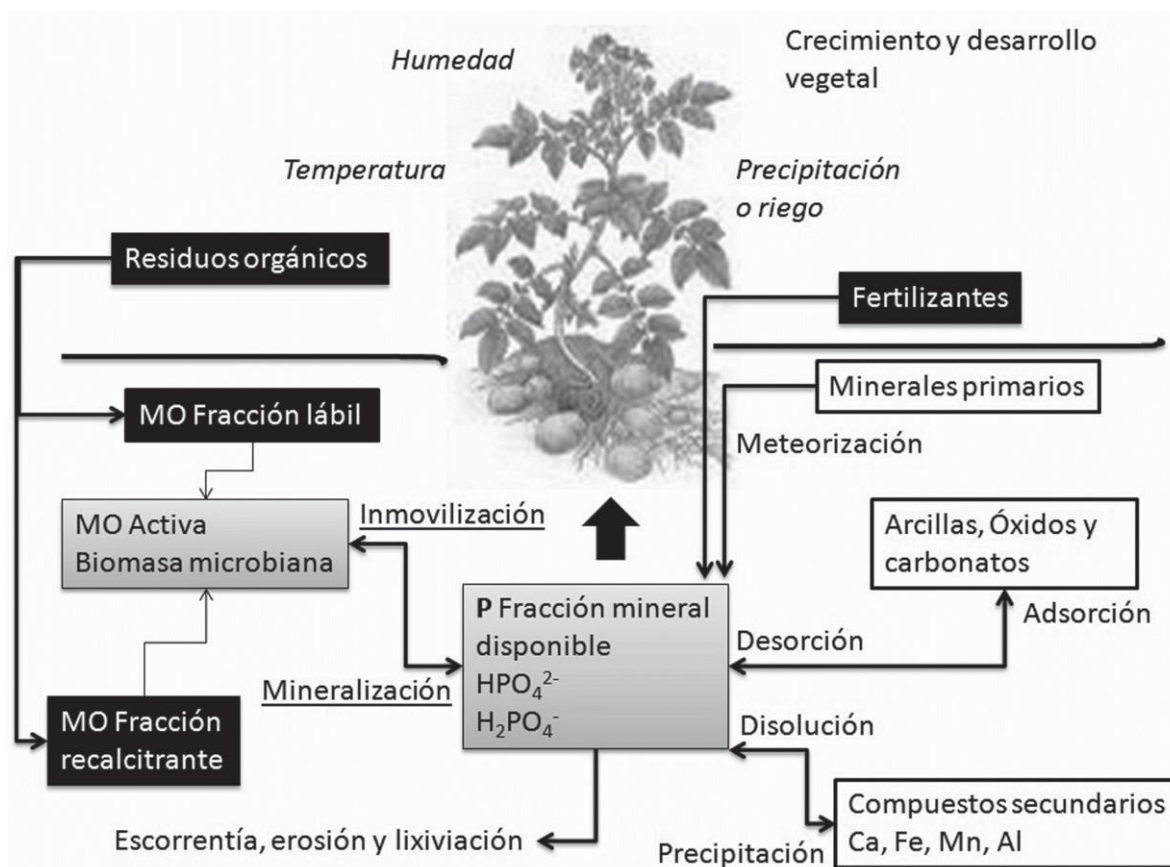


Figura 5. Relaciones entre el ciclo del fósforo y los compartimentos orgánicos y minerales.

Los cuadros negros son las entradas al sistema, los grises las fracciones disponibles, sin color las fracciones minerales; sin recuadro procesos y factores que tienen influencia en la disponibilidad de fósforo M O. Las fuentes de fósforo y su distribución son críticas para la sostenibilidad de las prácticas agrícolas (Chen *et al.*, 2008), ya que dicho elemento se requiere para favorecer la formación de semillas, el desarrollo radicular, la fuerza de las pajas en los cereales y la maduración de los cultivos. Las plantas han desarrollado varias estrategias para la adquisición de fósforo bajo limitación de este nutriente (Bünemann, 2008; Turner *et al.*, 2003), que incluyen modificaciones morfológicas de la raíz, adaptaciones fisiológicas, alteraciones bioquímicas que promueven asociación con microorganismos micorrízicos y no simbiotes. El ciclo del P (figura 5), a diferencia del ciclo del nitrógeno, no incluye cambios en la valencia. Los principales procesos en el suelo involucran, toma por las plantas y su retorno a través de los residuos vegetales y animales, reacciones de fijación a las superficies de arcillas y óxidos y el recambio

biológico dado por procesos de mineralización-inmovilización y solubilización dependientes de la actividad microbiana (Stevenson y Cole, 1999). La principal contribución a la dinámica del fósforo en los suelos está dada por el recambio de los procesos de mineralización-inmovilización microbianos (Richardson y Simpson, 2011), que poseen un papel esencial especialmente en la rizosfera. Estos procesos están influenciados por una combinación de factores como las especies vegetales, el tipo de suelos y los factores ambientales. Los microorganismos que colonizan la rizosfera pueden excretar ácidos orgánicos que incrementan la solubilidad del P y enzimas con actividad fosfatasa que hidrolizan mono, di y tri ésteres de fosfato (Graham y Miller, 2005), estas últimas utilizan una combinación eficiente de translocación del P acompañada de actividades fosfatasa y fitasa.

4.11. Bio-fortificación con Potasio.

La fertilización total aplicada mediante fertirriego fue equivalente a 180 kg ha⁻¹ de K, fue distribuida de acuerdo con la etapa fenológica y el número de cosechas. El programa de fertilización fue diseñado tomando cuenta la cantidad de N, P y K extraídos por la frambuesa (Cormack, 1988) y el rendimiento esperado. El Ca y Mg se incluyeron para mantener su suficiencia en el sustrato. Las fuentes de N, K y Ca fueron nitrato de potasio y nitrato de calcio; Los fertilizantes y el agua se suministraron cada vez que el tensiómetro alcanzó 40 cbar, lo que dio un promedio de 16 mm de lámina de riego por semana. La concentración de K en raíz y corona mostró pocos cambios durante el ciclo, mientras que en tallos y hojas decreció notablemente, sobre todo en estas últimas cuando se estaban formando los frutos en verano, ya que estos ejercen una fuerte demanda de K respecto a otros órganos de la planta (Faust, 1989).

El sodio es necesario en nuestro organismo, siendo el catión más abundante del organismo, el 70% se encuentra en forma libre, principalmente situado en el líquido extracelular, el restante 30% es fijo y está situado en el hueso, cartílago y tejido conectivo (Valverde y Silva, 2012).

Interviene en el mantenimiento del equilibrio de las membranas celulares formando parte de la bomba de Na⁺/K⁺, está implicado en la regulación del ritmo cardiaco, en la transmisión de impulsos nerviosos, regulación del sueño, prevención de calambres musculares, etc. Sin embargo, debemos tener cuidado con que este consumo no sea excesivo, ya que puede causar problemas graves como la hipertensión que es uno de sus efectos adversos más conocidos, pero no solo existe este efecto adverso, como demuestra una reciente revisión sobre el papel del sodio en la dieta, realizada por Aaron y Sanders, (2013). En esta revisión, varios estudios demuestran que el consumo de elevadas cantidades de sal, juega también un papel importante en la disfunción endotelial, la estructura y función cardiaca, los problemas de riñón y la movilidad y mortalidad cardiovascular de la población.

La hipertensión arterial esencial es considerada como la principal causa de muerte por la OMS. Su prevalencia aumenta en proporción lineal con el aumento de edad.

Es responsable del 62% de los accidentes vasculares cerebrales y del 48% de los infartos de miocardio. Una reducción de tan solo 2 mmHg de presión arterial, disminuye en aproximadamente un 7% el accidente vascular cerebral y en un 5% el infarto agudo de miocardio. En poblaciones aisladas con predominio de alimentos naturales, ricos en frutas y verduras, la ingesta individual de potasio excede los 150 mEq por día, mientras que el aporte de sodio es de sólo 20 a 40 mEq diarios, siendo la relación potasio-sodio mayor de 3, con prevalencias muy bajas de hipertensión arterial, menores al 3% (Elliot, 2003).

