



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

---

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD**

**FRUTICULTURA**

## **NUTRICIÓN, CRECIMIENTO, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE DURAZNO 'DIAMANTE', EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y COMBINADA**

**IVAN MAYAHUA QUIAHUA**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS**

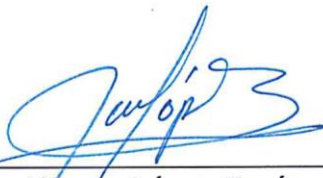
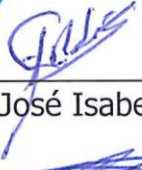
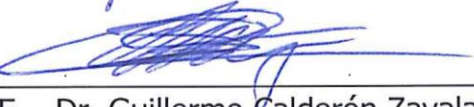

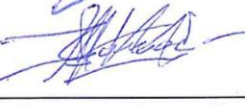
**MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO**

**2021**

La presente tesis titulada: **Nutrición, crecimiento, productividad y calidad de durazno en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada**, realizada por el alumno: **Ivan Mayahua Quiahua**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
FRUTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR

|               |   |
|---------------|---|
| CONSEJERO (A) | <br>FIRMA   |
|               | NOMBRE Dr. Alfredo López Jiménez  |
| ASESOR (A)    | <br>FIRMA  |
|               | NOMBRE Dr. José Isabel Cortés Flores  |
| ASESOR (A)    | <br>FIRMA |
|               | NOMBRE Dr. Guillermo Calderón Zavala  |
| ASESOR (A)    | <br>FIRMA  |
|               | NOMBRE Dr. Juan José Almaraz Suárez   |
| ASESOR (A)    | <br>FIRMA  |
|               | NOMBRE Dr. Crescenciano Saucedo Veloz   |

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Enero 2021

**NUTRICIÓN, CRECIMIENTO, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE DURAZNO  
'DIAMANTE', EN RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL,  
ORGÁNICA Y COMBINADA**

Ivan Mayahua Quiahua, D. C.  
Colegio de Postgraduados

**RESUMEN**

El manejo integral de nutrientes, es un concepto que envuelve la combinación de fertilizantes químicos, inoculación de micorrizas y estiércoles diversos, y ha mostrado mejores resultados que cualquiera de otras estrategias de fertilización. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización convencional, orgánica y combinada en la fertilidad química y microbiológica del suelo, en el estatus nutrimental del árbol, productividad y calidad organoléptica y nutracéutica del fruto de durazno 'Diamante'. Los tratamientos de fertilización para el ciclo de producción 2018, a una dosis por ha de 110 kg de N, 12 kg de P y 90 kg de K, para un rendimiento esperado de 10 t ha<sup>-1</sup>: 1) Fertilización Convencional (N: urea= 143 g árbol<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: superfosfato de calcio triple= 45 g árbol<sup>-1</sup> y KCL: cloruro de potasio= 112 g árbol<sup>-1</sup>. 2) Fertilización Orgánica (7.7 kg árbol<sup>-1</sup> de compost de estiércol ovino con 1.6% de concentración de N. 3) Fertilización combinada (4.7 kg árbol<sup>-1</sup> de estiércol vacuno con 2.5% de N, más fertilizantes convencionales a razón de N (urea) 71.5 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato de calcio triple) 22 g, y K<sub>2</sub>O 56 g (cloruro de potasio). Para el año 2019, la dosis de fertilización fue para un rendimiento esperado de 30 toneladas, tomando en cuenta el análisis nutrimental del suelo y usando las mismas fuentes de fertilizantes como sigue: 1) Convencional: N (urea) = 434 g árbol<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: (superfosfato de calcio triple) = 347 g árbol<sup>-1</sup> y K (cloruro de potasio) = 415 g árbol<sup>-1</sup>. 2) Fertilización Orgánica (23.1 kg árbol<sup>-1</sup> de compost de estiércol ovino con 1.6% de concentración de N. 3) Fertilización combinada (14.1 kg árbol<sup>-1</sup> de estiércol vacuno con 2.5% de N, más los fertilizantes convencionales a razón de N (Urea) = 217 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato de calcio triple) = 173 g, y de K<sub>2</sub>O (cloruro de potasio) = 207 g. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar generalizado, con 4 bloques y 13 repeticiones por tratamiento, un árbol fue una repetición. las variables evaluadas fueron temperatura del ambiente, y la temperatura y humedad del suelo a 50 cm de profundidad,

el crecimiento de raíces en el ciclo 2018, crecimiento de brote, porcentaje de flores y amarre de frutos, rendimiento, estatus nutrimental de suelo y árbol, actividad microbiológica, reservas de nitrógeno y almidón en raíces y brotes y calidad de fruto. En el 2018, la F. combinada fue superior en longitud de brote con 17.9 cm, y promovió mayor número de raíces (58,4 m total), y junto con la F. convencional fueron superiores en el rendimiento final (8.4 y 6.3 kg /árbol respectivamente). La F. combinada fue superior en el contenido en suelo de M.O., N, P y B en el estrato de 0-30 cm de profundidad, y en el estrato de 30-60 cm de profundidad fue superior en el contenido de P, K y Mn. Respecto a la concentración nutrimental en follaje, la F. combinada y orgánica fueron superiores en N y P. y la F. convencional fue superior en B. En el 2019, la F. orgánica fue superior en el crecimiento de brote con 15.1 cm. En el estrato de 0-30 cm de profundidad, la F. combinada fue superior en el contenido de M. O., P, K, Ca y Zn con 3.97%, y 125.7, 975, 2380 y 5.2 ppm respectivamente. En el estrato de 30-60 cm, fue superior en el contenido de P con 49.5 ppm. Los frutos de F. combinada fueron los que perdieron mayor peso del séptimo a noveno día de almacenamiento bajo refrigeración. La F. orgánica y combinada fueron superiores en el contenido de Vitamina C. La F: convencional y combinada fueron superiores en el contenido de ácido málico en el noveno día de almacenamiento. La F. convencional fue superior en el contenido de fenoles en el quinto día de almacenamiento.

**Palabras clave:** Durazno, fertilización convencional, orgánica, combinada, crecimiento vegetativo, raíces, calidad nutraceútica

# PEACH 'DIAMANTE' NUTRITION, GROWTH, PRODUCTIVITY AND QUALITY, IN RESPONSE TO CONVENTIONAL, ORGANIC AND COMBINED FERTILIZATION

Ivan Mayahua Quiahua, D. C.  
Colegio de Postgraduados

## ABSTRACT

Comprehensive nutrient management is a concept that involves the combination of chemical fertilizers, mycorrhizae inoculation and various manures, and has shown better results than any other fertilization strategy. The objective of this work was to evaluate the effect of conventional, organic and combined fertilization on the chemical and microbiological fertility of the soil, on the nutritional status of the tree, productivity, organoleptic and nutraceutical quality of the 'Diamante' peach fruit. The fertilization treatments for the 2018 production cycle, at a dose per ha of 110 kg of N, 12 kg of P and 90 kg of K, for an expected yield of 10 t ha<sup>-1</sup>: 1) Conventional fertilization (N: urea = 143 g tree<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: triple calcium superphosphate = 45 g tree<sup>-1</sup> and KCL: potassium chloride = 112 g tree<sup>-1</sup>. 2) Organic fertilization (7.7 kg tree<sup>-1</sup> of sheep manure compost with 1.6 % concentration of N. 3) Combined fertilization (4.7 kg tree<sup>-1</sup> of cattle manure with 2.5% of N, plus conventional fertilizers at a rate of N (urea) 71.5 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (triple calcium superphosphate) 22 g, and K<sub>2</sub>O 56 g (potassium chloride). For the year 2019, the fertilization dose was for an expected yield of 30 t, taking into account the nutritional analysis of the soil and using the same sources of fertilizers as follows: 1) Conventional fertilization: N (urea) = 434 g tree<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: (triple calcium superphosphate) = 347 g tree<sup>-1</sup> and K (potassium chloride) = 415 g tree<sup>-1</sup>. 2) Organic fertilization (23.1 kg tree<sup>-1</sup> of sheep manure compost with 1.6% concentration of N. 3) Combined fertilization (14.1 kg tree<sup>-1</sup> of cattle manure with 2.5% of N, plus conventional fertilizers at a rate of N (Urea) = 217 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (triple calcium superphosphate) = 173 g, and K<sub>2</sub>O (potassium chloride) = 207 g. A generalized randomized blocks experimental design was used, with 4 blocks and 13 repetitions per treatment, one tree was a repetition. The variables evaluated were ambient

temperature, and soil temperature and humidity at 50 cm depth, root growth in the 2018 cycle, shoot growth, percentage of flowers and fruit set, yield, soil and tree nutritional status, microbiological activity, nitrogen and starch reserves in roots and shoots and fruit quality. In 2018, the combined fertilization was superior in shoot length with 17.9 cm, and promoted a greater number of roots (58.4 m total), and together with the conventional fertilization. were superior in the final yield (8.4 and 6.3 kg / tree respectively). The combined fertilization was higher in the soil content of M.O. N, P and B in the 0-30 cm deep layer, and in the 30-60 cm deep layer it was higher in the P, K content and Mn. Regarding the nutrient concentration in foliage, the combined and organic fertilization were higher in N and P, and the conventional fertilization was higher in B. In 2019, organic fertilization was superior in shoot growth with 15.1 cm. In the 0-30 cm deep stratum, the combined fertilization was higher in the content of M.O., P, K, Ca and Zn with 3.97%, and 125.7, 975, 2380 and 5.2 ppm respectively. In the 30-60 cm stratum, it was higher in P content with 49.5 ppm. The fruits of fertilization combined were those that lost the most weight from the seventh to ninth day of storage under refrigeration. The organic and combined fertilization were superior in the content of Vitamin C. The conventional and combined fertilization were superior in the content of malic acid on the ninth day of storage. Conventional fertilization was superior in phenol content on the fifth day of storage.

**Keywords:** Peach, conventional, organic, combined fertilization, vegetative growth, roots, nutraceutical quality

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y al Colegio de Postgraduados por el apoyo brindado para poder cursar y culminar mis estudios de postgrado

Al Dr. Alfredo López Jiménez, por sus valiosos consejos, enseñanzas y apoyo incondicional que me permitieron concluir los objetivos de esta investigación, así también le reconozco la amistad, confianza y profesionalismo que siempre me demostró durante mi estancia en el colegio.

A mi consejo particular integrado por el Dr. José Isabel Cortés Flores, Dr. Guillermo Calderón Zavala, Dr. Juan José Almaráz Suárez, Dr. Crescenciano Saucedo Veloz, y en memoria del Dr. Roberto Quintero Lizaola.

Al Dr. Javier Suárez Espinoza, por sus aportaciones y dirección durante el análisis estadístico de esta investigación

Al Dr. Roberto Ascencio Hernández, por su valioso apoyo y asesoría para el manejo e instalación del sistema de prevención de daño por heladas.

Al Dr. Antonio Mora y su equipo interdisciplinario del postgrado de Fitopatología por su apoyo para el uso de su innovador equipo CIVECLIM.

Al M.C. David Jaen Contreras por su valioso apoyo en el laboratorio de Postcosecha

A la M.C. Sigrid Cázares por su valioso apoyo en el laboratorio de microbiología de suelos, a la M.C. Sol del laboratorio del laboratorio de nutrición vegetal, al sr. Eliseo por su apoyo en el huerto experimental.

A los M. C. Manuel Reyes, Jesús Reyes, Juan Salazar, Josué Peñaloza, Antonio González, Antonio Morgado, Viridiana García, Uriel Hidalgo, Efraín González, Enrique Riviello, Alba Soberanes, Rosa Romero, por su apoyo y amistad incondicional brindada.

A los trabajadores administrativos y núcleo académico del postgrado de Fruticultura por su invaluable apoyo y amistad.

## DEDICATORIA

A mi madre Leonor por su cariño y apoyo incondicional, toda la vida, gracias. El ejemplo a seguir y por lo menos emparejar.

A mis hermanos Dulce y Osvaldo por su apoyo incondicional. A mi abuelita Juana, hija y reflejo de la mujer postrevolucionaria. A toda mi familia única y particular, trabajadora y honesta.

A mi esposa Rosa Isela y a mi mayor tesoro, mi hija Camila.

A ti amigo y a tu descendencia...



## CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| RESUMEN .....   | iii  |
| ABSTRACT .....  | v    |
| AGRADECIMIENTOS.....  | vii  |
| DEDICATORIA .....   | viii |
| LISTA DE CUADROS.....   | xiii |
| LISTA DE FIGURAS.....   | xiv  |
| INTRODUCCIÓN GENERAL.....   | 1    |
| Manejo sustentable de la fertilización en durazno.....  | 1    |
| Literatura citada .....   | 5    |
| OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....   | 7    |
| Objetivo General .....  | 7    |
| Objetivos particulares .....  | 7    |
| Hipótesis.....  | 7    |
| REVISIÓN DE LITERATURA .....  | 8    |
| Agricultura sustentable .....   | 8    |
| Crecimiento de raíces.....  | 10   |
| Interacción del crecimiento de la raíz y parte aérea del árbol .....  | 12   |
| Fertilización de durazno .....  | 15   |
| Respiración de microorganismos en suelo.....  | 18   |
| Calidad de fruto de durazno.....  | 20   |
| Literatura citada.....  | 23   |
| CAPÍTULO I. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y<br>COMBINADA, EN EL CRECIMIENTO DE RAÍCES, BROTES VEGETATIVOS,<br>FLORACIÓN, AMARRE DE FRUTO, RENDIMIENTO Y RESERVAS EN<br>DURAZNO ‘DIAMANTE’ ..... | 28   |
| 1.1 RESUMEN .....   | 28   |
| 1.2 ABSTRACT .....  | 29   |
| 1.3 INTRODUCCIÓN .....  | 30   |
| 1.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 32   |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.4.1 Sitio experimental.....   | 32        |
| 1.4.2 Material vegetal.....   | 32        |
| 1.4.3 Manejo del cultivo.....   | 32        |
| 1.4.4 Tratamientos.....   | 33        |
| 1.4.5 Diseño experimental.....  | 34        |
| 1.4.6 Parámetros ambientales de suelo y aire.....                     | 34        |
| 1.4.7 Crecimiento de raíces.....                                      | 35        |
| 1.4.8 Crecimiento de brote.....                                       | 35        |
| 1.4.9 Porcentaje de flores y amarre de frutos.....                    | 36        |
| 1.4.10 Rendimiento.....   | 36        |
| 1.4.11 Nitrógeno y almidón en brotes y raíces.....                    | 36        |
| <b>1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                | <b>38</b> |
| 1.5.1 Registro de temperatura y humedad.....                          | 38        |
| 1.5.2 Crecimiento de brotes y raíces.....                             | 40        |
| 1.5.3 Porcentaje de flores y amarre de fruto.....                     | 46        |
| 1.5.4 Rendimiento.....  | 47        |
| 1.5.5 Reservas nitrógeno y almidón.....                               | 49        |
| <b>1.6 CONCLUSIÓN.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>1.7 LITERATURA CITADA.....</b>                                     | <b>53</b> |
| <b>CAPÍTULO II. FERTILIDAD DEL SUELO Y ESTATUS NUTRIMENTAL DE</b>     |           |
| <b>ÁRBOLES DE DURAZNO 'DIAMANTE' BAJO TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN</b> |           |
| .....   | 56        |
| <b>2.1. RESUMEN.....</b>  | <b>56</b> |
| <b>2.2. ABSTRACT.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>2.3 INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>58</b> |
| <b>2.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                  | <b>60</b> |
| 2.4.1 Variables evaluadas.....  | 60        |
| <b>2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                | <b>61</b> |
| 2.5.1 Fertilidad del suelo.....                                       | 61        |
| 2.5.2 Concentración nutrimental en hojas de árboles de durazno.....   | 69        |
| <b>2.6 CONCLUSIÓN.....</b>  | <b>74</b> |

|   |            |
|---|------------|
| 2.7 LITERATURA CITADA.....  | 75         |
| <b>CAPÍTULO III. ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA EN SUELO CULTIVADO CON DURAZNO BAJO TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN .....</b>             | <b>78</b>  |
| 3.1 RESUMEN .....   | 78         |
| 3.2 ABSTRACT .....  | 79         |
| 3.3 INTRODUCCIÓN .....  | 80         |
| 3.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 82         |
| 3.4.1 Respiración de microorganismos en suelo.....  | 82         |
| 3.4.2 Obtención de muestras de suelo.....   | 82         |
| 3.4.3 Actividad metabólica microbiana.....  | 82         |
| 3.4.4 Índice de Diversidad Metabólica.....  | 83         |
| 3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 86         |
| 3.5.1 Emisión de CO <sub>2</sub> en suelo.....  | 86         |
| 3.5.2. Actividad microbiológica y capacidad metabólica .....  | 89         |
| 3.5.3 Índice de diversidad metabólica (Shannon) .....   | 92         |
| 3.6 CONCLUSIÓN .....  | 96         |
| 3.7 LITERATURA CITADA.....  | 97         |
| <b>CAPÍTULO IV. CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y NUTRACEÚTICA EN FRUTOS DE DURAZNO ‘DIAMANTE’ BAJO TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN .....</b> | <b>100</b> |
| 4.1 RESUMEN .....   | 100        |
| 4.2 ABSTRACT .....  | 101        |
| 4.3 INTRODUCCIÓN .....  | 102        |
| 4.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....  | 104        |
| 4.4.1 Acidez titulable.....   | 104        |
| 4.4.2 Sólidos solubles totales (SST).....   | 105        |
| 4.4.3 Contenido de Vitamina C. ....   | 105        |
| 4.4.4 Acidez titulable.....   | 105        |
| 4.4.5 Color. ....   | 105        |
| 4.4.6 Firmeza. ....   | 106        |
| 4.4.7 Concentración de fenoles y carotenoides.....  | 106        |
| 4.4.8 Pérdida de peso .....   | 107        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....                       | 108 |
| <b>4.5.1 Sólidos solubles totales</b> .....                   | 108 |
| <b>4.5.2 Firmeza</b> .....                                    | 109 |
| <b>4.5.3 Pérdida de peso</b> .....                            | 110 |
| <b>4.5.4 Concentración de Vitamina C y ácido málico</b> ..... | 111 |
| <b>4.5.5. Índice de color</b> .....                           | 113 |
| <b>4.5.6 Concentración de fenoles y carotenoides</b> .....    | 116 |
| <b>4.5.6.1 Fenoles</b> .....                                  | 116 |
| <b>4.5.6.2 Carotenoides</b> .....                             | 118 |
| <b>4.5.7. Concentración nutrimental de frutos</b> .....       | 120 |
| <b>4.6 CONCLUSIÓN</b> .....                                   | 123 |
| <b>4.7 LITERATURA CITADA</b> .....                            | 124 |
| <b>CONCLUSIÓN GENERAL</b> .....                               | 128 |
| <b>ANEXOS</b> .....   | 129 |