En contraste, poblaciones industrializadas, con un alto consumo de alimentos predominantemente procesados, ingieren entre 30 y 70 mEq de potasio diario y entre 100-400 mEq de sodio por día, es decir, con una relación de potasio-sodio menor de 0,4, acompañándose de elevadas y crecientes tasas de hipertensión arterial (Dietary Referente Intake, 2005).

El consumo de sodio para adultos sanos está limitado a 2300 mg/día de acuerdo con Aronow y col., (2011) y a 1700 mg/día en el caso de personas con hipertensión arterial (OMS, 2003). Según Hernán y Valenzuela, (2012) el demostrado efecto antihipertensivo de las dietas DASH (enfoque dietético para detener la hipertensión, del inglés Dietary Approaches to Stop Hypertension), ricas en frutas y verduras junto con un descenso adicional del consumo de sal nos permiten reforzar el concepto de dietas saludables.

4.12. Estrategias agronómicas.

La frambuesa requiere de suelos profundos y fértiles, con textura franco limosa, franco arcillosas, de pH 5.5 y 7.5, de adecuado drenaje, las condiciones físicoquímicas de los suelos son variables, ello muestra que puede adaptarse a una diferentes condiciones (Ríos, 2002); por lo general, se siembra en zonas de montaña y valles interandinos, en Baja California, Michoacán y Jalisco, las diferentes características en los suelos son: moderadamente profundos, drenados y fertilidad alta, pertenecen a la clase agroecológica Ma, planicies aluviales, pie de monte y altiplanicies ligeramente ondulados, moderadamente profundos, bien drenados y fertilidad moderada a baja, corresponden a la clase agroecológica Me.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Localización del Experimento.

Este experimento, se realizó en el Rancho Olivo, en el poblado de San Andrés Ixtlán, Jalisco, código postal 49130, México, se encuentra ubicado en las coordenadas geográficas 19°49'14" de longitud Norte y 103°28'17" latitud Oeste, con una altura de 1530 m. s. n. m.

5.2. Clima.

El clima es templado y se divide en húmedo y subhúmedo, en el primero de se registran temperaturas entre 18° y 22°C, precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales, comprende el 2.7 % del territorio nacional, el clima templado subhúmedo, se encuentra en el 20.5 % del país, temperaturas entre 10° a 18° C y 18° a 22°C, sin embargo, en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C, registra precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año, se caracteriza por las lluvias en verano y parte del otoño, se localiza en la mayor parte de las grandes sierras del país, inclusive en zonas que debieran ser de clima cálido, pero debido a la altitud tienen clima templado (SNM 2020).

5.3. Manejo del cultivo.

Como especie frutal la preparación del suelo tiene importancia en el desarrollo del este, en la plantación, durante los primeros años de cultivo. En el caso de la frambuesa, estas operaciones son de especial importancia, ya que se cuenta con un sistema radicular superficial que compite con malas hierbas; por lo tanto, la preparación del suelo debe de ser primordial para asegurar un eficiente desarrollo de las raíces y de la planta y así evitar la competencia de la vegetación espontánea durante el primer año de cultivo.

Como todos los pequeños frutos es una especie exigente en materia orgánica (MO), con valores por encima del 2%, en caso contrario, se puede aportar MO, en forma de estiércol fermentado, compost, etc.

Los abonos minerales de fondo, es necesario aplicarlos después de la enmienda orgánica, a la par de las recomendaciones que pudieran realizarse después de un análisis de suelo.

Una vez aplicados los abonos de fondo y las enmiendas necesarias, se da un pase de vertedera o grada, de 30 cm de profundidad, para incorporarlos en la zona del sistema radicular, a la vez que se incrementa la porosidad del suelo en esa zona, favoreciendo la actividad de la flora microbiana y retrasando el apelmazamiento.

Cuadro 7. Nutrición en etapa de fructificación

Tablas	V1	Lt o Kg	V2	Lt o Kg	V3
1.2 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	1.2 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	1.2 Kg	Harvest More (Calcio) 18%
1.75 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.85 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.85 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)
1.8 kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	2 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	2 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %
1.2 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1.2 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1.2 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %
1.7 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.75 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.85 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %
Tablas	V4	Lt o Kg	V5	Lt o Kg	V6
1.2 kg	Harvest More (Calcio) 18%	1.8 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	1.85 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %
2 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.7 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.7 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %
2.5 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	1.2 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %
1.2 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1.2 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	1.2 Kg	Harvest More (Calcio) 18%
2 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.75 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.8 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)
Tablas	V7	Lt o Kg	V8	Lt o Kg	V9
2 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	3 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	1.5 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)
1.90 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	3 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.6 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %
1.5 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	2.5 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1.7 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %
2.4 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	3 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	1.2 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %
1.8 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.9 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	.85 Kg	Harvest More (Calcio) 18%
Tablas	V10	Lt o Kg	V11	Lt o Kg	V12
1.5 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.5 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)	1.5 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)
1.5 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.7 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %	1.65 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %
1.5 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	2 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %	1.80 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %
1 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %	1 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %
1 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	1 Kg	Harvest More (Calcio) 18%	3 Kg	Harvest More (Calcio) 18%
Tabla	V13	Lt o Kg			
1.5 Lt	Zaguero (SO3 50% - Zn 0.5%)				
1,65 Kg	(DAP) NP (18-46-0) %				
1.8 Kg	Ultrasol NKS (12-0- 46) %				
1 Kg	Nitrato de Mg (11-0-0-15.5) %				

3.4 kg Harvest More (Calcio) 18%

5.4. Diseños estadísticos.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, en el cual se analizaron 13 tratamientos (13 válvulas), con una densidad de unidades experimentales de 4,000 plantas por válvula, para el análisis estadístico se utilizó el programa Minitab v. 17.

5.5. Muestreo vegetal.

El experimento se llevó a cabo en un suelo tipo arcillo-limoso. El riego se realizó con cintilla torox 15x15, bajo una cubierta plástica marca DM Tecnologías de un Plástico Blanco lechoso Calibre 720 con un grosor de .75mm, con una transmitancia del 60% y una resistencia a 500 nm que actúa como una barrera protectora contra agentes climáticos que tienden a dañar el cultivo.

Las muestras se tomaron por acre (3 ocasiones) y un análisis con las siguientes variables: C.E, pH, No_3^- , Ca^+ , K^+ , Na^+ (savia).

Se separaron los diferentes órganos de la planta de frambuesa (raíz, tallo, hojas), para obtener y extraer la savia de estos.

Se tomó 25 gr de suelo por muestra, para las variables de C.E, pH, No_3^- , Ca^+ , K^+ , Na^+ (suelo).

También se separaron los tallos y frutos para obtener las variables °Brix en savia y °Brix en fruto (frutas por muestra).



Figura 6. Tallos y foliolos.



Figura 7. Suelo para muestra.



Figura 8. Fruta.

5.6. Determinación de la concentración de nutrientes.

1. Se extrajeron plantas seleccionadas al azar y se recolectaron los tallos, se separó las hojas, frutos y raíz para obtener tallos, se fragmentaron a longitudes de 1 a 2 centímetros, se prensaron y extrajo la savia, para colocar 3 gotas por cardix.

Para calibrar los cardix o medidor de bolsillo se sigue este procedimiento para cada uno C.E, pH, NO_3^- , Ca^+ , K^+ , Na^+ (savia).

1) Encendido

Pulse el botón ON/OFF durante 2 segundos para encender el medidor.

2) Calibración:

Realice la calibración al menos una vez al día para obtener mediciones precisas

Añada la solución estándar de 2000 ppm (B-743)

Cierre la tapa opaca Añada la solución estándar de 300 ppm (B-742)

Añada la solución estándar de 5000 ppm (B-741)

Pulse el botón CAL durante 2 segundos. Cuando y se enciendan, se habrá completado la calibración.

Limpie el sensor con agua

Pulse el botón MEAS para acceder al modo medición.