## LISTA DE CUADROS

|  |            |
|--|------------|
| <b>Cuadro 1. Crecimiento de raíces mensual y total en árboles de durazno ‘Diamante’ por efecto de tratamientos de la fertilización convencional, orgánica y combinada en el ciclo de producción 2018. ....</b> | <b>45</b>  |
| <b>Cuadro 2. Porcentaje de flores, amarre de frutos, longitud de brote y rendimiento en durazno diamante mejorado bajo tres tipos de fertilización. ....</b>   | <b>47</b>  |
| <b>Cuadro 3. Concentración de nitrógeno y almidón en raíz y brotes de durazno ....</b>   | <b>50</b>  |
| <b>Cuadro 4. Fertilidad del suelo cultivado con durazno en el año 2017.....</b>  | <b>61</b>  |
| <b>Cuadro 5. Fertilidad del suelo en dos profundidades en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada en el año 2018. ....</b>   | <b>64</b>  |
| <b>Cuadro 6. Fertilidad del suelo en dos profundidades en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada en el año 2019. ....</b>   | <b>69</b>  |
| <b>Cuadro 7. Concentración nutrimental en hojas de árboles de durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización.....</b>   | <b>72</b>  |
| <b>Cuadro 8. Medición de CO<sub>2</sub> en un suelo cultivado con durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización .....</b>  | <b>86</b>  |
| <b>Cuadro 9. Actividad microbiológica y diversidad metabólica en muestras de suelo cultivado con durazno con tres tipos de fertilización.....</b>  | <b>92</b>  |
| <b>Cuadro 10. Efecto de tres tratamientos de fertilización al suelo en la calidad de frutos de durazno ‘Diamante’ al momento de cosecha en el año 2018. ....</b>   | <b>109</b> |
| <b>Cuadro 11. Porcentaje de pérdida de peso en frutos de durazno bajo tres tratamientos de fertilización en el año 2019 y almacenados a 13°C....</b>   | <b>111</b> |
| <b>Cuadro 12. Efecto de tres tratamientos de fertilización al suelo en la calidad de frutos de durazno ‘Diamante’ al momento de cosecha en el año 2019. ....</b>   | <b>112</b> |
| <b>Cuadro 13. Concentración nutrimental en fruto de durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización .....</b>  | <b>120</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Figura 1. Temperatura ambiental (°CA), humedad de suelo (HS) y temperatura de suelo (°CS), en un huerto de durazno ‘Diamante’ en Montecillo, Texcoco, Edo. Mex. en el ciclo de producción 2018. ....</b> | <b>38</b> |
| <b>Figura 2. Temperatura ambiental (°CA), humedad de suelo (HS) y temperatura de suelo (°CS), en un huerto de durazno ‘Diamante’ en Montecillo, Texcoco, Edo. Mex. en el ciclo de producción 2019. ....</b> | <b>39</b> |
| <b>Figura 3. Crecimiento semanal de brotes vegetativos en árboles de durazno ‘Diamante’ en respuesta a tres tratamientos de fertilización en los ciclos 2018. ....</b>                                      | <b>42</b> |
| <b>Figura 4. Crecimiento semanal de brotes vegetativos en árboles de durazno ‘Diamante’ en respuesta a tres tratamientos de fertilización en los ciclos 2019. ....</b>                                      | <b>43</b> |
| <b>Figura 5. Crecimiento de raíces de árboles de durazno ‘Diamante’ de tres años de edad en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada durante el ciclo 2018. ....</b>                 | <b>44</b> |
| <b>Figura 6. Dinámica de emisión de CO<sub>2</sub> registrada cada 12 días en un suelo cultivado con durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización en el año 2019. ....</b>                           | <b>88</b> |
| <b>Figura 7. Evolución de la actividad microbiológica en muestras de suelo cultivado con durazno bajo tres tipos de fertilización. ....</b>   | <b>90</b> |

## ABREVIACIONES

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| ADN                            | Adenosin trifosfato                                |
| AOAC                           | Association of official agricultural chemists      |
| AT                             | Acidez titulable                                   |
| AZT                            | Azúcares totales                                   |
| B                              | Boro   |
| Ca                             | Calcio   |
| cm                             | Centímetro   |
| cv                             | cultivar   |
| CIC                            | Capacidad de intercambio catiónico                 |
| CO <sub>2</sub>                | Bióxido de carbono                                 |
| Cu                             | Cobre  |
| Fe                             | Fierro   |
| FAO                            | Organización para la agricultura y la alimentación |
| g                              | Gramos   |
| h                              | Horas  |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Ácido sulfúrico                                    |
| ha                             | Hectárea   |
| kg                             | Kilogramos   |
| kpas                           | Kilopascales                                       |
| K                              | Potasio  |
| KCL                            | Cloruro de potasio                                 |
| L                              | Litros   |
| LN                             | Latitud norte                                      |
| LO                             | Latitud oeste                                      |
| MO                             | Materia orgánica                                   |
| m <sup>3</sup>                 | Metro cúbico                                       |
| mg                             | Miligramos   |
| Mg                             | Magnesio   |
| Mo                             | Molibdeno  |
| min                            | Minutos  |

|                |  |
|----------------|--|
| mL             | Mililitros   |
| mm             | Milímetros   |
| Mn             | Manganeso  |
| N              | Nitrógeno  |
| Na             | Sodio  |
| NaOH           | Hidróxido de sodio                                 |
| Nm             | Nanómetro  |
| O <sub>2</sub> | Oxígeno  |
| P              | Fósforo  |
| pH             | Potencial de hidrógeno                             |
| s              | Segundo  |
| S              | Azufre   |
| SIAP           | Servicio de información agroalimentaria y pesquera |
| SST            | Sólidos solubles totales                           |
| μL             | Microlitro   |
| μg             | Microgramos  |
| t/ha           | Tonelada   |
| VC             | Vitamina C   |
| Zn             | Zinc   |
| °C             | Grados centígrados                                 |



## INTRODUCCIÓN GENERAL

### Manejo sustentable de la fertilización en durazno

De acuerdo con el SIAP (2019), la producción total de durazno en México fue de 158,942 ton, de una superficie de 25, 202 ha; con un rendimiento por hectárea de 6.3 t/ha y valor de la producción total de \$1,673 millones; lo cual demuestra su importancia para los fruticultores.

Así mismo, las importaciones de México, estimadas a 5 años son de 23 mil toneladas anuales para el 2016 (Sánchez *et al.*, 2012). Además, indican que el consumo per cápita en México es de 2 kg, considerado muy bajo, sin embargo, si este se incrementara a 3 kg en 10 % de la población mexicana, el volumen requerido sería de 312 mil t al año, y habría un déficit de 96 mil toneladas anuales en un lapso de cinco años, lo que significa dos escenarios: importar esta cantidad, o aprovechar esta oportunidad para incrementar la productividad en México.

En la actualidad, los métodos de producción agrícola intensiva están teniendo un impacto negativo con el ambiente. El uso irracional de fertilizantes químicos y pesticidas ha provocado un desequilibrio en los ecosistemas, lo que ha originado que los suelos agrícolas pierdan su calidad física, química, biológica, y su capacidad para producir alimentos, por procesos de contaminación con metales pesados, presencia de plagas y enfermedades, erosión hídrica, baja fertilidad, entre otros aspectos (Altieri, y Nicholls,, 2000), como la emisión de gases invernadero o contaminación de mantos freáticos (Galloway *et al.*, 2003).

Actualmente, en México el tema de la sustentabilidad adquiere gran importancia ya que existe un panorama de degradación ambiental muy preocupante. El desarrollar y poner en práctica tecnología amigable con el medio ambiente sin demeritar la rentabilidad en la producción agrícola es de suma necesidad para preservar los recursos naturales no renovables (Hernández *et al.*, 2013)

El mantenimiento de la capacidad productiva del suelo requiere integrar prácticas de nutrición vegetal y de mejoramiento del suelo. Para ello es necesario aplicar prácticas agronómicas que aumenten la eficiencia en el uso de los elementos esenciales, además de aumentar la concentración de materia orgánica para promover la actividad de la biodiversidad edáfica y generar información de sus efectos en las características del suelo, (Álvarez-Solís *et al.*, 2010). Así mismo, también es importante generar información sobre la transformación del suelo respecto a los tipos de manejo que se le proporcionan.

De esta manera, el uso de biofertilizantes, de enmiendas orgánicas, uso eficiente de fertilizantes químicos, así como del control biológico en los agroecosistemas están comenzando a ser alternativas para la agricultura,, sin embargo, para muchos cultivos aún existe poca información (Gliessman, 2013).

También el uso y disponibilidad de agua es de gran relevancia para sostener e incrementar la productividad agrícola, por ello el método de riego empleado y los acolchados del suelo en campo, son imprescindibles para incrementar la eficiencia de estos recursos (Inzunza, 2007), sobre todo en zonas en donde la disponibilidad de agua es escasa. La incorporación de abonos orgánicos al suelo cultivado es una práctica agrícola muy reconocida que mejora las propiedades nutrimentales y estructurales del

suelo, como el compost, biofermentos, bocashi y abonos verdes (Picado y Añasco, 2005).

Estudios realizados para desarrollar un manejo sustentable, del suelo con acolchados plásticos, orgánicos, inoculación con micorrizas y abonos orgánicos indican mejores resultados en el rendimiento de cosecha que en suelos manejados sin estas prácticas agrícolas (Bakshi *et al.*, 2014). Sin embargo para el cultivo del durazno existe poca información, teniendo en cuenta que su manejo en campo es convencional, lo que ha conllevado a una degradación gradual de los suelos en donde se cultiva.

De la misma manera, es necesaria una fertilización racional que integre a fertilizantes orgánicos y químicos para practicar una agricultura productiva, sostenible, en la que los fertilizantes se empleen, con máxima eficiencia y cuidado del medio ambiente (García *et al.*, 2010), aminorando el impacto negativo de estos insumos en el suelo y sin disminuir el rendimiento.

El uso intensivo de fertilizantes químicos en los agroecosistemas es una práctica generalizada, sin embargo, de acuerdo con Cordell *et al.*, (2009), estos insumos tienen generalmente baja eficiencia, es decir, que el cultivo no los aprovecha de buena manera, entre otras razones por las prácticas erróneas que se utilizan al aplicarlos, originando pérdidas por lixiviación, erosión, o fenómenos químicos como fijación o desnitrificación.

Así, la FAO (1999), hace un análisis sobre el alto nivel de uso de fertilizantes químicos y la baja eficiencia de estos, y propone algunas prácticas agrícolas para aumentar la eficiencia tales como: cultivos de cobertera, cultivos de corto plazo, modificación de los métodos de preparación de la tierra, acolchados, rotación de cultivos, reciclaje de estiércoles de ganado entre otros.

Gonzalez y Pomares, (2008), reportan que aumentando el índice de materia orgánica en el suelo garantiza una buena movilidad de nutrientes, mantiene un pH óptimo, estimula actividad biológica y dificulta la proliferación de organismos patógenos. El compost y los abonos orgánicos incorporados al suelo incrementan el control biológico de enfermedades de la planta (Danon *et al.* 2007), pueden mejorar las condiciones en que crece la raíz además de aportar nutrientes al sistema, que se traduce en un mejor crecimiento de la planta (Huber, 1991).

En plantaciones con altas densidades, año con año, los productores de durazno realizan un manejo convencional al cultivo, con aplicación de pesticidas y fertilizantes minerales frecuentemente en cantidades excesivas; lo que impacta de manera negativa al suelo, en aspectos como disminución de la productividad por erosión o compactación, pérdida de materia orgánica, retención de humedad, actividad biológica o de microorganismos (importante para mineralizar la materia orgánica que se acumula en el suelo), acumulación de contaminantes residuales de fertilizantes o pesticidas; entre otros, y provoca la pérdida de fertilidad y capacidad natural para mantener un cultivo, además de tener un alto costo económico y ambiental. El suelo pasa de ser un agente natural que signifique ventaja, a un aspecto con el cual el agricultor tiene que lidiar durante el ciclo del cultivo.

El propósito de este trabajo, fue evaluar el manejo del suelo con el acolchado orgánico, estiércol fresco, compost y fertilizantes químicos en el cultivo del durazno 'Diamante mejorado' (*Prunus pérsica* Batch), en condiciones de clima templado.

## Literatura citada

- Altieri M. y Nicholls I. C. 2000. Agroecología: teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1 ed. Serie de textos básicos para la formación ambiental. PNUMA.FAO. México, D. F.
- Álvarez, S. D.J., Gómez-Velasco, D. A., León, M. S. N. y Gutiérrez, M. A. F. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo del maíz. *Agrociencia* 44:575-586.
- Bakshi P, Bhat DJ, Wali VK, Sharma A, Iqbal M. 2014. Growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler as influenced by various mulching materials. *Afr. J. Agri. Res.*9(7):701-706.
- Cordell, D., Drangert, J. and White S. 2009. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*. No. 19:292-305 pp.
- Danon, M., Zmora-Nahum, S., Chen, Y. y Hadar, Y. 2007. Prolonged compost curing reduces suppression of *Sclerotium rolfsii*. *Soil Biology and Biochemistry* 39:1936-1946.
- FAO. 1999. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Dirección de fomento de tierras y aguas. Roma, Italia.
- Galloway, N. J., Aber, D. J., Erisman, W. J., Seitzinger, P. S., Howarth, W. R., Cowling, B. E. y Cosby, J. B. 2003. The Nitrogen cascade. *BioScience*. Vol. 53. No. 4. pp:2-17.
- García, S. J. P. Ruano, C. S. Lucena, M. J. J. y Nogales, G. M. 2010. El suelo, los nutrientes, los fertilizantes y la fertilización. En; Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. pp. 14-39.
- Gliessman, S. R. 2013. Agroecología: plantando las raíces de la Resistencia. *Agroecología* 8 (2):19-26.
- González, V. y Pomares, F. 2008. La fertilización y el balance de nutriente en sistemas agroecológicos. In: Manual técnico fertilización y balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Catarroja Valencia España.
- Hernández, F. L., Munive, H. A. J., Sandoval, C. E., Martínez, C. D., y Villegas, H. C. 2013. Efecto de las prácticas agrícolas sobre las poblaciones bacterianas del suelo en sistemas de cultivo en Chihuahua México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 4. Núm.3. pp. 353-365.
- Huber, D.M. 1991. The use of fertilizers and organic amendments in the control of plant disease. In: Pimentel D (ed) *CRC handbook of pest management in agriculture* : vol 1, Boca Raton : CRC Press, pp 405- 494

- Inzunza I. M. A., S. F. Mendoza M., E. A. Catalán V., M. M. Villa C., I. Sánchez C. y A. Román L. 2007. Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico. Revista Fitotecnia
- Sánchez T. B., Zegbe, D. J., Espinoza, A. J. J. y Rumayor, R. A. F. 2012. Producción y comercialización de Durazno criollo de Zacatecas. INIFAP. Zacatecas. Folleto técnico No. 43.
- SIAP. 2019. Sistema de Información Agrícola y Pecuaria.
- Picado, J., & Añasco, A. 2005. Agricultura orgánica. En Preparación y uso de abono orgánico sólidos y líquidos. San José, Costa Rica.

## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **Objetivo General**

1.-Evaluar el efecto de la fertilización, convencional, orgánica y combinada, en la fertilidad del suelo, y la calidad de fruto de durazno 'Diamante'.

### **Objetivos particulares**

1.- Evaluar los flujos de crecimiento de las raíces de durazno, manejado con fertilización convencional, orgánica y combinada.

2.- Evaluar el crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del fruto de durazno manejado con fertilización convencional, orgánica y combinada.

3.- Evaluar es estatus nutrimental del árbol de durazno y la fertilidad del suelo.

### **Hipótesis**

H1.- El crecimiento y distribución de raíces del árbol de durazno, es mayor cuando el suministro combinado de fertilizantes químicos y orgánicos se emplean en el programa de fertilización del árbol.

H2.- La fertilización combinada mejora las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, por consecuencia, se mejora la nutrición del árbol, aumenta el rendimiento y calidad del fruto de durazno.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Agricultura sustentable**

Los problemas que tienen mayor importancia en la actualidad para la población rural y su ambiente, se relacionan con el uso y manejo inapropiado de los recursos agua y suelo provocando: una nutrición inadecuada, alimentos no seguros para el consumo humano, bajos niveles de ingreso económico, migración laboral, entre otros. Respecto a los problemas ambientales, encontramos a los relacionados con la degradación del suelo, la destrucción de los hábitats terrestres y acuáticos, con la consecuente pérdida de biodiversidad.

El concepto suelo debe entenderse como un factor vivo que engloba la dinámica del crecimiento de raíces y fauna en el suelo, la temperatura, la humedad y otros procesos físico-químicos. El suelo, pierde nutrientes por medio de la producción agrícola, la erosión y la lixiviación, por esto, deben ser restablecidos sus niveles para un siguiente ciclo de producción. Así, la agricultura de conservación y sustentable va desde el contenido de nutrientes en el suelo, pasando por su estructura y actividad biológica, factores que determinan en gran medida la sostenibilidad de la productividad. Debido a esto, son necesarios cambios en las prácticas de manejo de suelo, como la rotación de cultivos, épocas de siembra, medidas de conservación de suelos, uso estratégico de abonos orgánicos y uso correcto y racional de fertilizantes inorgánicos (FAO, 2002).

Los científicos y políticos, replantean las prácticas agrícolas que puedan aminorar los impactos ambientales del alto índice de uso de fertilización química y pesticidas. La agricultura orgánica puede proveer frutos de calidad sin los efectos adversos al suelo y el ambiente (Yadav *et al.*, 2013).



Los características de una agricultura sustentable, incluyen la protección a largo plazo de la fertilidad de los suelos mediante el mantenimiento de niveles adecuados de materia orgánica , la actividad biológica en él, manejo de maquinaria adecuada al suelo, fertilización nitrogenada mediante la utilización de leguminosas y fijación biológica, el reciclaje eficaz de los materiales orgánicos incluyendo residuos de cultivos y desechos del ganado y las malas hierbas, y enfermedades y control de plagas basándose principalmente en la rotación de cultivos y depredadores naturales. El énfasis es mantener la fertilidad del suelo mediante la devolución de todos los desechos al suelo para minimizar la adición de NPK (Chonkar, 2002).

Minhas y Sood, (1994) mencionan que la materia orgánica después de la descomposición libera micro y macro nutrientes a la solución del suelo, y que son disponibles para ser absorbidos por las raíces de las plantas. La agricultura ecológica es capaz de sostener una mayor productividad de los cultivos y mejorar la calidad del suelo, manejando de manera adecuada las propiedades del mismo.

El manejo integral de nutrientes, es un concepto que considera la combinación de fertilizantes químicos, inoculación micorrizas y estiércoles diversos, y ha mostrado mejores resultados que cualquiera de otras estrategias de fertilización en cítricos. Este manejo basado en la fertilización tiene mejor margen que con la fertilización convencional, en donde se especifica que el efecto es mejor cuando va más allá de tres o cuatro ciclos de cultivo, infligiendo cambios físico químicos en el suelo que ayudan a mejorar la absorción de nutrientes; además del uso de bacterias y micorrizas que a la

par de ayudar a absorber mayor cantidad de nutrimentos, combaten a algunos patógenos que pudieran existir en los estiércoles manejados como abonos (Kumar, 2009).

### **Crecimiento de raíces**

Uno de los motivos para estudiar y entender los procesos de absorción y crecimiento de la raíz, es el del cambio climático; Rewald *et al.*, (2014), comentan que el nuevo reto, es cómo manejar los altos niveles del CO<sub>2</sub> atmosférico, el cual afecta el crecimiento de la planta, y que la expectativa es que las condiciones edáficas se vuelvan extremas (salinización y contaminación con metales pesados) en los campos agrícolas provocado por el continuo uso de los pesticidas y fertilizantes químicos.

Glenn y Walker (1993), estudiaron la relación entre el crecimiento de raíz y la disponibilidad de agua en el suelo, en árboles de durazno jóvenes, sin producción y con producción, durante 7 años. Encontraron que en árboles jóvenes y los que no tenían producción desarrollaron nuevas raíces durante el ciclo de crecimiento. Y en los árboles con carga de frutos inició en marzo, después de la brotación vegetativa deteniéndose en junio, y se reanudó después del raleo en agosto, y todavía se observó en enero. Concluyeron que la aparición de nuevas raíces estuvo inversamente relacionada a la presencia de fruto en la planta, y no tuvo correlación con la disponibilidad de agua en el suelo en estratos de 0 a 90 cm de profundidad.

Baldi *et al.*, (2010), evaluaron la dinámica de crecimiento de la raíz de nectarina del 2003 al 2006, usando para ello, fertilización con compost (10 t de peso seco/ha), fertilización mineral (P=100 kg/ha/año y K=200 kg/ha/año, y N= 200 kg/ha/año), y un tratamiento sin fertilizar. Ellos encontraron que el compost incrementó la producción de

nuevas raíces a una profundidad de 41-80 cm, además que tuvieron más longevidad comparado con los otros tratamientos. Al paso de los años, se correlacionó positivamente la longevidad de las raíces con la presencia de nitratos en el suelo; por lo tanto, el cambio de fertilización mineral a orgánica puede cambiar también las propiedades del suelo y la disponibilidad de nutrientes, destacando los cambios en la producción de raíces y su longevidad.