3) Medición

Añada unas gotas de la muestra Cierre la tapa opaca

Cuando se encienda, se habrá completado la medición. Para mantener el valor medido, pulse el botón MEAS

4) Después del uso

Limpie el sensor con agua y apague el dispositivo. Cierre la tapa opaca antes de guardar el dispositivo. Asegúrese de guardar el sensor en un lugar seco.

Los siguientes ajustes pueden modificarse.

- Unidad de medición
- Puntos de calibración
- Valor de calibración
- Multiplicación/adición de compensación
- Presentación en pantalla de la temperatura/voltaje del sensor

2. Los cardix se limpiaron con agua destilada fueron utilizarlos para la determinación de C.E, pH, NO_3^- , Ca^+ , K^+ , Na^+ (suelo).

Se tomó 25 gr de suelo por muestra y se colocó en un papel filtro con 40ml de agua destilada esperando a que se filtrara.

Se tomaron 3 gotas por igual de extracto y se cubrió el sensor para tomar las lecturas, el procedimiento que se utilizó para la medición de extracto de savia, es igual al de suelo.

3. Se utilizó el refractómetro para la medición de los grados °Brix en savia y fruto, donde se siguió el procedimiento de fragmentar los tallos de 1 a 2 cm y con una prensa se extrajo la savia y con el refractómetro, el cual se limpia con agua destilada, se colocó el extracto de la planta de frambuesa y se cuantifican los grados Brix.

Para medir los Brix de fruta se tomaron 5 frutas por muestra, donde se batieron las frutas y después se colocó la pulpa sobre el refractómetro y se cuantificaron los Brix de fruto.



Figura 9. Recolección de fruta



Figura 10. Cardix

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1. Conductividad eléctrica del suelo.

En el cuadro C.E de suelo, se observa diferencia estadística altamente significativa, por lo tanto, se obtuvo una mayor respuesta siendo la válvula 8 (V8), superior de las demás con una conductividad eléctrica de 1.09.

Cuadro 8. Análisis de varianza de conductividad eléctrica del suelo (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	2.59223	0.216019	395.53	0.000
Error	26	0.01420	0.000546		
Total	38	2.60643			

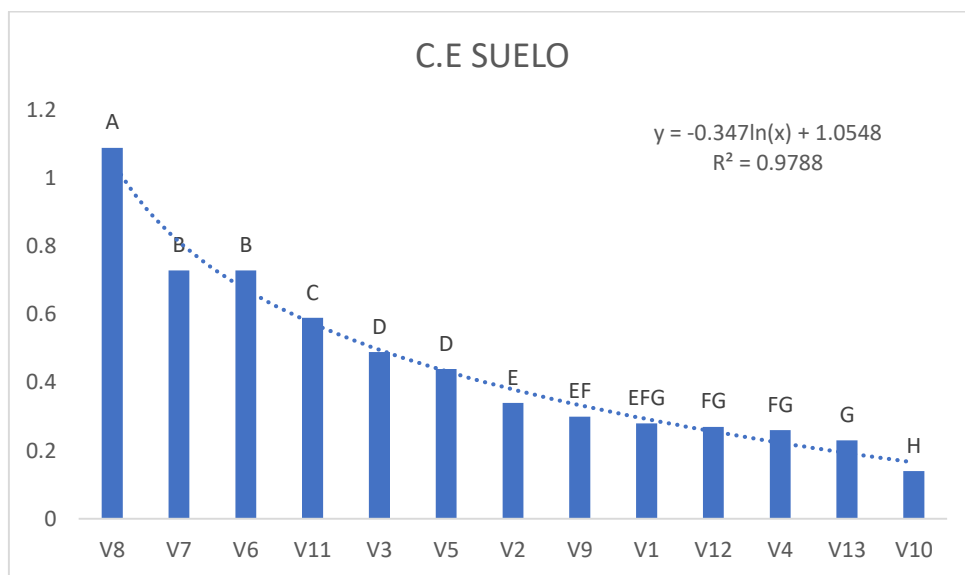


Figura 11. Conductividad eléctrica del suelo de las válvulas (V1-V13).

6.2. Potencial de hidrogeno del suelo.

En el cuadro de pH. de suelo, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 1 con un pH de 7.6 (V1), superior en un 28.16 por ciento a la válvula 8 con un pH de 5.93 (V8).

Cuadro 9. Análisis de varianza del potencial de hidrogeno de suelo (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	12.9400	1.07833	53.23	0.000
Error	26	0.5267	0.02026		
Total	38	13.4667			

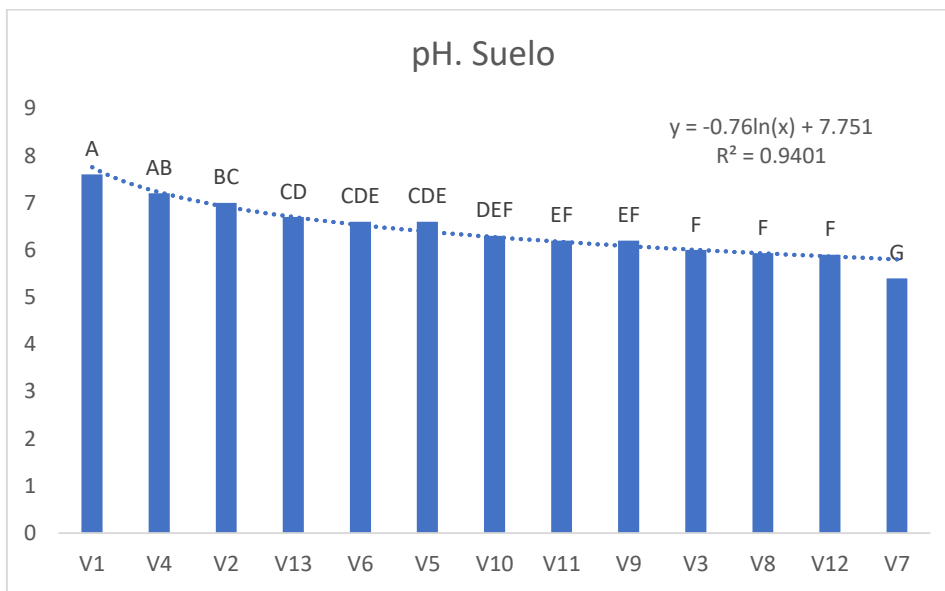


Figura 12. Potencial de hidrogeno del suelo de las válvulas (V1-V13).

6.3. Nitratos del suelo.

En el cuadro de NO₃⁻ de suelo, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 8, 590 PPM, superior a la válvula 13, observándose con respecto a la (V13) que tenemos un poco más de sales acumuladas en el suelo.

Cuadro 10. Análisis de varianza de nitratos del suelo (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	612508	51042.3	75.40	0.000
Error	26	17600	676.9		
Total	38	630108			

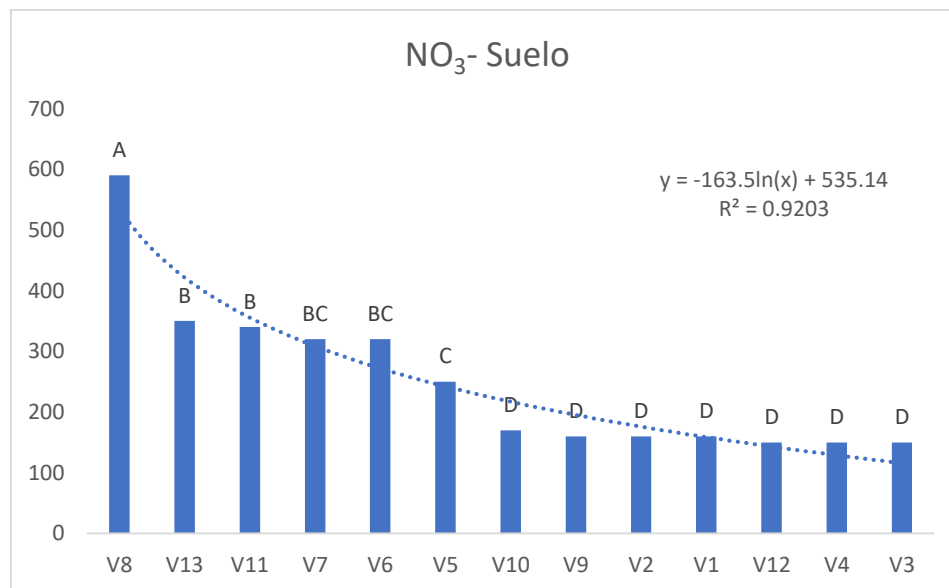


Figura 13. Nitratos del suelo de las válvulas (V1-V13).

6.4. Calcio del suelo.

En el cuadro Ca^{2+} de suelo, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 8 (V8), superior a la válvula 7, observando tan solo 88 PPM en (V7), lo que dice Ca^{2+} está retenido en el suelo.

Cuadro 11. Análisis de varianza de calcio del suelo (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	35786.8	2982.23	116.07	0.000
Error	26	668.0	25.69		
Total	38	36454.8			

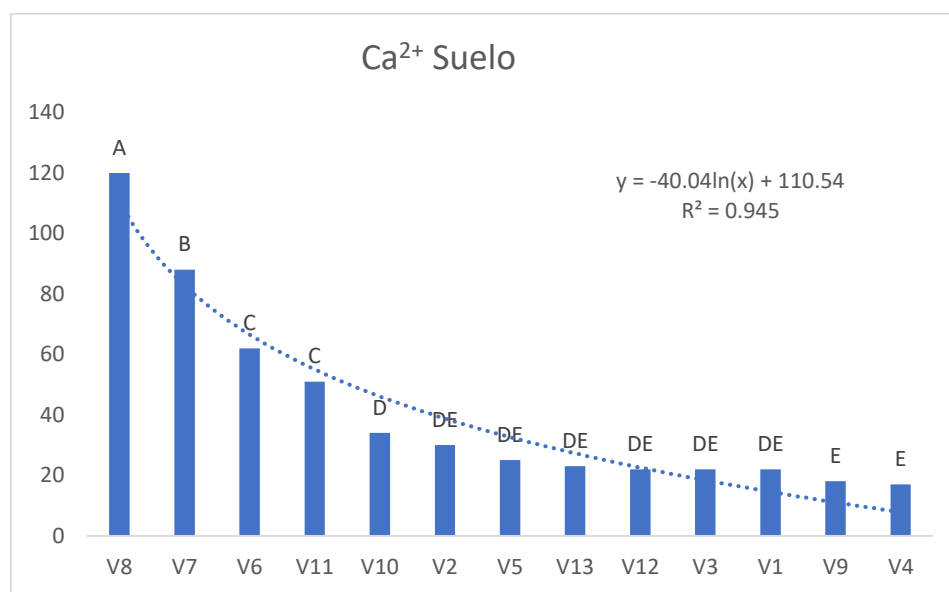


Figura 14. Calcio del suelo de las válvulas (V1-V13).

6.5. Potasio del suelo.

En el cuadro de K⁺ de suelo, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 7, superior en un 62.79 por ciento a la V8, donde hay una diferencia de 54 PPM.

Cuadro 12. Análisis de varianza de potasio del suelo (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	50986.9	4248.91	128.06	0.000
Error	26	862.7	33.18		
Total	38	51849.6			

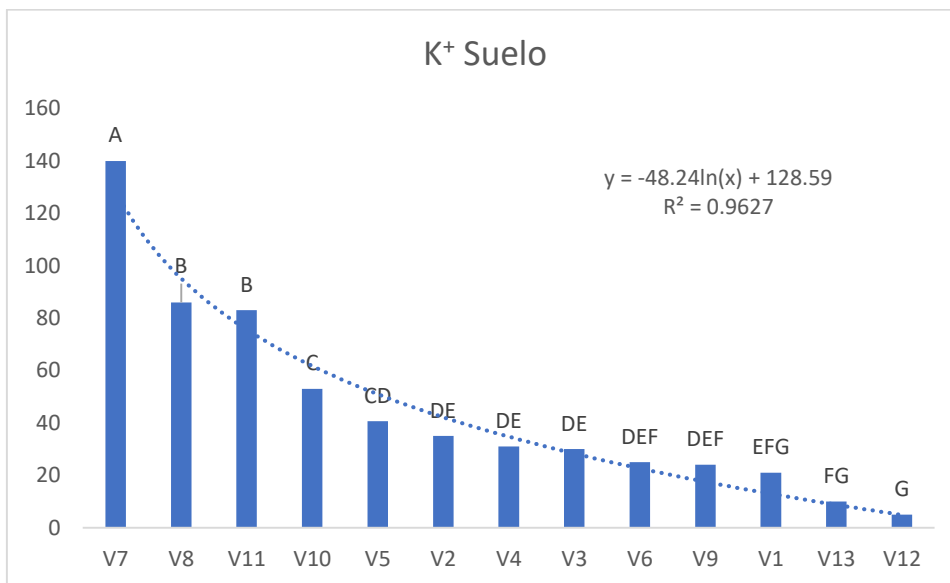


Figura 15. Potasio del suelo de las válvulas (V1-V13).

6.6. Sodio del suelo.

En el cuadro de Na⁺ de suelo, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la V3, superior en un 775 por ciento a la V8, pero tratándose del sodio no tenemos problemas.

Cuadro 13. Análisis de varianza en sodio del suelo (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	2508.92	209.077	135.90	0.000
Error	26	40.00	1.538		
Total	38	2548.92			

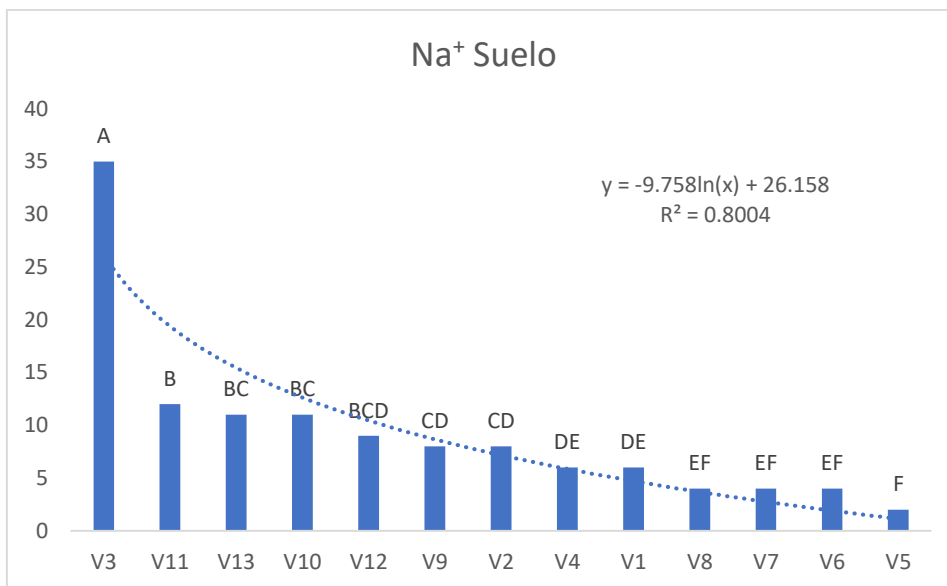


Figura 16. Sodio del suelo de las válvulas (V1-V13).

6.7. Conductividad eléctrica de savia.

En el cuadro de C.E de savia, se observa diferencia estadística significativa, siendo la V4, superior en un 4.95 por ciento a la V8, observando un poco la diferencia donde las dos se encuentran dentro de lo óptimo para la planta.