Respecto a la respuesta de las raíces a la fertilización, se dice que la disponibilidad de nitrógeno tiene fuertes efectos en el índice de proliferación y crecimiento de las raíces. Los incrementos en amonio y nitratos, pueden incrementar la ramificación de las raíces axilares y la elongación de las laterales (Boukcim *et al.*, 2006).

Más aún, los fertilizantes minerales pueden contribuir a altos niveles de nitratos, mientras que los fertilizantes orgánicos liberan el N más lentamente y puede suministrar amonio por largos periodos de tiempo, dependiendo de la tasa de nitrificación; el crecimiento de raíces responde a estas diferentes formas de N e influencia espacial y temporalmente los patrones de su abastecimiento. El incremento uniforme del abastecimiento de N a menudo reduce el crecimiento radical, mientras que incrementos localizados en tiempo lo estimulan fuertemente (Robinson 1994, Hodge, 2006, citado por Baldi *et al.*, 2010).

Así también, Callejas-Rodriguez *et al.*, (2012), comentan que es de suma importancia el estudio del desarrollo y crecimiento del sistema radical, pues de esta manera se comprende mejor el desarrollo de la parte aérea junto con el rendimiento y calidad de la fruta. De esta manera, realizaron un estudio para evaluar la dinámica de desarrollo de

las raíces, en plantas de vid de mesa enraizadas de 20 años de edad, al lado de las cuales se hizo una calicata para estudio de las raíces.

Encontraron que en suelos de textura media y con riego continuo ( $15-200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) las raíces funcionales se encuentran fuera de la zona de saturación (lejos del aspersor de riego) evitando así procesos de hipoxia o anoxia. También en suelos de textura gruesa, este tipo de raíces se encuentran distribuidas de manera uniforme en el perfil del suelo, destacando que las plantas con mayor potencial productivo se relacionan positivamente con mayor cantidad de raíces.

### **Interacción del crecimiento de la raíz y parte aérea del árbol**

Comprender las relaciones existentes entre la parte aérea y el sistema radical de una planta, es de suma importancia, ya que gran parte de los procesos fisiológicos que determinan el éxito en la cosecha de un cultivo, están íntimamente relacionados entre estas dos componentes. De esta manera, Callejas-Rodríguez *et al.*, (2012), dicen que conociendo el desarrollo del sistema radical, es un aspecto determinante para conocer una huerta frutal, pues nos dará una pauta para entender el crecimiento de la parte aérea y aspectos como el rendimiento y calidad de la fruta.

De esta manera, implementaron un estudio para conocer y evaluar el crecimiento, distribución y diámetro de raíces, respecto al potencial productivo en 8 árboles de vides de mesa de 20 años divididas en 4 y 4 de alto y bajo potencial productivo respectivamente, en la región de Atacama Chile del 2006 al 2007.

Encontraron que las raíces funcionales se encuentran alejadas de la zona del bulbo de riego, esto es suelos de textura media, posiblemente evitar así procesos de anoxia, así

también, comentan que en los suelos de textura gruesa, las raíces finas se localizan distribuidas de manera uniforme en todo el perfil, concluyendo que las plantas con mayor potencial en rendimiento y calidad, se relacionan con el desarrollo y presencia de mayor número de raíces.

De la misma manera, Ruíz (2005) comenta que aspectos que determinen calidad del sistema radical (número, grosos, color) influyen en buena medida respecto al desarrollo y fortaleza del árbol de vid, así también en el rendimiento de los mismos. Así también Callejas-Rodríguez, comentan (2012) que se destaca la importancia de las prácticas agrícolas enfocadas por al agricultor para mejorar las condiciones del suelo con miras a maximizar el desarrollo del sistema radical como un aspecto que potencia la productividad de las plantas.

Por otra parte, Urbina (2001) nos comenta que el sistema radical tiene una fuerte influencia sobre la parte aérea, la cual se manifiesta en el comportamiento del desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta. Además dice que la influencia del sistema radical está determinada por cómo se desarrolla, por su capacidad para absorber de la solución del suelo agua y nutrientes, además de su adaptación a las condiciones en que el agricultor maneja el suelo.

Así mismo, Soza *et al.*, (2003), comenta que los estudios sobre sistema radical son muy importantes, pues éstos producen agua y nutrientes a la parte aérea, sintetizan reguladores de crecimiento necesarios para el buen desarrollo de la planta, además también comenta que si se posee un sistema radical con buen desarrollo, este influirá de manera positiva en la parte aérea, pero si en esta hay problemas de calidad de cosecha,

daños por plagas y enfermedades, es probable que estén originados por desórdenes del sistema radical.

De la misma forma, Ruiz (2005) dice que el sistema radical influye por tres vías respecto a la calidad de la fruta en Vid: las raíces están en balance de carbohidratos, suministran agua y nutrientes al desarrollo de la parte aérea y al amarre de frutos, y también son una especie de defensa identificando señales de ataques de patógenos en el suelo y que son transmitidas a la parte aérea.

Barrios (2011), nos dice que el laboreo del suelo influye en la biomasa del sistema radical, en la de la parte aérea y el equilibrio que existe entre ambas partes. Así también, el crecimiento aéreo de una planta está relacionado al estatus hídrico del suelo y otros procesos biofísicos y bioquímicos que al mismo tiempo son afectados por el medio ambiente inmediato (Beatriz *et al.*, 2014). De la misma manera, comentan que las raíces requieren de los fotosintatos producidos por la parte aérea por el proceso de fotosíntesis, mientras que esta misma parte requiere los nutrientes y agua extraídas por la raíz.

Por estas interacciones, se desencadenan diferentes procesos fisiológicos que van modulando la fenología de una planta, Becerril *et al.*, (1995), comentan que muy relacionadas, por procesos de sinergia y antagonismo; esto es, que por procesos que conllevan a aportaciones y competencia por fotosintatos, los cuales originan detenciones de crecimiento uno a uno, y un ejemplo que dan es el del letargo, que cuando la parte aérea entra en este proceso, los carbohidratos son traslocados hacia el tallo y a la raíz, para almacenarlos y usarlos posteriormente cuando termina el letargo.

Comas *et al.*, (2005), también comentan que los periodos de aparición de raicillas es controlada por factores internos y externos a la planta; en donde la temperatura, reserva

de carbohidratos y humedad promueven el crecimiento radical en el periodo de primavera, humedad en el suelo y competencia de carbohidratos entre frutos y raíces las inhiben en verano, y ya para el otoño, la disponibilidad de humedad y traslocación de carbohidratos de los brotes poco después de la cosecha.

Por otra parte, muchos expertos coinciden en que por el cambio climático traerá periodos de sequía importantes y prolongados, además de que también periodos de exceso de agua, y esto es importante tomarlo en cuenta pues para los árboles frutales disminuyen su sistema radical al mínimo y su crecimiento se da sólo en zonas con humedad en el suelo, es por eso, que el diseñar prácticas amables con el medio ambiente que retengan humedad, son importantes y de esta manera mantener a este sistema radical con la parte aérea en equilibrio (Zoppolo *et al.*, 2009).

### **Fertilización de durazno**

La práctica agrícola de fertilización se refiere a la técnica que tiene por objetivo mejorar la fertilidad de la tierra de cultivo (Ellena *et al.*, 2013). Para esto, la aportación de nutrientes al suelo es a través de fuentes minerales (fertilizantes químicos) y abonos orgánicos tales como estiércoles, restos de cosechas, entre otros.

En los últimos años, se ha dado mayor importancia en el uso de los abonos orgánicos por los altos precios de los fertilizantes químicos y por el daño ambiental que estos ocasionan en los suelos agrícolas y mantos freáticos; además de la necesidad de preservar la materia orgánica en ellos, el cual es un aspecto determinante en la sostenibilidad y productividad de dichos suelos (González *et al.*, 2013).

De acuerdo con García *et al.*, (2010), un abono orgánico es aquel de origen vegetal, animal o mixto, y que se mezcla con el suelo para mejorar su fertilidad; y como enmienda, es el producto resultante de material carbonado de origen animal o vegetal y que se usa para mantener o aumentar la materia orgánica en el suelo, mejorar sus propiedades físicas y la dinámica referente a su actividad química o biológica.

Así mismo, Gonzalvez y Pomares (2008), dicen que la materia orgánica es fundamental para garantizar una buena movilidad de nutrientes en el suelo, mantener pH óptimo, facilita actividad biológica y dificulta la proliferación de organismos patógenos.

En un estudio que se realizó para el cultivo de aguacate 'Hass' se aplicó compost de pino durante el primer año y cubierta de hojas al año siguiente, y encontraron que para el crecimiento de raíz y frutos aumentó en número de frutos por árbol, presentando estos aumento en longitud y diámetro, y la producción por árbol fue mayor (18.5%), comparado con el uso de acolchados (Moore-Gordon y Wolstenholme, 1996).

Cuando se aplican residuos orgánicos al suelo, se produce el ciclo de nutrientes en él, a partir de su mineralización, inmovilización y asimilación (Barea, 1991). De la misma manera, estas enmiendas tienen una función importante en estos agroecosistemas pues proveen condiciones adecuadas para los hongos micorrízicos (Goulart, 1993).

En otro estudio, se evaluó el efecto del durazno (*Prunus persica* (L)Batsch), abonos orgánicos y micorriza en las características físicas, químicas y bioquímicas de un tepetate fragmentado, y se determinó que los tratamientos modifican la distribución original de agregados, mejorando los tepetates para su uso agrícola, y el tratamiento con planta, inóculo y estiércol (PIE) obtuvo el contenido más alto de carbono orgánico; sin embargo, en el estudio de la variable rendimiento de la planta, el durazno manifestó una



respuesta muy homogénea en las variables estudiadas y el mayor porcentaje de colonización micorrízica se obtuvo en el tratamiento con mayor contenido de materia orgánica planta-inóculo-estiércol (Flores - Román *et al.*, 2011).

Así mismo, se realizó un estudio en árboles de durazno cv. Diamante mejorado de 3 años de edad en donde se evaluaron vermicompost, compost, estiércol de equino, estiércol de bovino y su efecto en el desarrollo de la planta; se encontró que en el diámetro de tallo se presentó un incremento relativo; pero la mayor respuesta fue con estiércol de equino, con el cual aumento de 3 cm a 3.8 cm. mientras que con vermicompost aumentó de 2.6 cm. a 3 cm, sin embargo la diferencia no fue significativa pero en altura, fue el mejor tratamiento. El análisis foliar mostró que esta aumentó significativamente la cantidad de N disponible en el suelo. En cuanto a la disponibilidad de P; la vermicompost, el estiércol de equino y el estiércol de bovino duplican su concentración en la planta (Ortega *et al.*, 2007).

Muchos investigadores señalan que en un suelo manejado orgánicamente, la actividad de los nematodos de la tierra es mayor que en un suelo con manejo convencional (Edwards, 1974). Se sabe que estos gusanos desarrollan el proceso de biodegradación y junto con los microbios producen humus de lombriz, que es la materia fecal del gusano con restos de sus mudas de piel. Así también el vermicompost proporciona macroelementos como N, P, K, Ca, y Mg y microelementos como Fe, Mo, Zn, y Cu ( Amir y Fouzia, 2011).

Trinidad *et al.*, (2015), concluyen en un trabajo realizado en Michoacán con el cultivo de guayabo, que los abonos orgánicos utilizados y manejados inteligentemente, son de mayor eficacia comparados con los fertilizantes químicos, de acuerdo a las

observaciones que obtuvieron de abonos compuestos de gallinaza, estiércol bovino composteados, vermicompost y super magro (biodigestado tipo bocashi), en parámetros del fruto como número, peso y tamaño.

### **Respiración de microorganismos en suelo**

Medir los flujos de CO<sup>2</sup> en suelos agrícolas es especialmente importante en la actualidad, ya que este sector económico también aporta gases hacia la atmósfera relacionados al proceso del calentamiento global por el uso de materiales como fertilizantes sintéticos o abonos orgánicos (estiércoles), por lo que es importante conocer cuánto y cómo se da este aporte de gases. La respiración del suelo o emisión del dióxido de carbono es considerada como el segundo flujo de carbono más importante, por su magnitud en los ecosistemas terrestres. El cambio de uso de suelo ha modificado el ciclo global del carbono, lo que puede agudizar el calentamiento global (Yañez *et al.*, 2017).

Así, la actividad de microorganismos en el suelo está relacionada directamente con la respiración, la cual está relacionada estrechamente a su vez con la descomposición de materiales orgánicos presentes en el suelo (Zagal *et al.*, 2002), para esto, se han desarrollado diferentes metodologías para cuantificar los flujos de CO<sup>2</sup> del suelo hacia la atmósfera, ya sea *insitu* o en laboratorio.

La medición de CO<sub>2</sub> en suelo es más sensible que con el O<sub>2</sub>, ya que su concentración en la atmósfera es de solo 0.033% contra el 20% para O<sub>2</sub>. Esta determinación a partir de muestras de suelo puede llevarse a cabo en laboratorio con simples técnicas basadas en trampas alcalinas de CO<sub>2</sub> seguidas de titulación química o por sofisticados

instrumentos automatizados basados en conductividad eléctrica, cromatografía de gases o espectroscopia infrarroja (Alef, 1995).

Con la aplicación de estiércoles frescos y otras enmiendas orgánicas a suelos agrícolas, a pesar de las ventajas que significa su uso, cuando se incorporan materiales no estabilizados provocan efectos negativos como la contaminación de mantos acuíferos por la lixiviación de nitratos, además de la emisión de gases hacia la atmosfera como el dióxido de carbono, amoniaco y óxido nitroso, contribuyendo así al fenómeno del calentamiento global (Volk *et al.*, 2003, Potter *et al.*, 2006).

Así, Mahboubeh y Mohsen (2012) reportaron que en un suelo franco arenoso con aplicación de gallinaza, lixiviaron 206.4 kg de N-nitrato ha<sup>-1</sup>, comparado con un suelo arcilloso donde se perdieron 454.3 kg de N-amonio ha<sup>-1</sup>. No obstante, usando materiales en forma de compost, fue cuando menor cantidad en forma de Nitratos y amonio se perdió. Sin embargo, Aneja *et al.*, (2007) mencionan que de actividades agropecuarias se pierde el 80% en amoniaco.

En el caso de árboles frutales, se hizo la evaluación de la respiración basal en fincas cafetaleras, la cual varió entre 35.8 y 110.7 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, siendo mayor en las fincas bajo manejo orgánico en comparación con los otros dos manejos, indicando una mayor actividad microbiana en el suelo producto de la incorporación continua de fuentes de materia orgánica lábil al suelo (Araújo *et al.*, 2008; Okur *et al.*, 2015). Los altos valores de la respiración basal en los suelos bajo manejo orgánico están estrechamente relacionados con un mayor contenido de carbono orgánico, hidrosoluble y biomasa microbiana de estos suelos (Paolini, 2017).

Esto denota la importancia de monitorear la emisión de gases a partir de los materiales orgánicos e inorgánicos usados como fertilizantes en el suelo cultivado, y de esta manera optimizar, racionar para hacer más su uso, disminuyendo el aporte de gases invernadero a la atmosfera terrestre.

### **Calidad de fruto de durazno**

La calidad del fruto de durazno está determinada por el tipo de manejo de los árboles en el huerto (manejo precosecha), prácticas como poda y conducción, fertilización, riego, variedad, evento de ataque de plagas o enfermedades, y la posición del fruto en el árbol. Así también, el momento de cosecha que está relacionado con la madurez, deberá satisfacer la calidad mínima para el consumidor (Crisosto & Valero, 2008).

De la misma manera, los parámetros para definir la calidad del fruto cosechado se dividen en físicos y químicos. Entre los primeros se consideran al tamaño, la forma, peso, color, firmeza, y segundo, se evalúa la acidez, sólidos solubles totales, Vitamina C, acidez titulable, aromas, (Jha *et al.*, 2010). A esta calidad se le conoce como organoléptica.

Sin embargo, ya hace algunos años, se toma en cuenta con mayor importancia el aporte nutricional del fruto a la persona que lo consume, conociéndose esto como calidad nutraceútica, que es conferida por metabolitos secundarios como polifenoles, carotenoides y flavonoides (Scalbert y Williamsom, 2000).

En el cuerpo humano, se mantiene un equilibrio en el nivel de oxidantes y antioxidantes, manteniéndose optimas las condiciones fisiológicas (Temple, 2000). Sin embargo, la producción excesiva de oxidantes produce un desequilibrio que a su vez causa daño oxidativo en las biomoléculas como lípidos, ADN y proteínas del humano (García, 2011).

Es por esto, que la calidad nutraceútica retoma importancia pues estos compuestos antioxidantes pueden complementar y coadyuvar en la neutralización de los agentes oxidantes, estimulando el sistema inmune, protegiendo como antivirales y antibacterianos entre otras cualidades (Liu, 2004).

De acuerdo con Tsantili *et al.*, (2010), el consumo de frutas y verduras siempre se ha valorado por los beneficios para la salud, por los aportes de compuestos como vitaminas, minerales y fibras que poseen, contribuyendo a la prevención o retraso de la aparición de diferentes enfermedades y, este efecto protector se atribuye también a la presencia de fotoquímicos como la vitamina C, E, carotenoides y flavonoides, por lo que actualmente reciben más atención por su posible efecto benéfico al cuerpo (Silva *et al.*, 2010).

De esta manera, el color es un indicativo importante respecto a los niveles de acumulación de carotenoides, pues se dice que el amarillo vivo y naranja, así como los colores rojizos indican buen contenido de estos metabolitos secundarios (Yuan *et al.*, (2015), para el caso del durazno 'Diamante' estos colores son típicos de esta variedad.

Así también, la exigencia de los consumidores por una mejor calidad de fruta está aumentando, pues más allá de las características de la fruta, se pone atención a la posibilidad de problemas ambientales derivados de los sistemas de producción de donde se originan las frutas.

Es por esto, que las formas alternativas de producción agrícola comienzan a cobrar importancia pues se busca obtener una alta calidad pero de una manera compatible con el medio ambiente (Carbonaro y Mattera, 2001). De esta manera, los productores se han interesado más en sistemas de producción integrada de frutas. En Brasil, los duraznos

son la segunda especie para la que se está desarrollando un sistema de producción integrado, con el objetivo de obtener frutas de alta calidad con bajo riesgo de residuos químicos y mínimo impacto ambiental (Seibert, 2007). Sin embargo, aún hay poca información disponible sobre calidad postcosecha de durazno producido en sistemas integrados.

## Literatura citada

- Alef, K. 1995. Estimation of soil respiration *In*: K. Alef and P. Nannipieri (eds.). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. pp. 464-470. Academic Press, New York, NY, USA.
- Amir, K. and Fouzia, I. 2011. Chemical nutrient analysis of different composts (Vermicompost and Pitcompost) and their effect on the growth of a vegetative crop *Pisum Sativum*. Asian Journal of plant Science and Research. Vol. 1. No. 1. pp. 116-130.
- Aneja V. P., Blunden J., James K., Schlesinger W. H., Knighton R., Gilliam W., Niyogi D., Cole, S. 2007. Ammonia assesment from agriculture: status and national needs. *In*: Ammonia emission in agriculture. Eds G. J. Monteny & E. Hartung), Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 44-51.
- Araújo, A. S. F., Santos, V. B. y Monteiro, R. T. R. 2008. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí state, Brazil. Eur. J. Soil Biol. 44: 225-230.
- Baldi, E., Toselli M., Eissenstat, D. M. and Marangoni B. 2010. Organic fertilization leads to increased peach root production and lifespan. Tree Physiology. Vol. 0. 1-10
- Baldi, E. Toselli, M. and Marangoni, B. 2010. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) Trees supplied with mineral and organic fertilizers. Journal of plant Nutrition. Núm. 33. pp. 2050-2061
- Barea, J.M. 1991. Vesicular-arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility. Adv. Soil Sci. 15: 1-40
- Barrios, M. B. 2011. Efecto del laboreo sobre el desarrollo de raíces y productividad. Editorial Académica Española. ISSN: 978-3-8443-4125-6. España.
- Beatriz, M. B, Bujan, A., Debelis, S. P., Sokolowski, A. C., Blasón, A. D., Rodríguez, H. A., López, S. C., De Grazia, J. M., Rocío, C. y Gagey, M. C. 2014. Relación biomasa de raíz/biomasa total de soja (*Glycine max*) en dos sistemas de labranza. Terra latinoamericana. Vol. 32. No. 3. pp. 221-230.
- Becerril R., A.E., M.G. Beech and J.D. Quinlan. 1995. Carbohydrate distribution in the strawberry plant. Revista Chapingo Serie Horticultura, 1(4):7-20.
- Boukcim, H., L. Pages and D. Mousain. 2006. Local NO<sub>3</sub> or NH<sub>4</sub> supply modifies the root system architecture of *Cedrus atlantica* seedlings grown in a split root device. J. Plant Physiol. 163:1293-1304.
- Callejas-Rodriguez, R., Rojo-Torres, E. Benavidez-Zabala, C. Kania-Kuhl, E. 2012. Crecimiento y distribución de raíces y su relación con el potencial productivo de parrales de vides de mesa. Agrocienca. Vol.46 Num. 1.