Cuadro 14. Análisis de varianza en conductividad eléctrica de savia (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	1.7126	0.14272	6.60	0.000
Error	26	0.5623	0.02163		
Total	38	2.2749			

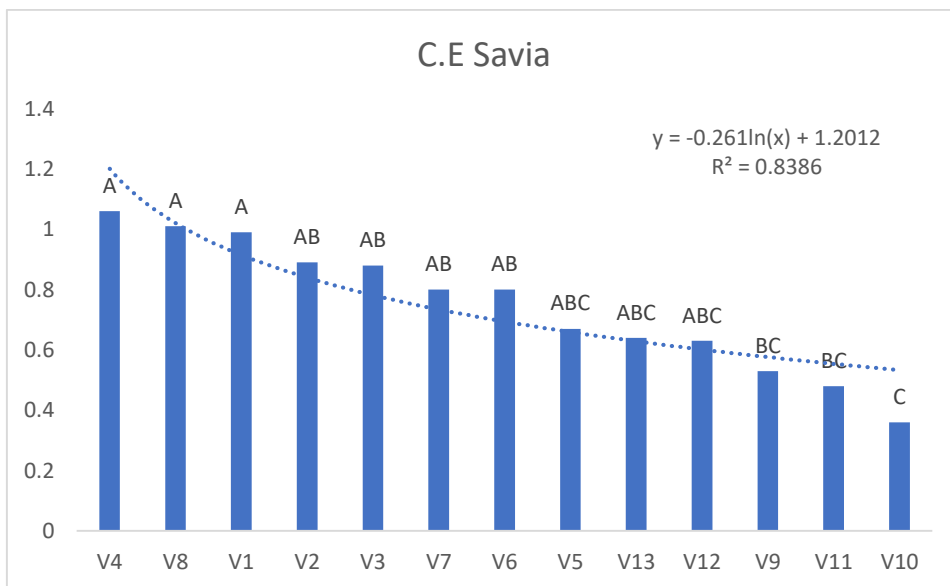


Figura 17. Conductividad eléctrica de savia de las válvulas (V1-V13).

6.8. Potencial de hidrogeno de savia.

En el cuadro de pH de savia, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 4, superior en un 73.58 por ciento a la V8, pero hablando de berries, sabemos que el pH adecuado es de 4.5 a 6.5, siendo donde se desarrolla mejor la planta.

Cuadro 15. Análisis de varianza del potencial de hidrogeno de savia (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	44.0123	3.66769	183.38	0.000
Error	26	0.5200	0.02000		
Total	38	44.5323			

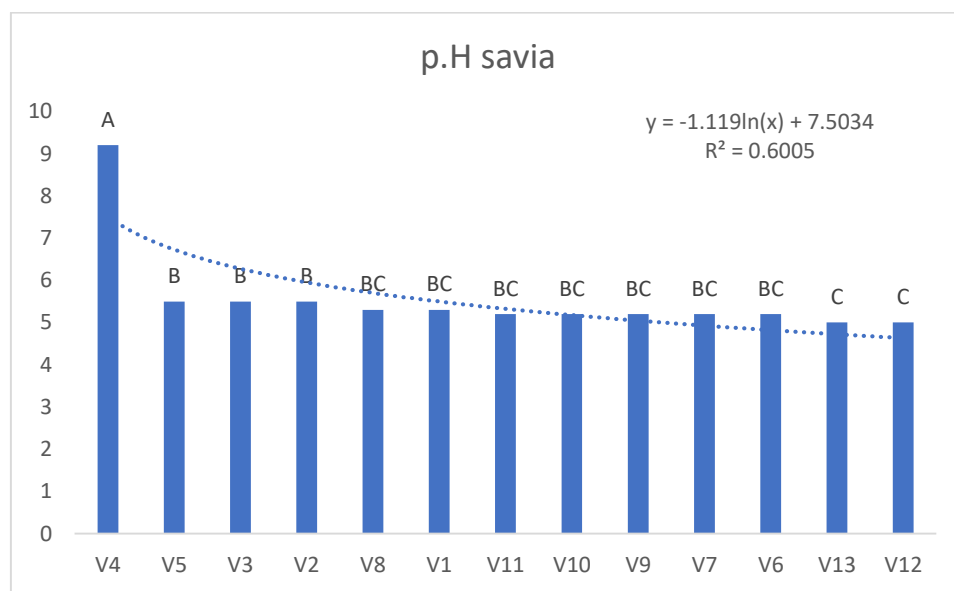


Figura 18. Potencial de Hidrogeno de savia de las válvulas (V1-V13).

6.9. Nitratos (Savia de planta).

En el cuadro de NO₃⁻ de savia, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 7, es superior en un 70.37 por ciento a la válvula 8, observando que la (V7) tiene una mejor asimilación de nitratos.

Cuadro 16. Análisis de varianza en nitratos savia de planta (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	48159277	4013273	737.68	0.000
Error	26	141450	5440		
Total	38	48300727			

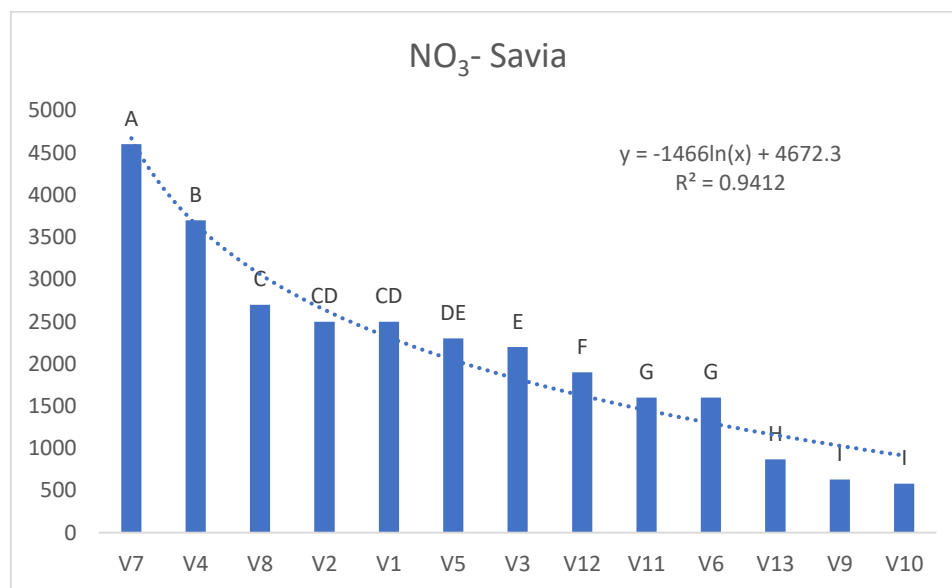


Figura 19. Nitratos de savia de las válvulas (V1-V13).

6.10. Calcio (Savia de planta).

En el cuadro de Ca^{2+} de savia, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la V13, superior en un 2114.2 por ciento a la V8, claramente tenemos problemas en la fruta por ausencia de calcio.

Cuadro 17. Análisis de varianza en calcio de savia de planta (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	34228689	2852391	2433.30	0.000
Error	26	30478	1172		
Total	38	34259167			

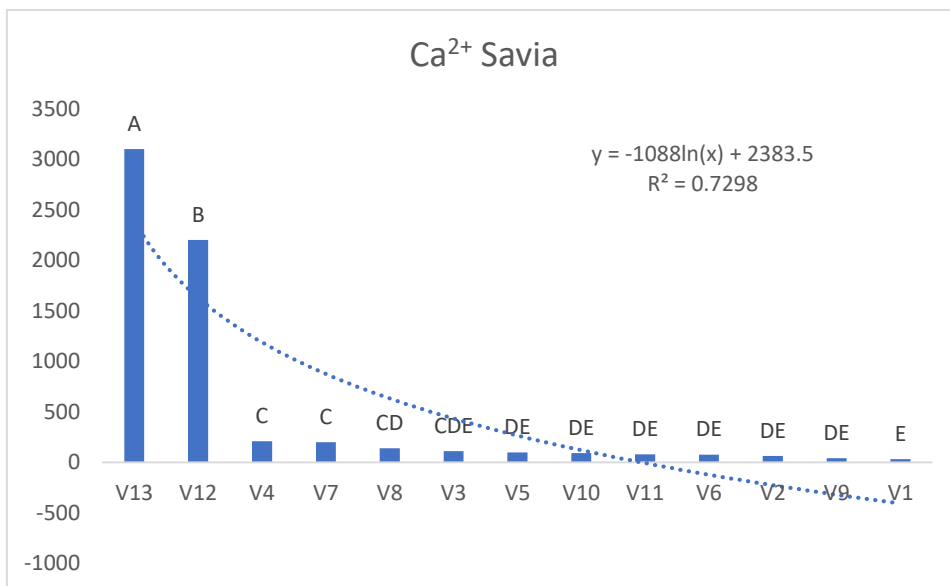


Figura 20. Calcio de savia de las válvulas (V1-V13).

6.11. Potasio (Savia en planta).

En el cuadro de K⁺ de savia, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 8, superior a la válvula 4 donde tuvimos resultados parecidos y hay una diferencia de 1400 PPM.

Cuadro 18. Análisis de varianza de potasio en savia de planta (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	130338416	10861535	1829.61	0.000
Error	26	154350	5937		
Total	38	130492766			

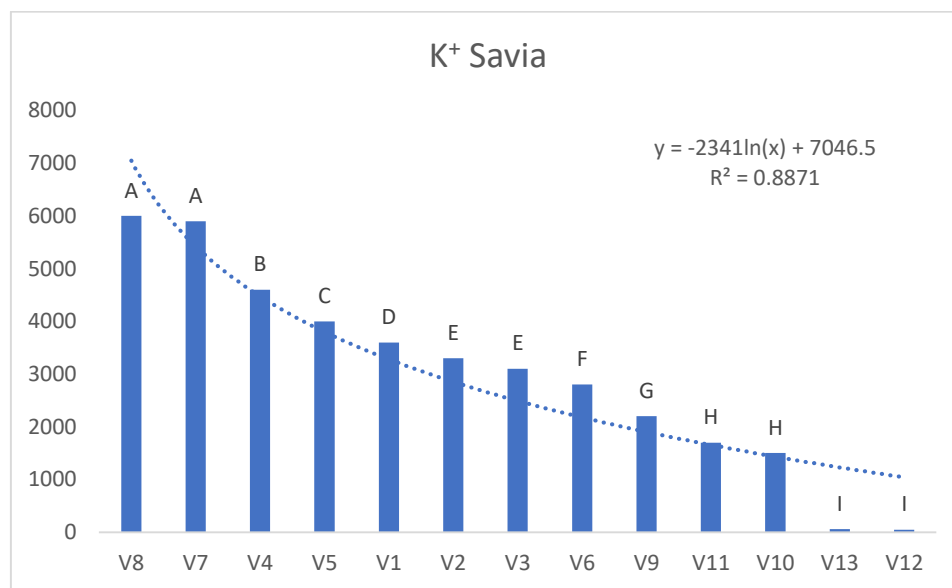


Figura 21. Potasio de savia de las válvulas (V1-V13).

6.12. Sodio en Savia (Planta).

En el cuadro de Na⁺ de savia, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la V12, superior en un 2344.4 por ciento a la V8.

Cuadro 19. Análisis de varianza en sodio de savia de planta (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	125463	10455.3	114.51	0.000
Error	26	2374	91.3		
Total	38	127837			

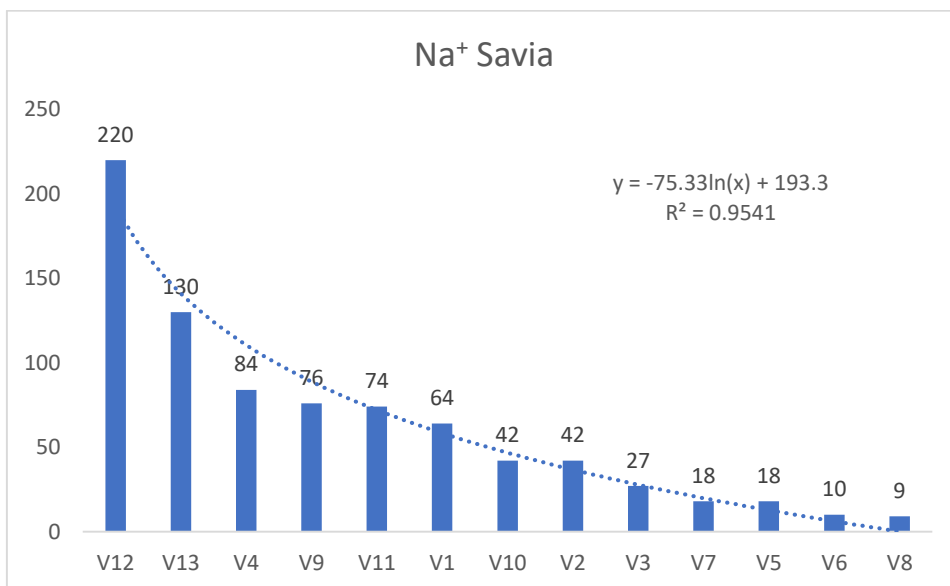


Figura 22. Sodio de savia de las válvulas (V1-V13).

6.13. Grados Brix en savia (Planta).

En el cuadro de °Brix de savia, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 12, superior en un 50 por ciento a la válvula 8 (V8), siendo la válvula 12 donde se tenía más problemas con barrenadores y hormigas.

Cuadro 20. Análisis de varianza de grados Brix en savia de planta (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	66.31	5.5256	6.20	0.000
Error	26	23.17	0.8910		
Total	38	89.47			

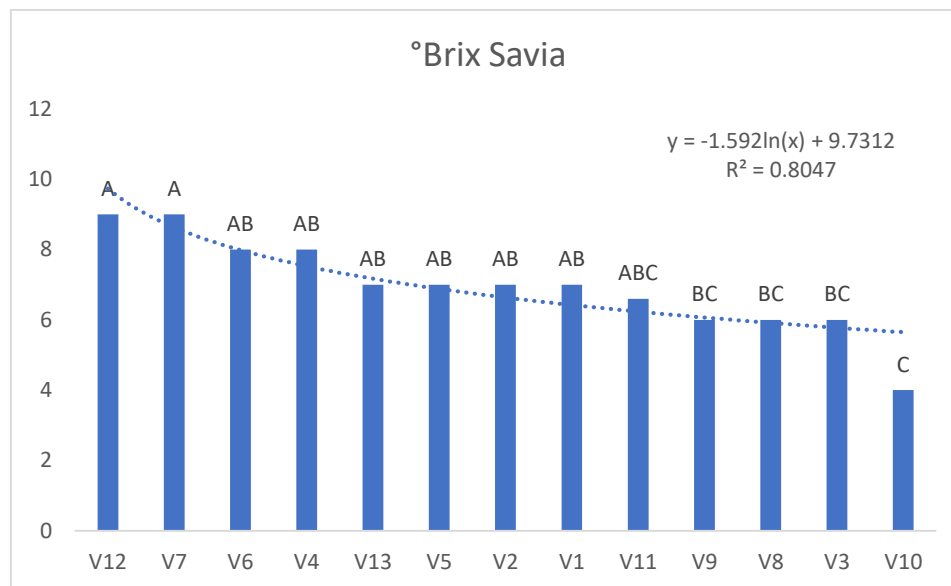


Figura 23. Grados Brix en savia de las válvulas (V1-V13).

6.14. Grados Brix en fruta.

En el cuadro de °Brix de Fruto, se observa diferencia estadística altamente significativa, siendo la válvula 4, superior en un 60 por ciento a la válvula 8 (V8), todo se representa por un estrés hídrico al cual reaccionó la planta.

Cuadro 21. Análisis de varianza en grados Brix de fruta (válvulas V1-V13).