- Chhonkar, P. K. 2002. Organic farming myth and reality. In Proceedings of the FAI Seminar on Fertilizer and Agriculture Meeting: the Challenges. New Delhi, India.
- Comas, L. H., Anderson, I. J., Dunst, R. M., Lakso, A. N. and Eissentat D. M. 2005. Canopy and Environmental control of Root Dynamics in a long-term study of concord Grape. *New Phytologist*. Num. 165. pp. 829-840.
- Crisosto, C. y Valero, D. 2008. Harvesting and postharvest handling of dates. En D. Layne y D. Bassie (Eds.). *The peach: botany, production and uses*. pp. 576–596.
- Edwards, C. A. and J. R. Lofty. 1894. The invertebrate fauna of the Park Grassplots. I: Soil Fauna. *Rothamsted Reports*, Part 2. pp:133-154.
- Ellena, M., Montenegro, A., Sandoval, P., González, A y Azócar, G. 2013. Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. Pp. 1-196.
- FAO. 2002. Agricultura de conservación. En: Estudios de casos en América latina y África. Servicio de Gestión de la Nutrición de la Tierra y las Plantas. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. pp. 1-89.
- Flores, R. D., Muñiz-I. C. G., Galicia, P. M. S., Ferrera, C. R. y Zenteno, G. 2011. Enmiendas orgánicas y Durazno, *Prunus persica* (L.) Batsch, en el mejoramiento de una capa endurecida, tepetate tipo duripán. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. Vol. 63, No. 3. pp. 479-486.
- García, S. J. P. Ruano, C. S. Lucena, M. J. J. y Nogales, G. M. 2010. El suelo, los nutrientes, los fertilizantes y la fertilización. En; Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. pp. 14-39.
- García, J. R., De La Rosa, L. A., Herrera, D. B., González, B. A. G., López, D. J. A., González, A. G. A., Ruíz, C. S. y Álvarez, P. E. 2011. Cuantificación de polifenoles y capacidad antioxidante en duraznos comercializados en Ciudad Juárez, México. *Tecnociencia Chihuahua*, Vol. V, No. 2. pp. 67-75.
- Glenn, D. M. and Welker, W. V. 1993. Root Development Patterns in Field Grown Peach Trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(3):362-365.
- González, M. A., Rivera, C. M. C., Ortíz, G. C. F., Almaraz, S. J. J., Trujillo, N. A. y Cruz, N. G. 2013. Uso de fertilizantes orgánicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del crecimiento del cítrico Citronge troyer. *Fertilizantes orgánicos en suelo*. 28(2):123-139.
- González, V. y Pomares, F. 2008. La fertilización y el balance de nutriente en sistemas agroecológicos. In: Manual técnico fertilización y balance de nutrientes en



sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Catarroja Valencia España.

- Goulart, B. L., Demchak, K., Schroeder, M. L. y Clark, J. R. 1993. Mycorrhizae in highbush blueberries: survey results and field response to nitrogen. *HortScience* 28(5):140.
- Hodge, A. 2006. Plastic plants and patchy soils. *Jou Exp. Bot.* 57:401-411.
- Jha, S. N., Narsaiah, K., Sharma, A. D., Singh, M., Bansal, S. y Kumar, R. 2010. Quality parameters of mango and potential of non-destructive techniques for their measurement - A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 1-14.
- Kumar, A. S. 2009. Integrated Nutrient Management: Concept and Application in Citrus. *Tree and Forestry Science and Biotechnology*. No. 3. pp. 32-58.
- Liu, R. H. 2004. Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. *The Journal of Nutrition* 134:3479S-3485S.
- Mahboubeh Z., Mohsen J. 2012. Leaching of nitrogen and base cations from calcareous soil amended with organic residues, *Environmental Technology*, 33:14,1577-1588.
- Minas, R. S. and Sood, A. 1994. Effect of inorganic and organic on yield and nutrients uptake by three crops in rotation in aid alfisol. *Journal of the Indian Society of Soil Science*. Vol. 42. Pp. 27-260.
- Moore-Gordon, C. & Wolstenholme, B.N. 1996. The Hass small-fruit problem: role of physiological stress and its amelioration by mulching. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 19:82-86.
- Ortega, O. G., Cuevas, V. M., Ramírez, P. H. y Crisóstomo, M. A. 2007. Efectos de abonos orgánicos y estiércol en el crecimiento del Durazno CV. "Diamante mejorado". Sdo. Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Productores y Productores Experimentadores y de Investigadores en Agricultura Orgánica. Antigua, Guatemala.
- Okur, N., Kayikcioglu, H. H., F. Ates, F. y Yagmur, B. 2015. A comparison of soil quality and yield parameters under organic and conventional vineyard systems in Mediterranean conditions (west Turkey). *Biol. Agric. Hortic.* 32: 1-12.
- Paolini, G. J. E. 2017. Actividad microbiológica y biomasa microbiana en suelos cafetaleros de los Andes venezolanos. *Terra Latinoamericana*. 36:13-22.
- Potter, A., Mason, R. and Lalwani, C. 2006. Analysis of Factory Gate Pricing in the UK Grocery Supply Chain, submitted to *International Journal of Retail and Distribution Management*, 1/2/06. Available at:[http://www.cardiff.ac.uk/carbs/research/working\\_papers/logistics/Analysi](http://www.cardiff.ac.uk/carbs/research/working_papers/logistics/Analysi)

s%20of%20Factory%20Gate%20Pricing%20in%20the%20UK%20Grocery  
%20Supply%20Chain.pdf.

- Robinson, D. 1994. The responses of plants to non-uniform supplies of nutrients. *New Phytol.* 127:635-674.
- Rewald, B. Godbold, L. D. Falik, O. and Rachmilevitch S. 2014. Root and rhizosphere processes-high time to dig deeper. *Frontiers in Plant Science.* Vol. 5. Num. 278. pp. 7-9
- Ruiz S. R. 2005. Raíces y condiciones de la fruta. Seminario organizado por Subsole: Alternativas Técnicas en Uva de Mesa II.
- Seibert, E., Casali, M.E., Lauz, L. M., Pezzi, E., Regina, C. A. y Joao, C. R. 2007. Postharvest quality of peaches harvested from integrated and conventional production systems. *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia.* V.42, No. 6. pp. 793-801.
- Scalbert, A., G. Williamson. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of Nutrition* 130:2073S-2085S.
- Silva, M. L. C., Costa, R. S., Santana, A. S. y Koblitz, M. G. B. 2010. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina.* 31: 669-681.
- Soza P. J. A., Ljubetic M. D. y Soza, P. F. R. sin año. Estrategias para estimular el desarrollo radicular en vides de mesa. Capítulo 3. Serie de actas INIA No. 39.
- Tsantili, E., Shin, Y., Nock, J. F. y Watkins, C. B. 2010. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology* 57: 27-34.
- Temple, N. J. 2000. Antioxidants and disease: More questions than answers. *Nutrition Research* 20:449-459.
- Trinidad, S. A., Guzmán, S. J. y Mena, T. L. 2015. Abonos Orgánicos en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) en la región oriente del estado de Michoacán. Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. unidad operativa Michoacán, Comité Sistema Producto Guayaba y Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Municipio de Texcoco, Edo. De Mex. México. pp. 1-87.
- Urbina, V. V. 2001. Morfología y desarrollo vegetativo de los frutales. Monografías de Fruticultura. No. 5. Universidad de Lleida. Ed. Paperkite. Pp.1-223.
- Volk C.J. Kiffney P.M. Edmonds, R.L. 2003. Role of riparian red alder (*alnus rubra*) in the nutrients dynamics of coastal streams of the Olympic Peninsula, WA. USA. *American Fisheries Society Special Publication* 34:213-228.

- Yadav, S. K. Subhash, B. M. K. Y. Kalyan S. G. S. Y. and Suresh P. 2013. A review of Organic Farming for Sustainable Agriculture in Northern India. International Journal of Agronomy. Artículo Id. 718145. pp. 8.
- Yañez, D. M. I., Cantú, S. I., González, R. H., Marmolejo, M. J. G., Jurado, E. y Gómez, M. M. V. 2017 respiración del suelo en cuatro sistemas de uso de la tierra. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 8. (42). pp.123-149.
- Yuan, H., Zhang, J., Nageswaran, D. y Li, L. 2015. Carotenoid metabolism and regulation in horticultural crops. Horticultural Research. 2,15036. pp. 1-11.
- Zagal, E., Rodriguez, N., Vidal, I. y Quezada, L. 2002. Actividad microbiana en un suelo de origen volcánico bajo distinto manejo agronómico. Agri Téc (Chile) 62,297-309.
- Zoppolo R. Cabrera, D., García C. 2009. Algunos conceptos vinculados al agua y el riego en fruticultura. Programa nacional de fruticultura. Revista INIA. No. 17. pp.77-79.

# **CAPÍTULO I. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL, ORGÁNICA Y COMBINADA, EN EL CRECIMIENTO DE RAÍCES, BROTES VEGETATIVOS, FLORACIÓN, AMARRE DE FRUTO, RENDIMIENTO Y RESERVAS EN DURAZNO ‘DIAMANTE’**

## **1.1 RESUMEN**

La fertilización influye en diferentes aspectos de la productividad de un árbol, así también las formas de aplicación de los fertilizantes, y las fuentes inorgánicas u orgánicas que se usen para suministrar los nutrientes a los árboles. El objetivo de este capítulo fue evaluar el efecto de la F. convencional, orgánica y combinada en el crecimiento de raíces, brotes vegetativos, porcentaje de floración, amarre de fruto, rendimiento final y reservas de N y almidón en brotes y raíces del árbol de durazno ‘Diamante’. Se utilizó un diseño experimental bloques al azar generalizado, con 4 bloques y 13 repeticiones por tratamiento, un árbol fue una repetición. A las variables crecimiento de brote, porcentaje de floración y amarre de fruto, y rendimiento se les realizó un análisis de varianza y prueba de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para el crecimiento de raíces se describieron los patrones y cuantificación del crecimiento longitudinal. Se instaló un sistema CIVECLIM (estación meteorológica) en enero del 2018, para registrar cada hora la temperatura ambiental, así como la humedad y temperatura del suelo a 50 cm de profundidad. En el ciclo de evaluación del 2018, el tratamiento de F. combinada tuvo mayor longitud de brote (17.9 cm). Para el rendimiento, los tratamientos de F. combinada y convencional fueron superiores con 8.4 y 6.3 kg por árbol respectivamente. La fertilización combinada promovió mayor cantidad de raíces, superando por 10.1 y 19.4 m a la F. convencional y orgánica respectivamente. Durante el año 2019, el tratamiento orgánico fue superior en la longitud de brote (15.1 cm). El número de flores, amarre de frutos y rendimiento fue estadísticamente igual entre tratamientos. La concentración de nitrógeno y almidón no fue estadísticamente diferente entre brotes y raíces.

**Palabras clave:** fertilización combinada, reserva de carbohidratos, floración, rendimiento

## 1.2 ABSTRACT

Fertilization influences different aspects of a tree's productivity, as well as the ways in which fertilizers are applied, and the inorganic or organic sources that are used to supply the nutrients to the trees. The objective of this chapter was to evaluate the effect of conventional, organic and combined fertilization in the growth of roots, vegetative shoots, percentage of flowering, fruit set, yield and reserves of N and starch in shoots and roots of the tree peach 'Diamante'. A generalized randomized blocks experimental design was used, with 4 blocks and 13 repetitions per treatment, one tree was a repetition. An analysis of variance and test of means with Tukey ( $p \leq 0.05$ ) were performed for the variables sprout growth, percentage of flowering and fruit set, and yield. For root growth, the patterns and quantification of longitudinal growth were described. A CIVECLIM (meteorological station) system was installed in January 2018, to record every hour the environmental temperature, as well as the humidity and temperature of the soil at a depth of 50 cm. In the 2018 evaluation cycle, the combined fertilization treatment had a greater shoot length (17.9 cm). For the yield, the combined and conventional fertilization treatments were superior with 8.4 and 6.3 kg per tree respectively. The combined fertilization promoted a greater number of roots, exceeding by 10.1 and 19.4 m the conventional and organic fertilization respectively. During 2019, the organic treatment was superior in shoot length (15.1 cm). The number of flowers, fruit set and yield were statistically the same between treatments. Nitrogen and starch concentration was not statistically different between shoots and roots.

**Keywords:** combined fertilization, carbohydrate reserves, flowering, yield

### 1.3 INTRODUCCIÓN

Comprender las relaciones existentes entre la parte aérea y el sistema radical de una planta, es de suma importancia, ya que gran parte de los procesos fisiológicos que determinan el éxito en la cosecha de un cultivo, están íntimamente relacionados entre estos dos componentes. Callejas-Rodríguez *et al.*, (2012), indican que el desarrollo del sistema radical, es determinante para entender el crecimiento de la parte aérea y el rendimiento y calidad del fruto.

Respecto a la respuesta de las raíces a la fertilización, se dice que la disponibilidad de nitrógeno tiene fuertes efectos en el índice de proliferación y crecimiento de las raíces. Los incrementos de N en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3$ ), pueden incrementar la ramificación de las raíces axilares y la elongación de las laterales. Aunque a largo plazo, el suministro de estas formas de N puede aumentar el crecimiento de las raíces a diferentes extensiones (Boukcim *et al.*, 2006). También encontraron que las raíces funcionales se encuentran alejadas de la zona del bulbo de riego, esto en suelos de textura media, posiblemente para evitar procesos de anoxia, así también ellos dicen, que en los suelos de textura gruesa, las raíces finas se localizan distribuidas de manera uniforme en todo el perfil, concluyendo que las plantas con mayor potencial en rendimiento y calidad, se relacionan con el desarrollo y presencia de mayor número de raíces

Por otra parte, Urbina (2001) indica que el sistema radical tiene una fuerte influencia sobre la parte aérea, la cual se manifiesta en el comportamiento del desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta. Además la influencia del sistema radical está determinada por cómo se desarrolla, por su capacidad para absorber de la solución del suelo agua y

nutrientes, además de su adaptación a las condiciones en que el agricultor maneja el suelo.

Becerril *et al.*, (1995), comentan que por procesos de sinergia y antagonismo, conllevan a aportaciones y competencia por fotosintatos modulando el desarrollo y crecimiento de la planta, pues cuando la planta entra a letargo, la parte aérea detiene su crecimiento, y los carbohidratos son traslocados hacia el tallo y raíz, donde se almacenan y son usados posteriormente para el nuevo ciclo de crecimiento.

En este estudio, se evaluaron el crecimiento de raíces y brotes, el porcentaje de flores y amarre de frutos, las reservas de almidón y rendimiento de fruto en árboles de durazno bajo manejo de fertilización convencional, orgánica y combinada.

## 1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 1.4.1 Sitio experimental.

El trabajo inició en el año 2017 y culminó en el año 2019, en el Campo Experimental del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, Edo. México, ubicado en las coordenadas 19° 29' LN y 98° 54' LO, a una altitud de 2250 m. El clima es templado, con lluvias en verano, temperatura media anual de 14.6°C y 558 mm de precipitación pluvial total acumulada, y suelo franco arenoso (García, 2004).

### 1.4.2 Material vegetal.

El C.V. 'Diamante' es una variedad con requerimiento de frío de 250 horas, floración temprana en los meses de enero y febrero, con 90 a 100 días de flor a fruto cosechado. Fruto esférico (85-150g), poco pubescente, de hueso pegado y buena firmeza, las cascara es de color amarillo con tintes rojizos y pulpa naranja. Resistente a cenicilla (*Sphaeroteca*) pero susceptible a pudrición morena (*Sphaeroteca*) (López, 2007).

### 1.4.3 Manejo del cultivo.

Los árboles se plantaron en el verano del 2015, a 1.5 m entre árboles y 4 m entre líneas. El riego fue suministrado por dos líneas de goteo cada tres días por 7 horas, ubicadas a 50 cm a cada lado del árbol. Cada tercer día se suministró agua por 4 horas. El riego fue suspendido a finales de otoño y reactivado previo salida de letargo. Dos semanas antes de la floración, durante ésta y amarre de fruto, se hicieron aplicaciones cada 15 días de Captan® 1g L<sup>-1</sup> y Rovral® 1g L<sup>-1</sup> con el fin de controlar *Monillinia spp*, Los árboles fueron



conducidos en forma de líder central, realizando la poda de fructificación dos semanas antes de la brotación, y poda de aclareo a mitad de mayo.

#### **1.4.4 Tratamientos.**

Para el ciclo de producción 2018, se aplicaron tres tratamientos de fertilización a una dosis por ha de 110 kg de N, 12 kg de P y 90 kg de K, para un rendimiento esperado de 10 t ha<sup>-1</sup>: **1) Fertilización Convencional** (N: urea= 143 g árbol<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: superfosfato de calcio triple= 45 g árbol<sup>-1</sup> y KCL: cloruro de potasio= 112 g árbol<sup>-1</sup>, la mitad de esta dosis fue aplicada al inicio de actividad del sistema radical (primera semana de abril) y la otra mitad se aplicó después de la cosecha (cuarta semana de julio). **2) Fertilización Orgánica** (7.7 kg árbol<sup>-1</sup> de compost de estiércol ovino con 1.6% de concentración de N, aplicado en una sola ocasión en el mes de enero). **3) Fertilización Combinada** (4.7 kg árbol<sup>-1</sup> de estiércol vacuno con 2.5% de N, incorporado al suelo en el mes de enero antes de la brotación floral, más los fertilizantes convencionales a razón de N (urea) 71.5 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato de calcio triple) 22 g, y K<sub>2</sub>O 56 g (cloruro de potasio), aplicados en la etapa de detención de crecimiento del fruto (II) que ocurrió en la cuarta semana de abril.

Para el año 2019, la dosis de fertilización fue de acuerdo a los resultados de análisis de suelo realizado antes del inicio de ciclo de producción 2019 y se consideró un rendimiento esperado de 30 t, esto al consultar diversas fuentes de información como productores de durazno, edad de la planta, potencial reportado para ña variedad y vigor del árbol. Se emplearon las mismas fuentes de nutrientes que en el ciclo 2018. 1) Fertilización Convencional: N (urea) = 434 g árbol<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: (superfosfato de calcio triple) = 347 g árbol<sup>-1</sup> y K (cloruro de potasio) = 415 g árbol<sup>-1</sup>, la mitad de esta dosis fue aplicada

al inicio de actividad del sistema radical (primera semana de abril) y la otra mitad aplicada después de cosecha (cuarta semana de julio). 2) Fertilización Orgánica (23.1 kg árbol<sup>-1</sup> de compost de estiércol ovino con 1.6% de concentración de N, aplicado en una sola ocasión en el mes de enero). 3) Fertilización Combinada (14.1 kg árbol<sup>-1</sup> de estiércol vacuno con 2.5% de N, incorporado al suelo en el mes de enero antes de la brotación floral, más los fertilizantes convencionales a razón de N (Urea) = 217 g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfato de calcio triple) = 173 g, y de K<sub>2</sub>O (cloruro de potasio) = 207 g, aplicados en la etapa de detención de crecimiento de fruto (II) que ocurrió en la cuarta semana de abril.

#### **1.4.5 Diseño experimental.**

Se utilizó un diseño experimental bloques al azar generalizado, con 4 bloques y 13 repeticiones por tratamiento, un árbol fue una repetición. A las variables crecimiento de brote, porcentaje de floración y amarre de fruto, concentración nutrimental en hojas y rendimiento se les realizó un análisis de varianza y prueba de medias con Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Para el crecimiento de raíces se describen los patrones y cuantificación del crecimiento longitudinal.

#### **1.4.6 Parámetros ambientales de suelo y aire**

Se instaló un sistema CIVECLIM en enero del 2018 (estación meteorológica) para registrar los siguientes parámetros.

### **Ciclo de producción 2018**

Temperatura ambiental: se registró desde la tercera semana de enero 2018 hasta el último corte de frutos de la cosecha.

Temperatura y humedad de suelo (sensor ubicado a 50 cm de profundidad): se registró a partir de la cuarta semana de abril 2018 hasta el último corte de cosecha.

### **Ciclo de producción 2019**

Temperatura ambiental y de suelo, más humedad de suelo, se registraron desde la primera semana de enero hasta el 17 de junio del 2019.

Las mediciones se registraron cada hora y se hizo un promedio semanal.

#### **1.4.7 Crecimiento de raíces.**

Durante el ciclo de producción 2018, se registró (mm) semanalmente a partir del inicio de crecimiento de raíces hasta el último corte de la cosecha. Para esto, se construyeron tres rizotrones (1 por tratamiento) de 2 m de largo por 1 m de ancho (profundidad), constituido de una placa de vidrio transparente de 6 mm de grosor y dividido con líneas de cuadrantes de 20x20 cm, instalado en una calicata a 50 cm de la base del tallo del árbol. La medición se hizo con un escalímetro y se registró la longitud de todas las raíces nuevas que aparecían semanalmente en cada cuadrante del rizotrón.

#### **1.4.8 Crecimiento de brote.**

Durante los ciclos de producción 2018 y 2019, se midió con un escalímetro, el crecimiento longitudinal (mm) de dos brotes ubicados en una rama de cada punto cardinal en cada repetición, desde inicio de brotación vegetativa (7 de marzo del 2018, y 12 de marzo del

2019), hasta el último corte de cosecha (20 de junio 2018 y, 17 de junio del 2019 respectivamente).

#### **1.4.9 Porcentaje de flores y amarre de frutos.**

Durante los ciclos de producción 2018 y 2019, en el periodo de brotación floral y vegetativa, en una rama de cada punto cardinal de los árboles, se eligieron dos brotes de 40 cm de longitud en los cuales se contabilizó el número de flores, yemas vegetativas y número de frutos amarrados semanalmente. Para determinar el porcentaje de floración, se utilizó la siguiente formula:

Número de yemas florales (B) y el total de yemas vegetativas o punto de crecimiento (V).

$$\% \text{ floración} = \frac{B}{B + V} \times 100 \text{ (para especies con flores solitarias)}$$

Y para el amarre de frutos, se contó el número de frutos (F) en las ramas donde se contabilizaron las flores (B)

$$\% \text{ de amarre} = \frac{F}{B} \times 100$$

#### **1.4.10 Rendimiento**

Para cuantificar el rendimiento, en los años 2018 y 2019, se usó una báscula digital para pesar los frutos cosechados, para sumar al final los kilogramos totales por tratamiento.

#### **1.4.11 Nitrógeno y almidón en brotes y raíces**

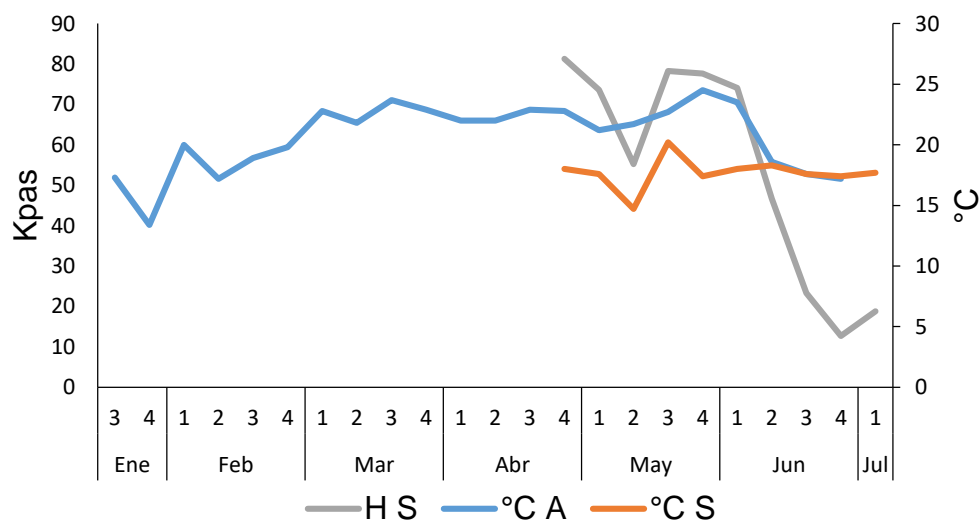
Se determinaron las reservas de almidón y nitrógeno en ramas y raíces en la etapa final de letargo en el mes de enero del 2019. Para las ramas, se tomó una muestra de 10 cm de largo y 1 cm de diámetro de material vegetal en cada punto cardinal, para hacer

una muestra compuesta por repetición. Para raíces, se tomó una muestra de 5 cm de raíz de 1 cm de diámetro por cada punto cardinal de la zona de cajete, ubicadas a 50 cm de la base del tallo. Estas muestras se llevaron a estufa para secado en donde estuvieron hasta que alcanzaron peso constante. Se empleó la metodología de Herrera-Saldaña y Huber (1989). Para nitrógeno se empleó el método Kjeldhal.

## 1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1.5.1 Registro de temperatura y humedad

En el ciclo de evaluación del año 2018, la temperatura ambiental osciló de los 13.4°C en la última semana de enero hasta la cuarta semana de mayo con 24°C como la temperatura más alta registrada (Figura 1). El registro de humedad de suelo, tuvo un promedio de 81.3 kpas en la cuarta semana de abril, y fue el registro más alto, que reflejó una muy baja humedad, posteriormente aumenta y en la segunda semana de mayo llega a un valor de 55.3 kpas; durante estas dos semanas se registró un fenómeno de precipitación, el cual pudo influir en el aumento de humedad en el suelo.

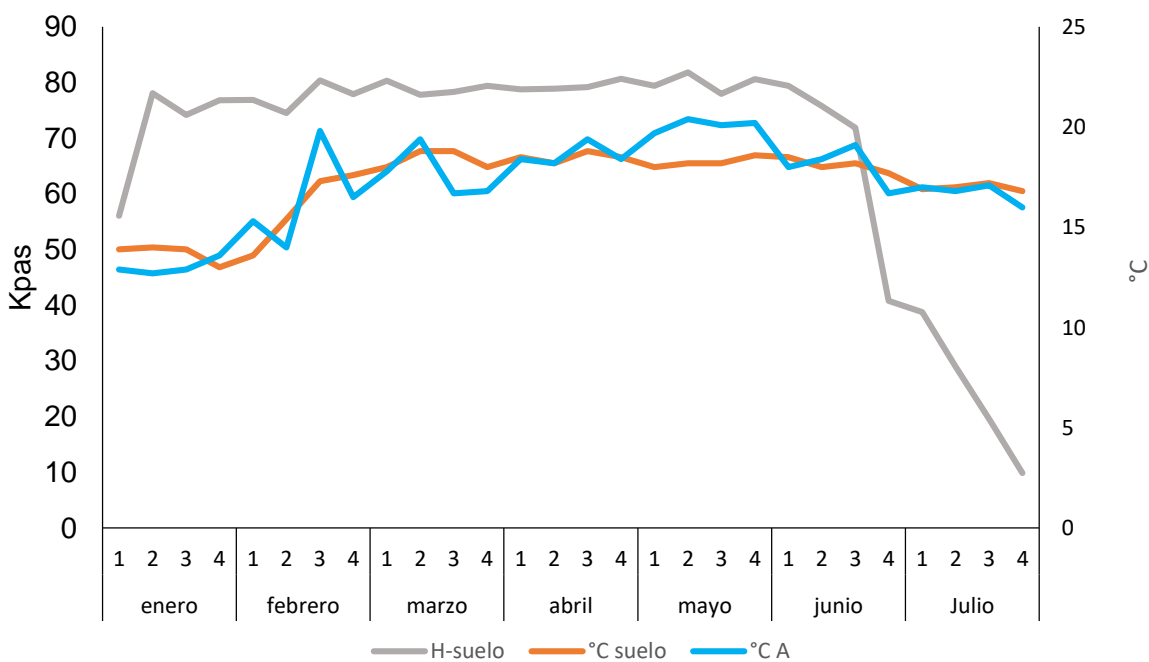


**Figura 1. Temperatura ambiental (°CA), humedad de suelo (HS) y temperatura de suelo (°CS), en un huerto de durazno ‘Diamante’ en Montecillo, Texcoco, Edo. Mex. en el ciclo de producción 2018.**

Para la primera semana de junio, la humedad en suelo comenzó a incrementar, alcanzando su máximo registro en la semana 4 de junio con 12.7 kpas. La temperatura del suelo osciló de la cuarta semana de abril 18°C, disminuye a 14.7 en la segunda

semana de mayo y aumenta en la tercera hasta 18 °C, para mantenerse constante entre 18 y 17.7 °C hasta la primera semana de julio.

En el año 2019, en la segunda semana de enero, fue cuando se registró la menor temperatura ambiental, con un promedio de 12.7 °C, y la más alta en la cuarta semana de mayo con 20.2 °C (Figura 2). A partir de la primera semana de mayo a la tercera de junio se mantiene entre 18 y 20°C. Respecto a la temperatura del suelo, el registro más bajo fue en la cuarta semana de enero con 13°C, y el más alto fue en la semana 2, 3 de marzo y la tercera de abril con 18.8°C, a partir de la cuarta semana de febrero hasta la cuarta de junio, se mantuvo entre 17.6 y 17.7 °C.



**Figura 2. Temperatura ambiental (°CA), humedad de suelo (HS) y temperatura de suelo (°CS), en un huerto de durazno ‘Diamante’ en Montecillo, Texcoco, Edo. Mex. en el ciclo de producción 2019.**

Para la humedad del suelo, el valor más bajo se registró en la primera semana de marzo y la cuarta de abril con 80.3 y 80.7 kpas respectivamente. El valor más alto se

encontró en la semana 4 de junio con 40.8°C. La disponibilidad de humedad para las raíces se considera baja durante los meses de brotación floral, vegetativa y crecimiento de fruto; fases que ocurren de los meses de febrero hasta mayo. Por causas laborales, no fue posible suministrar el agua de riego en las etapas mencionadas como críticas para alcanzar una buena producción. En consecuencia, ocurrió una alta caída de fruto, afectando seriamente el rendimiento final obtenido en el ciclo 2019, que no correspondió al estimado y al porcentaje de amarre inicial registrado en este ciclo.

### **1.5.2 Crecimiento de brotes y raíces.**

El crecimiento de los brotes comenzó la primera semana de marzo, y la detención visible ocurrió en el mes de julio en los dos años de evaluación (2018 y 2019). El crecimiento total alcanzado fue estadísticamente diferente en ambos periodos de evaluación ( $p \leq 0.05$ ), en el 2018, el tratamiento de F. Combinada el que tuvo mayor crecimiento acumulado (Cuadro 1) con 17.9 cm, y en el 2019, la F. orgánica fue superior con 15.1 cm. Desde el inicio de evaluación, la F. integral y orgánica mostraron mayor crecimiento, por lo que estos manejos de la fertilización promovieron mayor longitud de los brotes, los cuales a su vez se convertirán en los posibles cargadores de fruta para el siguiente ciclo de producción.

La dinámica de crecimiento fue similar para los tres tratamientos durante los dos ciclos de evaluación. En el año 2018, entre la cuarta semana de marzo y la segunda de abril se mantuvo constante el crecimiento y, a partir de este momento comenzó a disminuir hasta la cuarta semana de abril (Figura 3). En la primera semana de mayo se presentó



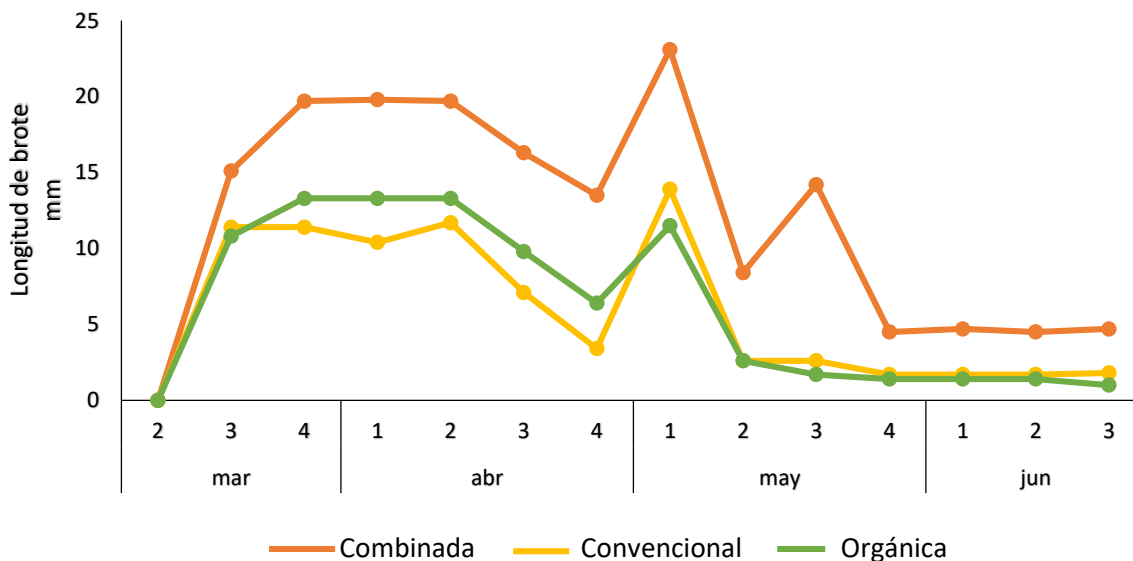
el mayor pico de crecimiento en los tres tratamientos, e inmediatamente comenzó a disminuir hasta detenerse en la primera semana de junio; sin embargo, para la fertilización combinada en la tercera semana de mayo ocurre un incremento del crecimiento justo antes de inicio de cosecha.

El suministro de fertilizantes convencionales en el tratamiento de F. combinada se realizó en la última semana de abril, lo cual potenció el crecimiento vegetativo en la primera semana de mayo en comparación a los otros tratamientos; ya que para este momento, la disponibilidad de nutrientes probablemente fue alta, pues también el estiércol aplicado en el mes de enero estaba ya siendo mineralizado, haciendo disponibles nutrientes como el nitrógeno, lo que se reflejó en este pico máximo alcanzado en este tratamiento.

A diferencia de los otros dos tratamientos, pues en la F. orgánica ya no se suministró más nutrimentos aparte del compost aplicado en el mes de enero, por lo que tuvo disponible fue menor cantidad de nutrimentos; y respecto al tratamiento de F. convencional se aplicaron fertilizantes sintéticos en la primera semana de abril, lo que también estaría potenciando ese pico, pero ninguno de estos dos tratamientos alcanzó a la F. Combinada, lo que sugiere que este último tratamiento tuvo mayor disponibilidad de nutrimentos provenientes del estiércol y de los fertilizantes sintéticos (Del Pino *et al.*, 2007, Olivares-Campos *et al.*, 2012).

Para el ciclo 2019, el pico de mayor crecimiento ocurrió en la cuarta semana de abril, mostrando posteriormente la misma dinámica entre los tratamientos de disminución de crecimiento conforme avanzó el ciclo. En este caso, el mayor crecimiento vegetativo en el tratamiento de F. orgánica probablemente se debió a que el ciclo anterior tuvo bajo

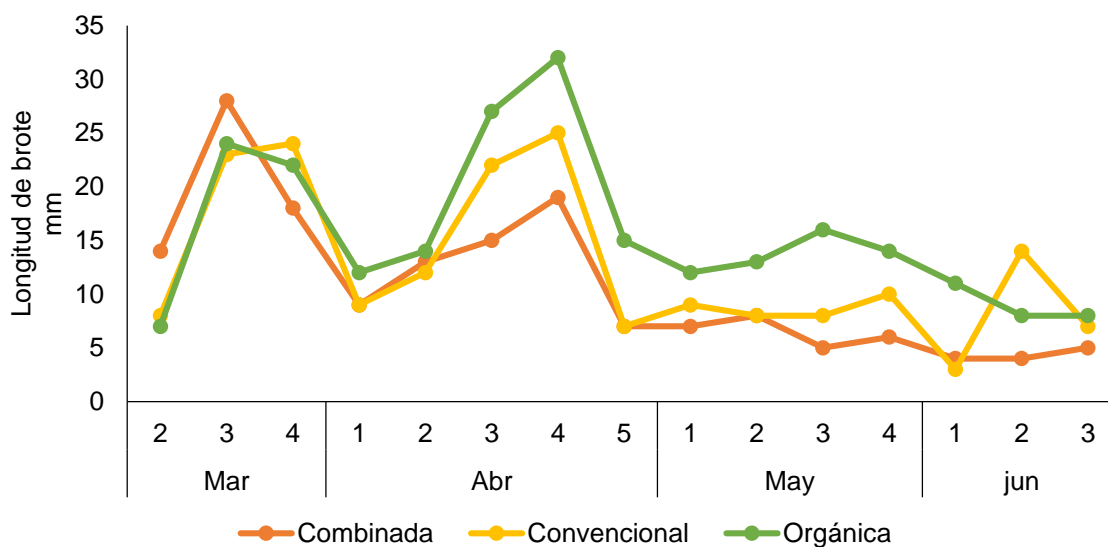
rendimiento, lo que pudo haber provocado que los fotosintatos que no se usaron en el rendimiento, se hayan reservado en forma de carbohidratos y fuesen empleados para el crecimiento vegetativo de este ciclo 2019, además también a que este tratamiento resultó ligeramente arriba (3.4 %) de la concentración de N considerada como suficiente (Cuadro 7).



**Figura 3. Crecimiento semanal de brotes vegetativos en árboles de durazno ‘Diamante’ en respuesta a tres tratamientos de fertilización en los ciclos 2018.**

El crecimiento inicial del brote y del fruto coincide, por lo que están en franca competencia por fotosintatos, no así con el del sistema radical que tiende a ser asincrónico con los dos primeros. A partir de la segunda semana de abril, disminuye el crecimiento del brote e inicia el de raíces (Figura 5); en este momento el fruto está en la etapa I, a punto de detener su crecimiento y entrar a la etapa II (lignificación del endocarpio) por lo que para la semana cuatro de abril y primera de mayo, habría mayor disponibilidad de fotosintatos disponibles para el crecimiento de los brotes y raíces

(Abrisqueta *et al.*, 2017), que es cuando estas dos variables muestran el mayor crecimiento.



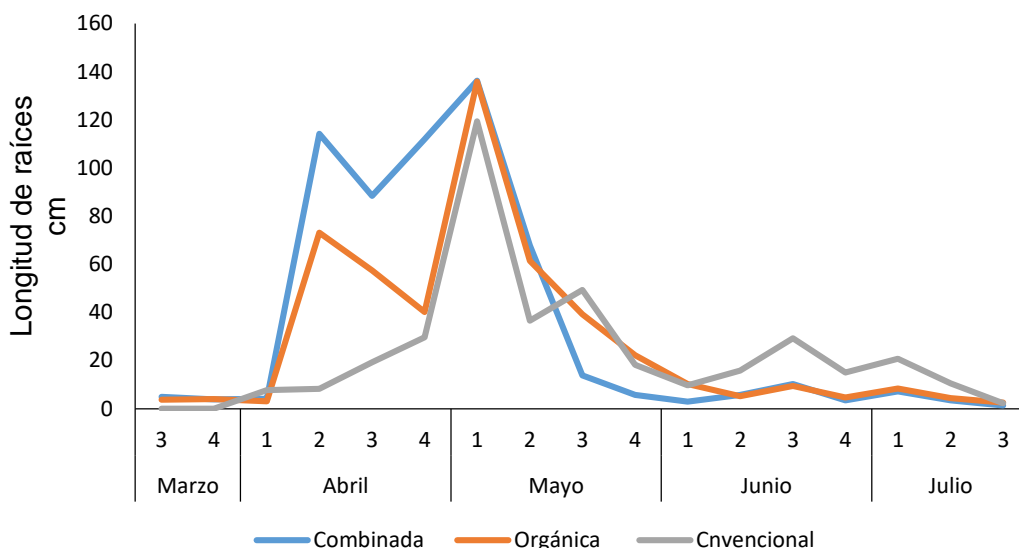
**Figura 4. Crecimiento semanal de brotes vegetativos en árboles de durazno ‘Diamante’ en respuesta a tres tratamientos de fertilización en los ciclos 2019.**

Esto coincide con lo reportado por Domingo (2010), en donde la dinámica de crecimiento del brote no se vio influenciada por los tratamientos de fertilización nitrogenada y bajo restricción hídrica, pero si coincidió el mayor crecimiento del brote con la detención de crecimiento del fruto (etapa II).