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Trat	12	108.92	9.0769	14.75	0.000
Error	26	16.00	0.6154		
Total	38	124.92			

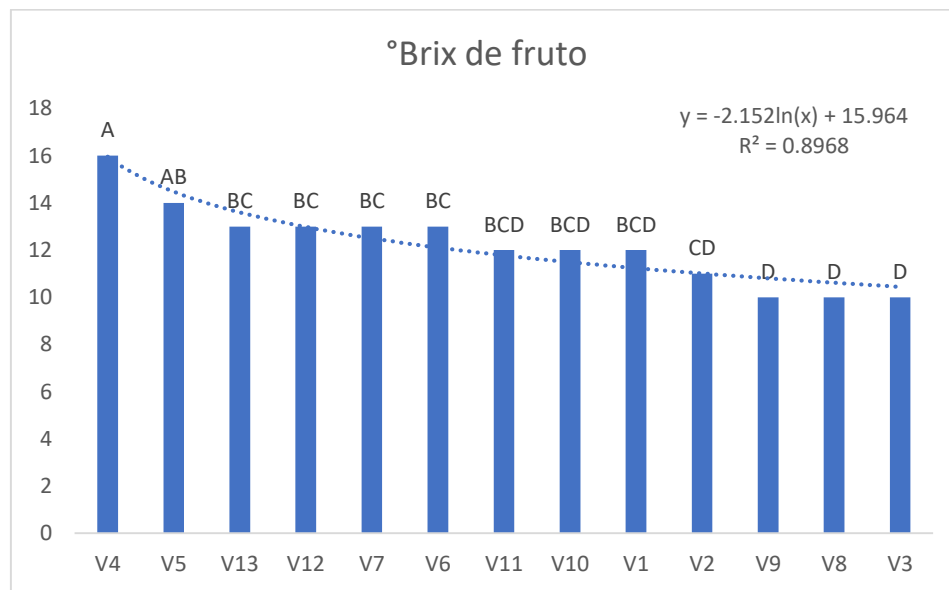


Figura 24. Grados Brix en fruta de las válvulas (V1-V13).

6.15. Producción de fruta en kilogramos por acre.

En el cuadro de producción de fruta en kilogramos por acre podemos ver la diferencia entre cada válvula con referencia a la válvula 8 donde obtuvimos los mejores resultados en producción obteniendo 8845 kg lo cual equivale a 3931.1 cajas a diferencia con la válvula 4 donde obtuvimos los mejores resultados en °Brix con un total de 7835 kilogramos equivalente a 3482.2 cajas lo que nos muestra una diferencia estadística altamente significativa.

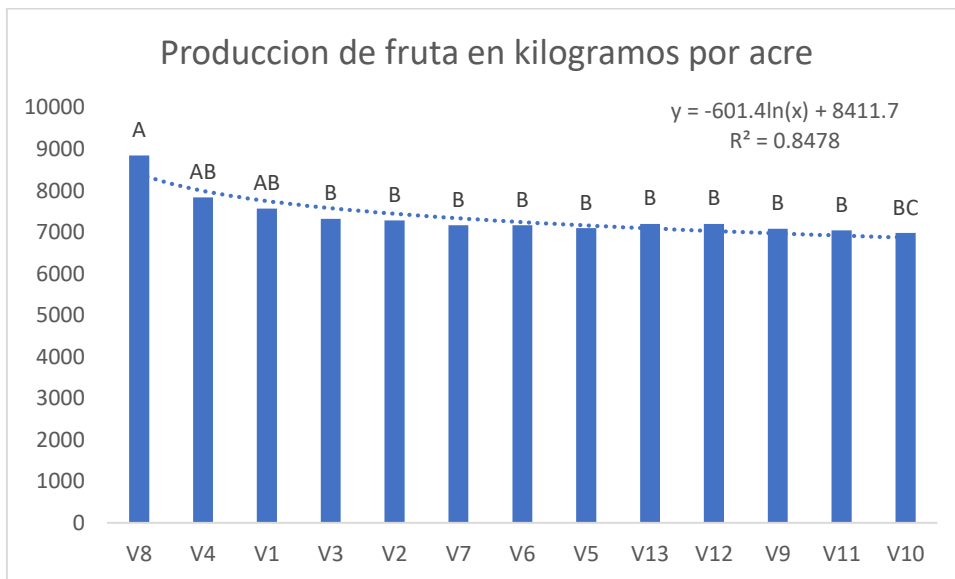


Figura 25. Producción de frutas en kilogramos por acre de las válvulas (V1-V13).

6.16. Diferencia de °Brix con relación a otros autores

Parámetros de producción para dos cosechas de berries. El objetivo del trabajo de Mónica L. TRAVERSARO, Rafael F. TORRES y Susana B. MARTINEZ fue cuantificar la incidencia de la acumulación calórica (GD) para explicar su influencia sobre parámetros de calidad de frambuesas (*Rubus idaeus L.*). Los resultados fueron sometidos a un análisis de correlación simple entre la acumulación calórica calculada con temperatura base de 12°C y sólidos solubles (S.S.), acidez titulable y ratio. Se observó que existe una correlación inversa y altamente significativa para la variedad Heritage entre los GD, S.S. y acidez, asimismo para Tayberry solamente se encontró esta correlación para la acidez titulable, no resultando significativa con los S.S. Con respecto al ratio, la correlación para ambos cultivares fue positiva y altamente significativa. A diferencia de los sólidos solubles que se obtuvieron en la tesis presente donde se obtuvieron mejores resultados.

Cuadro 22. Diferencia de °Brix con relación a otros autores.

VARIEDAD	FECHA DE COSECHA (Días julianos)	SOLIDOS SOLUBLES (° Brix)	ACIDEZ (gr/100 ml ac. cítrico)	RATIO	PESO FRUTO gr
HERITAGE	339	12,14	3,46	3,51	1,59
	346	10,77	1,84	5,87	1,44
TAYBERRY	338	10,00	2,71	3,69	4,91
	356	10,02	1,83	3,47	3,24

Autores: Mónica L. TRAVERSARO, Rafael F. TORRES y Susana B. MARTINEZ

VI. Conclusión

Se concluye que el manejo adecuado al area de producción, resulto favorable para las diferentes válvulas, siendo la V4 la superior en azucares solubles, por lo que se recomienda realizar el manejo similar en las demás zonas de nutricion (valvulas).

El tratamiento V8 resulto superior en producción, por lo que es necesario hacer una mezcla de los manejos de la V4 y V8 que resulten en una cantidad superior de azucares solubles y mayor producción de kilogramos por acre de fruta, se demostro que al someter el cultivo a una nutrición en cantidad y tiempo necesarios de calcio y potasio conlleva al aumento en los grados brix, sin que haya una perdida de fruta por el aumento del agua, ya que esta influye en la absición de la fruta.

VII. LITERATURA CITADA.

(ABC Bienestar 2019). Consumo y aplicaciones de la frambuesa como alimentó. [https://www.abc.es/bienestar/alimentacion/abci-frambuesas-](https://www.abc.es/bienestar/alimentacion/abci-frambuesas-202008040843_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

[202008040843_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F](https://www.abc.es/bienestar/alimentacion/abci-frambuesas-202008040843_noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

(Jessica Liberona Zúñiga 2019). <https://www.clinicauandes.cl/noticia/beneficios-de-las-frambuesas>

Aaron KJ and Sanders PW. 2013. Role of Dietary Salt and Potassium Intake in Cardiovascular Health and Disease: A Review of the Evidence. *Mayo Clin Proc.*; 88(9): 987-995.

Atta, S. K. y Van Cleemput, O. 1988. Field study of the fate of labeled fertilizer ammonium applied to sesame and sunflower in a sandy soil. *Plant Soil* 107:123 - 126.

Autor-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Fecha de publicación 03 de enero de 2017 <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/crece-la-produccion-de-frambuesa-en-mexico>

Barančíková G., Liptaj T., Prónayová N. 2007. Phosphorus fractions in arable and mountain soils and their humic acids. *Soil and Water Research*. 2(4): 141–148.

Bünemann E.K. 2008. Enzyme additions as a tool to assess the potential bioavailability of organically bound nutrients. *Soil Biology and Biochemistry*. 40: 2116–2129

Chen C.R., Condon L.M., Xu Z.H. 2008. Impacts of grassland afforestation with coniferous trees on soil phosphorus dynamics and associated microbial processes: A review. *Ecology and Management*. 255: 396–409.