Por otra parte, Ferreira *et al.*, (2018), no encontraron diferencias significativas en el crecimiento de brotes en árboles de durazno cuando fueron fertilizados con nitrógeno; ya que este nutrimento fue principalmente usado por el árbol para satisfacer la demanda de la alta carga de frutos, además de que hubo pérdidas por lixiviación.

Por otra parte, el sistema radical comenzó a mostrar actividad (crecimiento) en la última semana de marzo en los tratamientos de F. combinada y orgánica (89.1 y 79.2 cm respectivamente) (Cuadro 1), y para la F. convencional, ocurrió en la primera semana de

abril, mes en el cual la F. combinada tiene el mayor crecimiento durante la evaluación, registrando 31.9 m, 6.1 y 9.6 m más de crecimiento que el que alcanzan la F. orgánica y convencional respectivamente, en su mes de mayor crecimiento el cual ocurre en mayo.



**Figura 5. Crecimiento de raíces de árboles de durazno ‘Diamante’ de tres años de edad en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada durante el ciclo 2018.**

Esto es importante, ya que refleja una posibilidad de fertilizar en este momento, pues el árbol con F. combinada ya posee un sistema radical vigoroso y dinámico, que le permitiría asimilar los nutrientes de los fertilizantes convencionales, y de esta manera, potenciar el crecimiento del fruto en su etapa III, a diferencia del tratamiento de F. combinada, en el cual el crecimiento del sistema radical es bajo en la misma época. En la figura 5, se observa este patrón, en donde al final del periodo de evaluación (mes de julio), el tratamiento de F. combinada tuvo el mayor crecimiento alcanzando un total de 58.6 m de longitud, 10 y 19.4 m más que los árboles fertilizados de forma orgánica y convencional respectivamente.

Estos resultados coinciden con los obtenidos con Baldi *et al.*, (2010c), quienes mencionan que los árboles con F. orgánica (compost de desechos domésticos y materiales de poda de jardines) tuvieron mayor cantidad de raíces (1500 raíces m<sup>-2</sup>) que los árboles fertilizados con abonos sintéticos (1200 raíces m<sup>-2</sup>) y los no fertilizados (900 raíces m<sup>-2</sup>) indicando también que el patrón de crecimiento de raíces mostró cambios en árboles con tratamiento de fertilización orgánica, a diferencia de los que se les aplicó fertilizantes químicos, que no tuvieron grandes cambios en el patrón de emisión de raíces en un periodo de 4 años de evaluación.

**Cuadro 1. Crecimiento de raíces mensual y total en árboles de durazno ‘Diamante’ por efecto de tratamientos de la fertilización convencional, orgánica y combinada en el ciclo de producción 2018.**

| Tratamiento  | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Total |
|--|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| <b>metros totales visibles en ventana de rizotróon</b> |       |       |      |       |       |       |
| <b>F. Convencional</b>                                 | 0     | 6.5   | 22.3 | 6.9   | 3.3   | 39    |
| <b>F. Orgánica</b>                                     | 0.7   | 17.4  | 25.8 | 2.9   | 1.5   | 48.3  |
| <b>F. Combinada</b>                                    | 0.8   | 31.9  | 22.3 | 2.2   | 1.2   | 58.4  |

Baldi y Toselli (2013) reportaron que los patrones de crecimiento de raíz en árboles de nectarina fertilizados con compost y estiércol vacuno fresco comenzaron a mediados de mayo, donde hubo la mayor producción de raíces, decreciendo en verano y comenzando un nuevo flujo de crecimiento a inicios de septiembre, lo que coincide con la tendencia observada en este experimento hasta el mes de julio.

Cabe señalar, que los árboles elegidos para hacer el registro de esta variable, tuvieron el mismo vigor, por lo que probablemente el estiércol estaba ya mineralizando y haciendo disponibles nutrientes para el mes de marzo cuando inició el crecimiento de raíces en

el tratamiento de fertilización combinada, pudiendo el árbol absorberlos y producir mayor cantidad de raíces antes que los otros tratamientos.

### **1.5.3 Porcentaje de flores y amarre de fruto**

En el ciclo de evaluación 2018, el periodo de floración inició en la primera semana de febrero y finalizó en la segunda semana de marzo. La antesis (50% de flores abiertas) ocurrió del 26 de febrero al 4 de marzo. No se encontraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en estas dos variables evaluadas en los dos ciclos de evaluación (Cuadro 2).

Con estos resultados no se observa un claro efecto de los tratamientos de fertilización respecto a la producción de flores y posterior amarre de fruto. En este periodo fue cuando se aplicó el estiércol vacuno y compost de borrego (tratamientos F. combinada y orgánica), materiales que necesitan cierto tiempo con condiciones ambientales de temperatura y humedad en suelo para comenzar a mineralizar nutrientes, sean disponibles y puedan ser absorbidos por la planta para llevar a cabo diversos procesos fisiológicos (Álvarez-Solís *et al.*, 2010., Baldi y Toselli, 2013., Ferrera y Alarcón, 2001).

En esta fecha, los árboles del tratamiento convencional (fertilizantes de rápida disponibilidad) aún no habían sido fertilizados, ya que el sistema radical no estaba activo para absorber los nutrientes (Baldi *et al.*, 2010b), por lo que se infiere, que todos los árboles tienen similares condiciones fisiológicas (reservas) (Barrios *et al.*, 2014) en esta etapa (ciclo 2018), y esto se tradujo en porcentajes similares de floración. El amarre inicial que presentaron los árboles no fue estadísticamente diferente entre los tratamientos (Cuadro 2), los árboles bajo manejo fertilización convencional tuvieron un amarre del 9.9%, seguidos por los árboles con F. convencional y orgánico con 9.6 y 8.2%

respectivamente. El porcentaje de amarre en este experimento es similar al reportado en otros estudios (Santiago-Mejía *et al.*, 2015).

Respecto al ciclo 2019, el inicio de floración ocurrió la última semana de enero y finalizó la primera semana de marzo ocurriendo la antesis (50% de flores abiertas) en el periodo del 17 al 23 de febrero. No hubo diferencias significativas entre los tres tratamientos, a pesar de que ya había pasado un ciclo anterior de producción, y se esperaba que se reflejaran los efectos del tipo de fertilización en cuanto a la cantidad de reservas de almidón que los árboles pudieron haber acumulado y reflejarse en diferencias significativas respecto al porcentaje de floración y amarre de fruto (Leite *et al.*, 2015).

La floración tuvo un porcentaje mayor en el ciclo 2018 que en el 2019, sin embargo, el amarre fue mayor en este último año; lo cual podría ser un reflejo de las reservas de almidón de los árboles, aun cuando no se reflejó en el rendimiento final, que fue menor en el ciclo 2019.

**Cuadro 2. Porcentaje de flores, amarre de frutos, longitud de brote y rendimiento en durazno diamante mejorado bajo tres tipos de fertilización.**

| Tratamiento     | L de brote (cm) |   | Flores (%) |   | Amarre de frutos (%) |   | Rendimiento (kg/árbol) |
|-----------------|-----------------|---|------------|---|----------------------|---|------------------------|
| <b>2018</b>     |                 |   |            |   |                      |   |                        |
| F. Convencional | 9.5             | b | 54.4       | a | 9.9                  | a | 6.3 a                  |
| F. Orgánica     | 9.3             | b | 60.7       | a | 8.2                  | a | 3.9 b                  |
| F. Combinada    | 17.9            | a | 63.9       | a | 9.7                  | a | 8.4 a                  |
| <b>2019</b>     |                 |   |            |   |                      |   |                        |
| F. Convencional | 9.5             | b | 57         | a | 14.6                 | a | 4.5 a                  |
| F. Orgánica     | 15.1            | a | 54         | a | 14.0                 | a | 4.9 a                  |
| F. Combinada    | 11.6            | b | 55         | a | 14.3                 | a | 4.6 a                  |

Medias con letras iguales en el sentido de la columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

#### 1.5.4 Rendimiento

La cosecha en el ciclo 2018 inició en la última semana de mayo en los tres tratamientos. En los árboles con F. combinada finalizó en la primera semana de julio, para los de F.

convencional y orgánica en la tercera y última semana de junio respectivamente. El rendimiento fue estadísticamente diferente, siendo el tratamiento con F. combinada el que tuvo la mayor cosecha, alcanzando un promedio de 8.4 kg por árbol, superando por 4.5 y 2.1 kg a los tratamientos de F. orgánica y convencional respectivamente (Cuadro 2). Los árboles del tratamiento de F. combinada superaron el rendimiento esperado de 10 t ha<sup>-1</sup>, por 3.9 t ha<sup>-1</sup>.

Para el ciclo 2019, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en el rendimiento alcanzado, sin embargo, se adelantó la cosecha con respecto al ciclo anterior, iniciando ésta la primera semana de mayo y finalizando en la primera semana de junio.

El menor rendimiento obtenido en el 2019, posiblemente se debió a la restricción de riego que hubo durante las fases fisiológicas más importantes como la floración, amarre y crecimiento de fruto. Esta restricción se debió a conflictos laborales de los trabajadores, por lo que el suministro de agua fue muy limitado. En el ciclo 2018, el riego se suministró cada tercer día por 5 horas, y en el ciclo 2019, fue de una vez dos veces a la semana por 2 horas desde la primera semana de marzo hasta la primera semana de junio, cuando el régimen de lluvias se estabilizó.

Antúnez y Felmer, (2017), menciona que la disponibilidad de agua en las fases de floración, amarre, crecimiento vegetativo y de fruto, es indispensable, pues provee el medio para transportar nutrientes y metabolitos a los diferentes órganos del árbol, por lo que una baja disponibilidad de agua provoca bajo amarre, caída de fruto y menor calibre.

Estos resultados indican que la aplicación de estiércol combinado con fertilizantes convencionales, crean condiciones para que los árboles tengan a disposición nutrientes,



ya que la tasa de mineralización del estiércol, específicamente en la disposición de N, permite que no se pierda rápidamente por lixiviación o volatilización (Trinidad *et al.*, 2015).

Chatzitheodorou *et al.*, (2004), reportan similar comportamiento en la cosecha de durazno en la variedad 'Spring time', en un experimento donde el tratamiento de árboles fertilizados con N más estiércol resultaron en una mayor cosecha, comparados con el tratamiento control (sin fertilizar y los fertilizados con fuentes minerales que contenían P, K y PK, que resultaron en un bajo rendimiento, indicando que el N proveniente de la mineralización del estiércol suplementado con N de fertilizantes inorgánicos, mejora la eficiencia en el uso y absorción de N por el cultivo.

Así mismo, Azam *et al.*, (2014), encontraron que con el manejo integral de la fertilización, cuando aplicaron estiércol a los árboles antes de brotación y fertilizantes convencionales después del amarre de fruto y a mediados de verano, se incrementó el rendimiento y fertilidad del suelo, y tuvo efecto en la disminución de caída de fruto, problema considerado de alta importancia y afectación a la producción de durazno.

### **1.5.5 Reservas nitrógeno y almidón.**

De acuerdo a los resultados del Cuadro 3, la concentración de nitrógeno y almidón en brotes y raíces en etapa final de letargo no fue estadísticamente diferente ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos. Sin embargo, para nitrógeno, se observa que su concentración es más alta en raíz, y contrario a esto, la concentración de almidón lo es en brotes vegetativos en los árboles evaluados.

Este menor contenido de reservas de almidón en la raíz, y de acuerdo al momento de toma de muestras de estos tejidos (final de letargo, 15 días antes de inicio de la brotación floral y vegetativa), se puede deber a que está siendo transportado desde la raíz que es el órgano donde es mayor el almacenamiento de almidón (Loescher *et al.*, 1990) hacia la parte aérea, específicamente para el desarrollo floral y crecimiento de brotes del nuevo ciclo (Cheng y Fuchigami, 2002).

Así también, Ayala y Lang (2015) dicen que las reservas almacenadas en cerezo dulce, son críticas para la demanda de la floración temprana de primavera y del crecimiento vegetativo y reproductivo. Los carbohidratos en forma de almidón y azúcares solubles son el mayor componente de las reservas almacenadas en árboles, las cuales están en varios órganos incluidos brotes, hojas, ramas, tallos, raíces, semillas y frutos (Loescher *et al.*, 1990).

**Cuadro 3. Concentración de nitrógeno y almidón en raíz y brotes de durazno ‘Diamante’**

| Tratamiento     | Nitrógeno (%) |        | Almidón (%) |        |
|-----------------|---------------|--------|-------------|--------|
|                 | Raíz          | Brote  | Raíz        | Brote  |
| F. Convencional | 1.09 a        | 0.41 a | 23.7 a      | 46.2 a |
| F. Orgánica     | 1.03 a        | 0.40 a | 28.3 a      | 64.7 a |
| F. Combinada    | 1.14 a        | 0.39 a | 27 a        | 70.1 a |

Medias con letras iguales en el sentido de la columna, no son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0.05$ ).

Similares resultados a este estudio fueron encontrados por Pérez-Romero *et al.*, (2017), al evaluar las reservas de nitrógeno y carbohidratos en plantas de ciruela cultivadas bajo manejo orgánico y convencional, no encontrando diferencias significativas en la concentración de estos compuestos nitrogenados entre cultivares de ciruela independientemente de su vigor y la forma de manejo de la fertilización.

Para este estudio, la mayor cantidad de almidón en brotes comparado con la raíz, no tuvo una relación directa con un mayor porcentaje de flores o amarre de frutos, ya que estas dos variables no fueron diferentes entre tratamientos. Por otra parte, el contenido de nitrógeno es mayor en la raíz, y menor en brotes. Sin embargo, este elemento almacenado en formas solubles como proteínas y compuestos aminados serán traslocados a los brotes, pues son fundamentales también para el metabolismo que implica la brotación floral y vegetativa.

Estas reservas (Policarpo *et al.*, 2002), son afectadas por múltiples factores como la temperatura, estrés hídrico, carga de fruto, poda y acumulación de unidades frío. Asimismo, Jordan *et al.*, (1998) reportan que la asignación y absorción de N por árboles jóvenes de durazno es afectada por la cantidad de fotoasimilados almacenados en raíz, y de acuerdo con Cheng y Robinson (2004), las reservas de nitrógeno y carbohidratos son esenciales para el crecimiento y desarrollo de los árboles de manzano en la primavera, porque proveen de energía a los nuevos crecimientos del árbol, antes de que la fotosíntesis y la absorción de nitrógeno por la raíz tomen lugar.

De la misma manera con el almidón, el nitrógeno está siendo hidrolizado en la raíz para ser transportado en forma de proteínas o compuestos aminados hacia la parte aérea como efecto de la demanda que significa el evento de floración y brotación vegetativa.

## 1.6 CONCLUSIÓN

La fertilización combinada promovió mayor longitud de raíces en comparación a los otros dos tratamientos; el sistema radical en este en este tratamiento tuvo mayor crecimiento un mes antes, lo que es una oportunidad para suministrar los fertilizantes convencionales en ese momento y potenciar el crecimiento del fruto en su última etapa. Así también, el mayor crecimiento registrado ocurrió durante la etapa de detención de crecimiento del fruto en los tres tratamientos estudiados.

La longitud de brotes y el rendimiento fueron mayores con la fertilización combinada en el año 2018; sin embargo, en el 2019, la longitud de brotes fue mayor con el tratamiento de fertilización orgánica, y esto aparentemente estuvo asociado con el menor rendimiento del 2018.

La concentración de nitrógeno y almidón en tallos y en raíces no fue estadísticamente diferente entre tratamientos. Sin embargo, hay una tendencia positiva entre reservas de almidón y porcentaje de amarre de fruto.

## 1.7 LITERATURA CITADA

- Abrisqueta, I., Conejero, W., López-Martínez, L. Vera, J. y Ruíz-Sánchez, M. C. 2017. Root and aerial growth in early-maturing peach trees under two crop load treatments. Spanish Journal of Agricultural Research. Vol:1. No. 2.
- Antúñez, B. A. y Felmer, E. S. 2017. Manejo de riego en duraznero. En: Manual de manejo del cultivo de duraznero. INIA. Boletín INIA/No. 8. pp-49-61.
- Álvarez-Solís, J., Gómez-Velazco, D. A., León-Martínez, N. y Gutiérrez-Miceli, F.A. 2010. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Agrociencia 44:575-586.
- Ayala, M. y Lang, A. G. 2015. 13Cphotoassimilate partitioning in sweet cherry (*Prunus avium*) during early spring. Cien. Inv. Agr. 42(2):191-203.
- Azam S. S., Mohammad, W., Mahmood, S. S., Elahi, R., Ali, A., Basir, A., Haroon. 2014. Integrated effect of organic and inorganic nitrogen on peach fruit yield and orchard fertility. Agricultural Science research journal 4(4):pp. 78-82.
- Baldi, E. y Toselli, M. 2013. Root growth and survivorship in cow manure and compost amended soils. Plant Soil Environmental. Vol. 59. 5:221-226 p.
- Ferrera. C.R. Alarcón A (2001) La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo Sum 8(2): 175-183.
- Baldi, E. Toselli, M. and Marangoni, B. 2010b. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) Trees supplied with mineral and organic fertilizers. Journal of plant Nutrition. Núm. 33. pp. 2050-2061.
- Baldi, E. y Toselli, M. 2013. Root growth and survivorship in cow manure and compost amended soils. Plant Soil Environmental. Vol. 59. 5:221-226 p.
- Baldi, E., Toselli, M., Eissenstat, D.M. y Marangoni, B. 2010c. Organic fertilization to increased peach root production and lifespan. Tree Physiology. Vol: 0 pp.1-10.
- Barrios, M. B., Buján, A., Debelis, S. P., Sokolowski, A. C., Blasón, A. D., Rodríguez, H. A., López, S. C., De Grazia, J., Mazo, C. R. y Gagey, M. C. 2014. Relación biomasa de raíz/biomasa total de soja (*Glycine max*) en dos sistemas de labranza. Terra Latinoamericana, vol.32 No.3. pp. 221-230.
- Becerril R., A.E., M.G. Beech and J.D. Quinlan. 1995. Carbohydrate distribution in the strawberry plant. Revista Chapingo Serie Horticultura, 1(4):7-20.
- Boukcim, H., L. Pages and D. Mousain. 2006. Local NO<sub>3</sub> or NH<sub>4</sub> supply modifies the root system architecture of *Cedrus atlantica* seedlings grown in a split root device. J. Plant Physiol. 163:1293-1304.

- Chatzitheodorou, I. T., Sotiropoulos, T.E. y Mouhtaridou, G.I. 2004. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium fertilisation and manure on fruit yield and fruit quality of the peach cultivars 'Spring Time' and 'Red haven'. *Agronomy Research* 2(2), 135-143.
- Cheng, L. y Fuchigami, L. H. 2002. Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. *Tree Physiology* 22:1297-1303.
- Cheng, L. y Robinson, L. T. 2004. Management of nitrogen and carbohydrate reserves to improve growth and yield of Apple trees. *New York Fruit Quarterly*. Vol. 12. No. 3.
- Crisosto, C. y Valero, D. 2008. Harvesting and postharvest handling of dates. En D. Layne y D. Bassie (Eds.), *The peach: botany, production and uses*. pp. 576–596
- Del pino, A., Repetto, C., Mori, C. y Perdomo, C. 2007. Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo. *Terra latinoamericana*. 26:43-52.
- Domingo, M. X. 2010. Effects of irrigation and nitrogen application on vegetative growth, yield and fruit quality in peaches (*Prunus pérsica* L. Batsch cv. Andross) for processing. Thesis. Universitat de Lleida. Catakynya, España. pp. 1-136.
- Ferreira, V. L., Picolotto, L., dos Santos, P.I., Dutra, S. J. y Correa, A. L. E. 2018. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. *Pesq. Agropec. Bras. Brasília*, Vol. 53, N0. 2. pp. 172-181.
- García, E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta edición. UNAM. México, D. F. 217 p.
- Leite, G. B. H., Leonel, S., Tecchio, M. A., Ferraz, R. A., Azevedo, S. J. M. y Lencioni, A. L. Carbohydrate Concentration in 'BRS Rubimel' Peach Trees during the Annual Cycle. *British Journal of Applied Science and Technology* 9(5): 419-426.
- Loescher, H. W., Mccamant, T. y Keller, J. D. 1990. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in Woody plants roots. *Hortscience*, Vol. 25(3).
- Jordan, M. O., Habib, R. y Bonafous, M. 1998. Uptake and allocation of nitrogen in young peach trees as affected by the amount of photosynthates available in roots. *Journal of Plant Nutrition*, 21(11), 2441-2454.
- Olivares-Campos, M.A., Hernández-Rodríguez, A., Vences, C., Jáquez, J.L. Y Ojeda-Barrios, D. 2012. Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. *Universidad y Ciencia*. 28(1):27-37.
- Pérez-Romero, L. F., Daza, A., Herencia, J. F. y Teodoro, A. F. 2017. Carbohydrate and nitrogen reserves in two cultivars of Japanese plum grown under organic and conventional management. *Hort. Sci. (Prague)* Vol. 44, 2017 (4): 163–170.

- Policarpo M., Di Marco L., Caruso T., Gioacchini P., Tagliavini M. (2002): Dynamics of nitrogen uptake and partitioning in early and late fruit ripening peach (*Prunus persica*) tree genotypes under a Mediterranean climate. *Plant and Soil*, 239: 207–214.
- Santiago-Mejía, H., Cortés-Flores, J.I., Turrent-Fernández, A., Livera-Muñoz, M., García-Moyá, E., Zavaleta-Mancera, H.A. y Volke-Haller, V.H. 2015. Respuesta de árboles de duraznero (*prunus persica* (l.9 bastch) compuesto de dos cultivares en un ambiente con incidencia de -heladas: floración y amarre de fruto. *Agrociencia* 49:573-592.
- Trinidad, S. A., Guzmán, S. J. y Mena, T. L. 2015. Abonos Orgánicos en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) en la región oriente del estado de Michoacán. Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. unidad operativa Michoacán, Comité Sistema Producto Guayaba y Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Municipio de Texcoco, Edo. Mex. México. pp. 1-87.
- Urbina, V. V. 2001. Morfología y desarrollo vegetativo de los frutales. Monografías de Fruticultura. No. 5. Universidad de Lleida. Ed. Paperkite. Pp.1-223.

## **CAPÍTULO II. FERTILIDAD DEL SUELO Y ESTATUS NUTRIMENTAL DE ÁRBOLES DE DURAZNO 'DIAMANTE' BAJO TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN**

### **2.1. RESUMEN**

La práctica de suministrar nutrimentos a partir de diferentes fuentes orgánicas o inorgánicas a las plantas, se refleja en el estatus de fertilidad en el suelo y en el estatus nutrimental del árbol. El objetivo de este trabajo fue determinar en dos ciclos de producción los siguientes parámetros físicos y químicos del suelo en experimentación en dos estratos de profundidad: pH, CIC, M.O. Nt, P (Olsen), K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn y B; y en el follaje de árbol de durazno, los siguientes elementos químicos: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B y Cu. En el año 2018, la fertilización combinada resultó superior junto a la fertilización orgánica en contenido de M.O. (1.87 y 2.06 %), y superior a los otros dos tratamientos en el contenido de N (0.13 %), P (129 ppm) y B (1.09 ppm) en el estrato de 0 a 30 cm de profundidad. En el estrato de 30-60 cm de profundidad, resultó superior junto a la fertilización orgánica en el contenido de P y K. En el año 2019, la fertilización combinada en el estrato de 0-30 cm de profundidad, fue superior en el contenido de M.O. con 3.97 %, y en P, K, Ca, Zn con 125.7, 975, 2380 y 5.2 ppm respectivamente. En el estrato de 30-60 cm de profundidad, este tratamiento fue estadísticamente superior en el contenido de P con 49.5 ppm. Respecto a la concentración nutrimental en hojas, en el 2018, la fertilización combinada y orgánica, fueron superiores en la concentración de N y P. Y la fertilización convencional junto con la fertilización orgánica, fueron superiores en la concentración de B. La fertilización combinada fue superior en la concentración de Mn. Para el año 2019, la fertilización combinada y convencional fueron superiores en la concentración de N, K y S.

**Palabras clave:** estatus nutrimental, suelo, follaje, estratos de profundidad, macronutrimentos, micronutrimentos



## 2.2. ABSTRACT

The practice of supplying nutrients from different organic or inorganic sources to plants is reflected in the fertility status of the soil and the nutritional status of the tree. The objective of this work was to determine in two production cycles the following physical and chemical parameters of the soil in experimentation in two depth strata: pH, CIC, M.O. Nt, P (Olsen), K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn and B; and in the foliage of the peach tree, the following chemical elements: N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B and Cu. In 2018, combined fertilization was superior together with organic fertilization in terms of M.O. (1.87 and 2.06%), and superior to the other two treatments in the content of N (0.13%), P (129 ppm) and B (1.09 ppm) in the stratum from 0 to 30 cm deep. In the layer 30-60 cm deep, it was superior together with organic fertilization in the content of P and K. In 2019, the combined fertilization in the 0-30 cm deep stratum was superior in the content of M.O. with 3.97%, and in P, K, Ca, Zn with 125.7, 975, 2380 and 5.2 ppm respectively. In the 30-60 cm deep layer, this treatment was statistically superior in the P content with 49.5 ppm. Regarding the nutrient concentration in leaves, in 2018, the combined and organic fertilization were higher in the concentration of N and P. And the conventional fertilization together with the organic fertilization, were higher in the concentration of B. The combined fertilization was higher in Mn concentration. For the year 2019, the combined and conventional fertilization were superior in the concentration of N, K and S.

**Keywords:** nutritional status, soil, foliage, depth strata, macronutrients, micronutrients

## 2.3 INTRODUCCIÓN

La práctica agrícola de fertilización se refiere a la técnica que tiene por objetivo mejorar la fertilidad de la tierra de cultivo (Ellena *et al.*, 2013.). Para esto, la aportación de nutrientes al suelo es a través de fuentes minerales (fertilizantes químicos) y abonos orgánicos tales como estiércoles, restos de cosechas, entre otros.

En los últimos años, se ha dado mayor importancia en el uso de los abonos orgánicos por los altos precios de los fertilizantes químicos y por el daño ambiental que estos ocasionan en los suelos agrícolas y mantos freáticos; además de la necesidad de preservar la materia orgánica en ellos, el cual es un aspecto determinante en la sostenibilidad y productividad de dichos suelos (González *et al.*, 2013).

Muchos investigadores señalan que un suelo manejado orgánicamente, la actividad de los lumbricidos de la tierra es mayor que en un suelo con manejo convencional (Edwards, 1974). Se sabe que estos gusanos desarrollan el proceso de biodegradación y junto con los microbios producen humus de lombriz, que es la materia fecal del gusano con restos de sus mudas de piel. Así también el vermicompost proporciona macroelementos como N, P, K, Ca, y Mg y microelementos como Fe, Mo, Zn, y Cu (Amir y Fouzia, 2011).

Trinidad *et al.*, (2015), concluyeron en un trabajo realizado en Michoacán con el cultivo de guayabo, que los abonos orgánicos utilizados y manejados inteligentemente, son de mayor eficacia comparados con los fertilizantes químicos, de acuerdo a las observaciones que obtuvieron de abonos compuestos de gallinaza, estiércol bovino composteados, vermicompost y super magro (biodigestado tipo bocashi), en parámetros del fruto como número, peso y tamaño.

Cuando se aplican residuos orgánicos al suelo, se produce el ciclo de nutrientes en él, a partir de su mineralización, inmovilización y asimilación (Barea, 1991). De la misma manera, estas enmiendas tienen una función importante en estos agroecosistemas pues proveen condiciones adecuadas para promover condiciones que mejoran la fertilidad química y biológica del suelo (Goulart, 1993).

El objetivo de este estudio fue determinar la fertilidad del suelo en dos estratos de profundidad, y el estatus nutrimental del árbol de durazno 'Diamante', bajo tres tratamientos de fertilización.

## 2.4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.4.1 Variables evaluadas

Se empleó el mismo manejo y material vegetal mencionado en el primer capítulo. Del suelo en experimentación, se determinaron en el laboratorio de fertilidad de suelos del Colegio de Postgraduados los siguientes parámetros: pH, CIC, M.O. Nt, P (Olsen), K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, B, C.E. utilizando para ello, muestras colectadas en el mes de julio 2018 y 2019, después de finalizada la cosecha, a una profundidad de 0-30 cm y de 30-60 cm, haciendo un total de 24 muestras (12 por cada estrato de profundidad). Estas muestras se secaron a temperatura ambiente bajo sombra, y posteriormente se tamizaron con malla 20 y malla 5. Se emplearon 3 repeticiones por bloque (4 bloques en total). Se utilizó un diseño bloques al azar generalizado, se realizó anava y prueba de medias Tukey  $p \leq 0.05$ .

Para la concentración nutrimental en follaje, se determinaron los elementos N (Método Kjeldal), P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B y Cu (Espectrometría de emisión atómica de inducción de plasma acoplado, espectrofotómetro modelo Varian 725-ES) en muestras colectadas en la tercera semana de julio 2018 y 2019, compuestas de 55 hojas colectadas en brotes de 30-40 cm de longitud, localizados en los cuatro puntos cardinales de la copa de los árboles, a una altura promedio de 1.50 m, este muestreo se realizó en la última semana del mes de julio (Toledo y Etchevers, 1988). Se emplearon 39 repeticiones, con un diseño experimental bloques al azar generalizado, se hizo análisis de varianza y pruebas de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ )

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.5.1 Fertilidad del suelo

El análisis nutrimental de suelo antes de la aplicación de tratamientos (Cuadro 4) dio a conocer que el suelo clasificó como migajón arenoso, con 1.3 y 1.2 % de M. O. y un pH de 7.4 y 7.6 para 0-30 y 30-60 cm de profundidad de suelo respectivamente.

**Cuadro 4. Fertilidad del suelo cultivado con durazno en el año 2017**

| Profundidad     | Parámetro |                     |      |     |      |               |     |     |
|-----------------|-----------|---------------------|------|-----|------|---------------|-----|-----|
|                 | pH        | M.O.<br>-----%----- | N    | P   | K    | Ca            | Mg  | Na  |
|                 |           |                     |      |     |      | -----ppm----- |     |     |
| <b>0-30 cm</b>  | 7.4       | 1.3                 | 0.08 | 1.1 | 4290 | 312           | 147 | 255 |
| <b>30-60 cm</b> | 7.6       | 1.2                 | 0.06 | 0.8 | 4485 | 290           | 163 | 475 |

Para el ciclo 2018, la M.O. incrementó a 1.7, 1.3 y 2.06 % para el estrato de 0-30 cm (Cuadro 5), siendo los tratamientos de F. orgánica y combinada estadísticamente superiores ( $p \leq 0.05$ ) al tratamiento de F. convencional, demostrando que la incorporación al suelo de estiércol fresco y compost incrementaron la concentración de M.O. en el suelo cultivado. Para el ciclo 2019, el tratamiento de F. combinada y convencional resultaron superiores (3.9 y 2.3 % respectivamente) al tratamiento orgánico (2.9%). Estos resultados reflejan un incremento importante de la concentración de la materia orgánica de un año a otro, sobre todo en la F. combinada.

En el tratamiento orgánico no hubo incremento marcado con respecto al año anterior, pues solo fue de 0.2%. En el tratamiento convencional si hubo un incremento notable, pues después de dos años de evaluación de este parámetro, incrementó 1.1 %. Y el tratamiento de F. combinada es el que reflejó mayor concentración de la M.O. pues desde el primer análisis (2017) incrementó 2.6% (2019).

Adujna, (2016) concluye que incorporando compost maduro al suelo, se aumenta la concentración de M.O. en el suelo. Los factores influyentes esenciales para el enriquecimiento son la cantidad, el tipo y grado de humificación, siendo los compost maduros a diferencia de los frescos los que mayor aporte tienen a este parámetro, debido a su mayor nivel de C estabilizado (Bouajila y Sanaa, 2011)

Así mismo, el pH incrementó hasta 8 y 8.1 para el primer estrato, y 7.8 a 8.2 para el segundo. Estos parámetros del suelo, incidieron en que el Zn estuviera por debajo del intervalo de suficiencia en el follaje (Cuadro 7), ya que en un suelo con el pH que se encontró, difícilmente está disponible para las plantas pues se encuentra adsorbido por la presencia de carbonatos de calcio que precipitan al Zn, además de que el Ca compete con los iones de Zn en la superficie de la raíz (Rivera *et al.*, 2003) A esto, el material aplicado regularmente mantiene o mejora el pH del suelo (Soheil *et al.*, 2012). Y este aumento puede ser significativo (de 6.4 a 6.8) incluso en aplicación de compost moderadas (200-400 kg ha) (Kluge, 2006).

Para el ciclo 2019, el pH disminuyó ligeramente (Cuadro 6), no encontrando diferencias significativas entre tratamientos en los dos estratos de profundidad. Esta disminución de pH pudo deberse al incremento de la M.O. y la actividad microbiológica que provoca acidificación del pH.

Para el caso de nitrógeno total, en el análisis de suelo del 2017, tuvo una concentración de 0.08% y 0.06% para cada estrato de profundidad de suelo (0-30 cm y 30-60 cm respectivamente). Para el ciclo 2018, la concentración de este elemento fue estadísticamente diferente, siendo el tratamiento integral y orgánico, superiores al convencional, alcanzando una concentración de 0.13, 0.10 y 0.08 respectivamente,

dejando claro el efecto de la incorporación de estiércoles frescos y compost de borrego, pues la F. convencional no aumentó su concentración con respecto al año anterior, incluso en el segundo estrato disminuyó 0.02%.

Para el ciclo 2019, la concentración de N no reflejó diferencias significativas entre tratamientos en los dos estratos estudiados, y el nivel se mantuvo similar al ciclo anterior, concluyendo que la incorporación de estiércol fresco y compost está manteniendo el nivel de este elemento en el suelo, pues para el tratamiento integral alcanzó 0.2 %, y el convencional el de 0.8 alcanzó el 0.1%.

Resultados similares reportan Baldi *et al.*, (2014) y Hernández *et al.*, (2017), donde concluyen que con la incorporación de enmiendas orgánicas, la concentración de N tiende a amentar como producto de la mineralización de compuestos nitrogenados presentes en estas enmiendas, y que los materiales orgánicos incorporados al suelo, son fuente importante de minerales para un sistema de producción sustentable.

Para P, en el ciclo 2018 el tratamiento integral es estadísticamente superior en su concentración (129 ppm) respecto a los otros dos tratamientos en el estrato de 0 a 30 cm. Para el segundo estrato, lo son el tratamiento integral y orgánico (cuadro 5). Es importante señalar que, un año antes cuando aún no se aplicaban los tratamientos (2017), el P estaba solo en 1.1 y 0.8 ppm para cada estrato, por lo que el incremento en el ciclo 2018 se considera importante. También se refleja en el estatus nutrimental del árbol.

Para el ciclo 2019, el nivel de P fue estadísticamente diferente, siendo superior el tratamiento integral (Cuadro 6) en el primer estrato de suelo. Para el segundo estrato el

tratamiento de F. combinada y orgánica son superiores respecto al tratamiento convencional.

**Cuadro 5. Fertilidad del suelo en dos profundidades en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada en el año 2018.**

| Tra            | CIC<br>meq | pH   | M.O<br>-----%----- | N     | P    | K    | Ca    | Mg   | Na    | Mn   | Zn    | B     | Fe   | Cu    |
|----------------|------------|------|--------------------|-------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|
| ppm-----       |            |      |                    |       |      |      |       |      |       |      |       |       |      |       |
| <b>0-30</b>    |            |      |                    |       |      |      |       |      |       |      |       |       |      |       |
| <b>F. Comb</b> | 13.8a      | 8.1a | 1.8a               | 0.13a | 129a | 580a | 1500a | 660a | 24.7a | 6.2a | 2.1ab | 1.09a | 8.0a | 0.37a |
| <b>F. Conv</b> | 10.5a      | 8.0a | 1.3b               | 0.08c | 10 c | 507a | 1200a | 560a | 35.7a | 6.7a | 0.9b  | 0.45b | 8.0a | 0.32a |
| <b>F. Org</b>  | 10.7a      | 8.0a | 2.0a               | 0.10b | 63 b | 507a | 1440a | 660a | 27.5a | 5.5a | 2.4a  | 0.46b | 8.5a | 0.20a |
| <b>30-60</b>   |            |      |                    |       |      |      |       |      |       |      |       |       |      |       |
| <b>F. Comb</b> | 9.2a       | 7.8a | 0.8a               | 0.05b | 31a  | 663a | 1240a | 564a | 41a   | 4 a  | 0.6b  | 0.39a | 5.5b | 0.2a  |
| <b>F. Conv</b> | 9.3a       | 8.1a | 0.7a               | 0.04b | 9 b  | 273b | 1340a | 540a | 38a   | 4.5a | 0.5b  | 0.24a | 5.7b | 0.2a  |
| <b>F. Org</b>  | 8.0a       | 8.2a | 0.7a               | 0.09a | 35a  | 546a | 1200a | 620a | 33a   | 5.2a | 2.3a  | 0.52a | 8.7a | 0.2a  |

Datos con diferente letra en el sentido de la fila son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

Este aumento de la concentración de P en el suelo y diferencia con el tratamiento convencional, se debió a la incorporación de materiales orgánicos, pues como dice Tapia y García (2013), las enmiendas orgánicas que se emplean como fertilizantes representan la principal fuente de este nutriente mediante producto de su mineralización. Sin embargo, en el presente estudio, la mayor cantidad de P en el suelo podría no estar disponible, ya que el pH del suelo en este ciclo de producción estaba alrededor de 8, índice donde este elemento pasa a formas asociadas a Ca (Andrades y Martínez, 2014).

Para K, la concentración encontrada en el primer análisis de suelo en el primer y segundo estrato fue de 4290 y 4485 ppm respectivamente. En el ciclo 2018, esta concentración disminuyó notablemente (Cuadro 5); para este año, en el estrato de 0-30 cm no hubo diferencias significativas entre tratamientos, y en el estrato de 30-60 cm,



resultaron superiores el tratamiento de F. combinada y orgánica con 663 y 546 ppm respectivamente.

La disminución observada en la concentración de K, puede ser atribuida a que este suelo no había sido cultivado por muchos años, y en este ciclo 2018, fue la primera cosecha de durazno, por lo que esta carga de frutos significó una demanda de K, lo que condujo a que sus niveles disminuyeran drásticamente, pues es muy importante para el fruto, ya que juega un rol importante en el tamaño, firmeza, color de piel, sólidos solubles totales, jugo y aroma del fruto (Brunetto *et al.*, 2015).

Para el ciclo 2019, no hay diferencias significativas en su concentración en el estrato de 0 -30 cm de profundidad. En el estrato de 30-60 cm, son estadísticamente superiores el tratamiento de F. combinada y orgánica respecto al tratamiento convencional. Esta concentración resultó menor en comparación a la encontrada en el año 2018. Esto posiblemente se debió a que los árboles ya habían tenido dos cosechas para el momento del año 2019 en que se tomaron las muestras de suelo.