Chonay P., J.J. 1981. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por *Rhizobium phaseoli* en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de M. en C. CEDAF-CP. Chapingo, Méx

Ciordia M., Polledo A. 1997. Cultivo del frambueso fuera de época. *Tecnología Agroalimentaria*. Boletín Informativo del SERIDA, nº 8: 3.

CONANP. (2016). www.conanp.gob.mx/.

Coque M., Díaz M^a B., Ciordia M., García J.C. 1994. El cultivo del frambueso y la zarzamora. Consejería de Medio Rural y Pesca, Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias (Ed.). ISBN 84-7847-313-0. 77pp.

- Cormack, M. R. 1988.** Nutrición de la frambuesa. pp: 61-69. In: Producción y perspectivas del cultivo de la frambuesa en Chile. Publicaciones Misceláneas Agrícolas No 22. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile
- Dietary reference intakes 2005.** for water, potassium, sodium chloride and sulphate. Washington DC: National Academies Press. Capítulo 5, Potassium; p. 186- 268.
- Eibner, R. 1986.** Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. pp. 3-13. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- Elliot P.2003.** Salt and Blood pressure. Hypertension primer. Dallas. American Heart Association/Council on High Blood Pressure Research.; p. 277-279.
- FAO Statistics Division (FAOSTAT). 2011.** faostat.fao.org (consultado marzo, 2012).
- FAOSTAT. 2016.** Estadísticas de producción. En: <http://faostat3.fao.org/home/S>
Consulta realizada el 5 de abril de 2016
- Faust, M. 1989.** Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley and Sons. New York, NY, USA
- Fiedls, S. 2004.** Global Nitrogen: Cycling out of Control. Environmental Health Perspectives. 112: A556 -A563.
- Franke, W. 1986.** The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- Fregoni, M. 1986.** Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. pp. 205-21 1. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
GEOGRAFIADÉMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf
- Gobierno Federal, Estatal y Municipal. (2016).** Atlas Municipal de Peligros y Riesgos Naturales de Zapotlán El Grande. Ciudad Guzmán: Gobierno Federal.
- Graham J., Miller R. 2005.** Mycorrhizas: gene to function. Plant and Soil. 274: 79–100.

Hayatsu M., Tago K., Saito M. 2008. Various players in the nitrogen cycle: Diversity and functions of the microorganisms involved in nitrification and denitrification. *Soil Science and Plant Nutrition*. 54: 33-45.

Haytowitz D.B., Bhagwat S. 2010. USDA Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods, Release 2 - Prepared by Nutrient Data Laboratory, Beltsville Human Nutrition Research Center (BHNRC), Agricultural Research Service (ARS), U.S. Department of Agriculture (USDA). 46 pp. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/nutrientdata>

http://www.bellingen.nsw.gov.au/sites/bellingen/files/public/images/documents/bellingen/mig/2162-Figure_25_Hazard_DIA.pdf. (2007).

http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/indices_margina/marginacion_urbana/AnexoB/Documento/05B_AGEB.pdf. (2010).

<http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/511683/>

<http://www.fao.org/Wairdocs/X5403S/x5403s04.htm#> índices de madurez /para descargar el documento denominado. Producción orgánica de hortalizas de clima templado (FAO, 1989). Gómez y Vásquez 2011. / noviembre de 2011.

http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/3frambuesas-produccion_mercado.pdf?sfvrsn=0

<http://www.inegi.org.mx/inegi/>. (2008). Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidográficas de México. En http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1-GEOGRAFIADEMEXICO/MANUAL_CARAC_EDA_FIS_VS_ENERO_29_2008.pdf

Klotz M.G., Stain L.Y. 2008. Nitrifier genomics and evolution of the nitrogen cycle. *FEMS Microbiological Letters*. 278: 146-156.

Martínez, R. L. y Martínez, T. L. O. 2005. Plan de negocios: cultivo de berries (frambuesa y zarzamora) en México. Fundación Mexicana para la Investigación Agropecuaria y Forestal, A. C. En: <http://documents.mx/documents/cultivo-de-berries-frambuesa-y-zarzamora-fumiaf.html> Consultado el 10 de abril de 2016.

McGrath K.C., Mondav R., Sintrajaya R., Slattery B., Schmidt S., Schenk P.M. 2010. Development of an environmental functional gene microarray for soil microbial communities. *Applied and Environmental Microbiology*. 76(21): 7161-7170.

Morales, R. 2016. Berries, otra joya del campo mexicano. Periódico El Economista. En: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2016/02/10/berries-otra-joya-campo-mexicano> Consultado el 26 de marzo de 2016.

Nannipieri P., Eldor P. 2009. The chemical and functional characterization of soil N and its biotic components. *Soil Biology and Biochemistry*. 41(12): 2357-2369. doi:10.1016/j.soilbio.2009.07.013

OMS 2003. Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. Informe de una consulta mixta de expertos FAO/OMS. Serie de informes técnicos nº 916. Ginebra Suiza.

Rees D.C., Tezcan A., Haynes C.A., Walton M.Y., Andrade S., Einsle O., Howard J.B. 2005. Structural basis of biological nitrogen fixation. *Philos Transact A Math Phys Eng Sci*.363 (1829): 971–984.

Richardson A. E., Simpson R.J. 2011. Soil microorganisms mediating phosphorus availability update on microbial phosphorus. *Plant physiology*. 156(3): 989-996. doi:10.1104/pp.111.175448

Sánchez, R. G. 2008. La Red de Valor de la Zarcamora. El Cluster de Los Reyes Michoacán, un ejemplo de reconversión competitiva. Sistema de Inteligencia de Mercados. Fundación Produce Michoacán, A. C. Primera ed. Laser Impresores. Morelia, Mich.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). En: <http://www.siap.gob.mx/optestadisticasiacon2012parcialsiacon-zip/> Consulta realizada el 01 de abril de 2016.

Secretaría de Economía-SIAVI. 2016. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. En: <http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/fraccion.php> Consulta realizada el 30 de marzo de 2016. <http://www.inegi.org.mx/inegi/>. (2008). Manual de características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidográficas de México. En <http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/1->

Secretaría de Economía-SIAVI. 2016. Sistema de Información Arancelaria Vía Internet. En: <http://www.economia-snci.gob.mx/siavi4/fraccion.php> Consulta realizada el 30 de marzo de 2016.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2011. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). <http://www.siap.gob.mx>.

Silva, E. C. 2005. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (^{15}N) da uréia, do milho e da crotalaria pelo milho sob semeadura direta em solo de cerrado. Tese Doutor. Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo. 111 p.

Stevenson F.J., Cole M.A. 1999. Phosphorous. En: Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorous, Sulfur, Microbutrients. John Wiley & Sons, Inc. New York. p 279-329.

Tilak K.V.B.R., Ranganayaki N., Pal K.K., De R., , Saxena A.K., Shekhar Nautiyal C., Shilpi Mittal, Tripathi A.K., Johri B.N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. CCurrent Science. 89(1): 136-150

United States Department of Agriculture-Foreign Agricultural Service. 2016. Global Agricultural Trade System. En: apps.fas.usda.gov/GATS/default.aspx Consulta realizad el 20 de abril de 2016

United States International Trade Commission. Harmonized Tariff Schedule. 2016. En: <https://hts.usitc.gov/?query=0811100050> Consulta realizada el 15 de abril de 2016

Urquiaga, S. 2000. Eficiencia de la fertilización nitrogenada en los principales cultivos anuales. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa). Agrobiología. Rio de Janeiro, Brasil. p 31 - 49.

Valverde E y Silva P. 2012. Validación de un método analítico para la determinación del contenido en sodio de los alimentos. Tecnología en Marcha. 5 (2): 41- 49.

Zapata, F. 2008. Guidelines on Nitrogen Management in Agricultural Systems: Introduction to nitrogen management in agricultural systems. IAEA (International Atomic Energy Agency) Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Viena. 243 p.

Zheng P, et al. (1993) Principalmente, fueron los romanos quienes se encargaron de expandir el cultivo por toda Europa.