La deficiencia de potasio también ocurre con frecuencia en suelos calcáreos, incluso cuando la cantidad que es intercambiable presente un nivel adecuado para la nutrición de la planta, esto debido a la fijación de este elemento en suelos con pH alcalino, ricos en carbonatos de calcio (Weil y Brady, 2017).

Sin embargo, a diferencia de este primer año de evaluación, Azam *et al.*, (2014), reporta un aumento de un ciclo a otro, en la concentración de K en suelo cultivado con durazno, cuando se aplicaron como tratamientos, fertilizantes convencionales a base de NPK y estiércol de granjas.

Respecto a Ca, la concentración encontrada en el primer análisis de suelo alcanzó las 312 y 290 ppm para el primero y segundo estrato. Para el ciclo 2018, no hubo diferencias significativas en su concentración; pero esta aumentó hasta un 400 % con respecto al año anterior (en el caso del tratamiento integral), sin embargo, este incremento fue similar para todos los tratamientos y para cada estrato (cuadro 5). De acuerdo con Laboski y Peters (2012), la concentración encontrada en este estudio se puede catalogar como baja para el primer estudio (2017), y para el 2018 como alta.

Para el ciclo 2019, hubo diferencias significativas (cuadro 3), siendo el tratamiento integral superior (2380 ppm) a los otros dos tratamientos, esto en el primer estrato, para el segundo estrato no hubo diferencias significativas. La concentración encontrada en este año, se considera excesivamente alta (Lobosky y Peters, 2012).

El calcio es un nutriente esencial, pues es muy importante para los tejidos y modulador fisiológico secundario (Kepler, 2005). Durante la absorción de nutrientes, un exceso de Ca, Mg o K puede inducir deficiencias debidas al antagonismo entre estos elementos. Por lo tanto, la absorción de estos elementos del suelo, depende no solo de sus concentraciones, sino también de sus interacciones (Nguyen *et al.*, 2017), pues como se dijo anteriormente, la concentración de Ca en el suelo se considera muy alta, y esto a su vez pudo afectar la absorción de K, ya que el Ca está relacionado con la disminución de la permeabilidad de las células, lo que dificultaría la entrada de K a ellas.

Para el caso del magnesio, en el primer año de evaluación hubo una concentración de 147 y 163 ppm para el primero y segundo estrato de suelo respectivamente (Cuadro 4). Para el año 2018, no hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, la concentración incrementó casi un 300 % comparada con la de un año anterior. En el

análisis del ciclo 2019, no hubo diferencias significativas en ambos estratos de suelo, y la concentración encontrada fue similar a la encontrada en el ciclo 2018.

De acuerdo también con Labosky y Peters, (2012), la concentración de Mg en este estudio para el primer año se puede catalogar como optima, y para el 2018 como una concentración excesivamente alta. Esto puede estar originando que también este elemento tenga un efecto antagónico con la absorción de K pues de acuerdo con (Nguyen *et al*, 2015), altas concentraciones de Mg en el suelo, inhiben la absorción de K y de Ca. El efecto depresivo de Mg en la absorción de K puede deberse a que compiten por sitios y compuestos de unión dentro de la planta producidos durante su metabolismo (Fageria, 1983).

El magnesio es un elemento esencial para los cultivos, animales y humanos, su deficiencia llega a afectar la fotosíntesis y el movimiento de carbohidratos en los cultivos (Néjia *et al.*, 2016). Se dice que esto es especialmente importante, ya que la planta al estar deficiente de Mg, refleja una baja acumulación de carbohidratos, por lo que reduce su crecimiento radicular pues hay poco suministro de estos carbohidratos a este órgano (Cakmak *et al.*, 1994).

Respecto a Na, la concentración inicial fue de 255 y 475 ppm en el primero y segundo estrato de suelo. Para el siguiente año de evaluación (2018), esta concentración disminuyó drásticamente llegando hasta entre 24.7 ppm para el tratamiento de F. combinada en el estrato de 0-30 cm de profundidad, y la más alta encontrada también fue en este tratamiento con 41 ppm, pero en el estrato de 30-60 cm de profundidad. Para el ciclo 2019, no hubo diferencias significativas y la concentración encontrada fue similar a la encontrada en el ciclo 2018.

El efecto del Na sobre el suelo es muy importante, ya que la salinidad y sodicidad que provoca en algunos suelos limitan la producción agrícola, pues vuelven a los suelos infértiles, causando un serio problema a los productores (Liang *et al.*, 2006).

En el primer análisis solo se determinaron las concentraciones de los elementos de N, P, K, Ca, Mg y Na. Para el segundo análisis realizado un año después, se determinaron las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, Mn, Na, Zn, B, Fe y Cu. Por lo que para estos últimos cuatro elementos no se pudo conocer cuál era su concentración en el suelo antes de aplicar los tratamientos de fertilización.

La concentración de Zn en el ciclo 2018 fue estadísticamente diferente, donde el tratamiento de fertilización orgánica fue superior en la concentración de este nutrimento en los dos estratos de profundidad estudiados (Cuadro 5). De acuerdo con Lobosky y Peters (2012) la concentración de Zn encontrada en este estudio se puede considerar como baja. Para el ciclo 2019, solo en el primer estrato (30-60 cm), la concentración fue estadísticamente diferente (Cuadro 6), siendo el tratamiento de fertilización combinada superior (5.2 ppm) a los otros dos tratamientos, considerándose esta concentración como adecuada.

Respecto a manganeso, no hubo diferencias significativas en los dos estratos de profundidad evaluados para ambos ciclos de evaluación (Cuadro 5 y 6), la concentración que resultó de los análisis se considera baja. El manganeso puede ser encontrado en tres estados de oxidación ( $Mn^{+2}$ ,  $Mn^{+3}$ ,  $Mn^{+4}$ ), aunque las formas predominantes son la primera y tercera, y la totalidad del Mn en el suelo está determinada por el Mn orgánico, intercambiable y el de la solución del suelo. Gómez *et al.*, (2014), dice que el pH mayor a 8 que el  $Mn^{+2}$  pasa a  $Mn^{+4}$  y forma un dióxido insoluble, no disponible para las plantas,

por lo que en un pH alcalino el Mn es menos disponible y un pH menor a 7, el Mn comienza a ser más disponible.

**Cuadro 6. Fertilidad del suelo en dos profundidades en respuesta a la fertilización convencional, orgánica y combinada en el año 2019.**

| Tra            | CIC<br>meq | pH   | M.O.<br>% | N    | P      | K     | Ca    | Mg   | Na  | Mn            | Zn   | B    | Fe    | Cu    |
|----------------|------------|------|-----------|------|--------|-------|-------|------|-----|---------------|------|------|-------|-------|
|                |            |      |           |      |        |       |       |      |     | -----ppm----- |      |      |       |       |
| <b>0-30</b>    |            |      |           |      |        |       |       |      |     |               |      |      |       |       |
| <b>F. Comb</b> | 14 a       | 7.9a | 3.9a      | 0.2a | 125a   | 975a  | 2380a | 744a | 33a | 7.7a          | 5.2a | 1.3a | 8.2 a | 0.6 a |
| <b>F. Conv</b> | 13.5a      | 7.5a | 2.3ab     | 0.1a | 17.2b  | 429b  | 1220b | 552a | 22a | 8 a           | 1.9b | 0.8a | 9.5 a | 0.4 a |
| <b>F. Org</b>  | 11.2a      | 7.8a | 2.2b      | 0.1a | 40.7b  | 507ab | 1200b | 572a | 44a | 6 a           | 0.9b | 0.8a | 7.5 a | 0.2 a |
| <b>30-60</b>   |            |      |           |      |        |       |       |      |     |               |      |      |       |       |
| <b>F. Comb</b> | 13.5a      | 7.8a | 3.0a      | 0.1a | 49 a   | 936a  | 2320a | 780a | 22a | 8 a           | 2.6a | 1.0a | 9.2 a | 0.5 a |
| <b>F. Conv</b> | 12.2a      | 7.8a | 2.5a      | 0.1a | 46ab   | 975a  | 1900a | 708a | 22a | 9.5a          | 2.3a | 1.4a | 9 a   | 0.5 a |
| <b>F. Org</b>  | 10 a       | 7.7a | 1.7a      | 0.1a | 13.2 b | 390a  | 1320a | 576a | 44a | 7.7a          | 1.8a | 1.1a | 7 a   | 0.2 a |

Datos con diferente letra en el sentido de la fila son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

Respecto a B, en el ciclo 2018, hubo diferencias significativas en su concentración, esto en el primer estrato del suelo, siendo el tratamiento de F. combinada superior (1.09). En el ciclo 2019 no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 6). En el caso de Fe, en el ciclo 2018, hubo diferencias significativas en el segundo estrato, y el tratamiento de F. orgánica fue superior (8.7 ppm). En el ciclo 2019, no se encontraron diferencias significativas. Para Cu no se encontraron diferencias en su concentración en ambos ciclos de evaluación, aunque la concentración del ciclo 2019 es mayor a la del ciclo 2018.

### 2.5.2 Concentración nutrimental en hojas de árboles de durazno

En el ciclo 2018, la F. combinada fue superior en la concentración de N y P. La F. orgánica lo fue en B y la F. convencional resultó superior en Mn. Para el ciclo 2019, la F. convencional fue superior en la concentración de N. Así también, hubo diferencias

significativas para K y S, siendo la F. combinada y convencional respectivamente como las de mayor concentración (Cuadro 7).

Sin embargo, el nivel de N encontrado en el año 2018, resultó excesivo en todos los tratamientos, de acuerdo al índice de suficiencia reportados por Ballinger *et al.*, (1996), Westwood (1982), Jones *et al.*, (1991) y Johnson (1993), citados por Guerrero-Acosta (2005). Esto pudo deberse a que el rendimiento fue bajo (Cuadro 2), lo que condujo a una baja demanda de este nutrimento, por lo cual tendió a acumularse en el tejido foliar. Así también, el muestreo foliar se hizo a mediados de verano, cuando todavía el estiércol y compost aplicados en los tratamientos integral y orgánico, seguían mineralizando, por lo que el árbol seguía absorbiendo este nutrimento.

Así, Drogoudi *et al.*, (2009), no encontraron efecto significativo de la carga de frutos del árbol y época de poda en la concentración de K, P, Fe, Mn o Cu en tejido foliar. Resultados similares reportó Blanco *et al.*, (1995), sin embargo, al igual que en este estudio, también encontraron decaimiento de Mn, relacionando este fenómeno con el incremento de carga de frutos.

El mayor incremento hasta nivel excesivo de N en las hojas de los árboles de este tratamiento, también pudo deberse a que se mejoró la fertilidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo a partir de fertilizantes convencionales, compost y estiércol, a un sistema radical joven que se encuentra en el primer estrato del suelo, y que es responsable de absorber lo que se va mineralizando a partir de estos abonos orgánicos e inorgánicos (Baldi *et al.*, 2010b).

Por otra parte, Wellington *et al.*, (2016), no encontraron efecto sobre la concentración de N, P, K, Ca y Mg en hojas con la aplicación de compost líquido al suelo cultivado con durazno, y comentan que pudo deberse a la pérdida de estos elementos por volatilización, lixiviación o desnitrificación por ser un compost líquido, que rápidamente se infiltra en el suelo, sin dar suficiente tiempo a que el árbol pueda absorber los nutrientes que contiene.

Leonel *et al.*, (2011), encontraron que el N presentó una mayor absorción y concentración, así como influencia en la productividad de duraznero, ya que afecta directamente el crecimiento de la ramas y el número de brotes florales y vegetativos, además del número de frutos por planta, mencionando que este nutriente puede proporcionar un periodo más largo de permanencia en la hoja, lo que aumenta el periodo de acumulación de reservas para el siguiente ciclo (Serrat, 2004).

Así también, la concentración de K resulta por debajo del intervalo de suficiencia en el ciclo 2018, esto se pudo deber a que la dosis aplicada con fertilizantes convencionales, estiércol y compost no fue suficiente para satisfacer esta demanda, pues también estos dos últimos materiales se dosificaron en base a su concentración en N, y no se determinó la concentración de K, por lo que estos materiales pudieron no tener la cantidad necesaria que requería el cultivo. Sin embargo, Baldi *et al.*, (2010b), tuvieron resultados diferentes respecto a K, en árboles fertilizados con estiércol vacuno fresco y en compost como tratamientos cada uno, encontrando que K se acumuló significativamente en árboles fertilizados con estos materiales.

Por otro lado, Booterm *et al.*, (2010), dicen que no siempre el nivel de K en hojas está relacionado con el rendimiento, porque las plantas en general, absorben una mayor cantidad de K que la que necesitan para sus procesos fisiológicos, y lo acumula en organelos celulares catalogándose como consumo de lujo.

**Cuadro 7. Concentración nutrimental en hojas de árboles de durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización.**

| TRA                      | 2018        |       |      |      |      |               |       |       |        |         |      |
|--------------------------|-------------|-------|------|------|------|---------------|-------|-------|--------|---------|------|
|                          | N           | P     | K    | Ca   | Mg   | S             | Mn    | Zn    | B      | Fe      | Cu   |
|                          | -----%----- |       |      |      |      | -----ppm----- |       |       |        |         |      |
| F. Comb                  | 3.7a        | 0.18a | 0.9a | 1.7a | 0.4a | 0.19a         | 41.3b | 10.7a | 51.4b  | 322.6a  | 3.7a |
| F. Conv                  | 3.3b        | 0.16b | 0.8a | 2.1a | 0.5a | 0.19a         | 54.9a | 11.6a | 55.6ab | 320 a   | 4.0a |
| F. Org                   | 3.4ab       | 0.18a | 1 a  | 1.8a | 0.5a | 0.19a         | 33.1c | 10.6a | 55.7a  | 189.8a  | 3.7a |
|                          | 2019        |       |      |      |      |               |       |       |        |         |      |
|                          | N           | P     | K    | Ca   | Mg   | S             | Mn    | Zn    | B      | Fe      | Cu   |
|                          | -----%----- |       |      |      |      | -----ppm----- |       |       |        |         |      |
| F. Comb                  | 2.7ab       | 0.19a | 0.9a | 1.4a | 0.4a | 0.13a         | 26.4a | 8.9a  | 76 a   | 147.3 a | 2.7a |
| F. Conv                  | 2.8a        | 0.1 a | 0.8a | 1.5a | 0.5a | 0.13a         | 25.9a | 9.3a  | 74 a   | 163.1 a | 2.7a |
| F. Org                   | 2.5 b       | 0.1 a | 0.7b | 1.4a | 0.4a | 0.12b         | 26.6a | 9.3a  | 74 a   | 147.1 a | 2.6a |
| Intervalo de suficiencia | 2.6         | 0.14  | 1.3  | 1.34 | 0.24 | 0.14          | 40    | 20    | 20     | 99      | 6    |
|                          | -           | -     | -    | -    | -    | -             | -     | -     | -      | -       | -    |
|                          | 3.3         | 0.27  | 2.85 | 2.68 | 0.67 | 0.50          | 220   | 50    | 58     | 364     | 100  |

Datos con diferente letra en el sentido de la fila son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ). Intervalo de suficiencia reportados por Ballinger *et al.*, (1996), Westwood (1982), Jones *et al.*, (1991) y Johnson (1993), Mill, H. M., Benton, J. J. Jr., (1996) citados por Guerrero-Acosta *et al.*, (2005).

La concentración de microelementos, sólo Mn y B fueron estadísticamente diferentes, siendo el tratamiento convencional y orgánico superiores respectivamente en cada elemento, y para el caso la concentración de Zn, esta resulta por debajo del intervalo de suficiencia en los tres tratamientos.

Para el caso de este estudio, el pH en los primeros 30 cm del suelo, para los tres tratamientos estuvo en un índice de 8, y para el estrato de 30 a 60 cm, el tratamiento integral resultó con 7.8 y los otros dos tratamientos fueron igual al pH del primer estrato



(Cuadro 7). Esto sin duda, sería la razón fundamental de que este microelemento haya resultado por debajo del índice de suficiencia.

Para el ciclo 2019, la F. convencional resultó superior en la concentración de N, y junto a la F. integral, los niveles de este nutrimento estuvieron dentro del intervalo de suficiencia, no así para la F. orgánica, que estuvo por debajo de suficiencia. Esto pudo deberse a que este tratamiento en este ciclo presentó el mayor crecimiento de brotes (Cuadro 7), proceso que significó mayor demanda de N y un descenso de su concentración en pleno verano (cuando se hizo el muestreo foliar), como también reporta este descenso en la estación de crecimiento (Zegbe, 2005).

Así también, la concentración de K volvió a estar por debajo del intervalo de suficiencia, a pesar del aumento de dosis de fertilización, pues se esperaba un rendimiento de 30 t-ha<sup>-1</sup>, lo que indicaría que los materiales orgánicos empleados no contenían una dosis suficiente para la demanda de los árboles durante el ciclo de crecimiento, y la dosis suministrada con el fertilizante convencional no fue la adecuada. Esto explicaría la baja concentración durante dos ciclos consecutivos de este elemento.

Respecto a la concentración de S encontrada en el follaje, la F. combinada y convencional fueron superiores a la F. orgánica (Cuadro 7). Sin embargo, de acuerdo a los autores citados por Guerrero-Acosta *et al.*, (2005), esta concentración resulta ligeramente por debajo de la adecuada.

## 2.6 CONCLUSIÓN

En general, la fertilización combinada mejoró la fertilidad del suelo; en el año 2018, favoreció el mayor contenido de M.O. N, K y B en el estrato de 0 a 30 cm, y en el estrato de 30-60 cm solamente influyó en la concentración de P y K.

Al siguiente año, las diferencias significativas a favor de la fertilización combinada se presentaron en el contenido de M.O. P, K, Ca y Zn en el estrato de 0-30 cm. Y en el estrato de 30-60 fue en P.

En el 2018, la fertilización combinada y orgánica aumentaron la concentración de N y P en las hojas. En los micronutrientes MN y B, los mejores tratamientos fueron con fertilización convencional y orgánica. En el siguiente ciclo de producción, la fertilización orgánica fue superada en el aporte de N, K y S por los tratamientos de fertilización combinada y convencional.

## 2.7 LITERATURA CITADA

- Adugna, G. 2016. A review on impact of compost of soil properties, water use and crop productivity. Academic research Journals. Vol. 4(3), pp. 93-104.
- Amir, K. and Fouzia, I. 2011. Chemical nutrient analysis of different composts (Vermicompost and Pitcompost) and their effect on the growth of a vegetative crop *Pisum Sativum*. Asian Journal of plant Science and Research. Vol. 1. No. 1. pp. 116-130.
- Andrades, M. y Martínez, M. E. 2014. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. Material didáctico: Agricultura y Alimentación. 3ra. Edición. Universidad de la Rioja. España. pp. 1-29.
- Baldi, E., Toselli, M., Bravo, K., Marcolini, G., Quarteri, M., Sorrenti, G. y Marangoni, B. 2014. Ten years of organic fertilization in peach: effect on soil Fertility tree nutritional status and fruit quality. Acta Hort. 1018. Proc. 1st IS on organic Matter Management and Compost in Horticulture. pp. 237-244.
- Baldi, E. Toselli, M. and Marangoni, B. 2010b. Nutrient partitioning in potted peach (*Prunus persica* L.) Trees supplied with mineral and organic fertilizers. Journal of plant Nutrition. Núm. 33. pp. 2050-2061.
- Blanco, A. Pequerul, A. Val, J. Monge, E. and Gomezaparisi, J. 1995. Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in 'Catherine' peach. Journal of Horticultural Science. 70, 623–629.
- Boonterm, C.W. Silapapun, A. Boonkerd, N. 2010. Effects of nitrogen, potassium fertilizer, and clusters per vine on yield and anthocyanin content in Cabernet Sauvignon grape. Suranaree. Journal of Science and Technology. v.17. pp.155- 163.
- Bouajila K and Sanaa M (2011). Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological properties. J. Mater. Environ. Sci. 2 (S1) (2011) 485-490.
- Brunetto, G. De Melo, G.W.B. Toseli, M. Quatieri, M. y Tagliavini, M. 2015. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. Rev. Bras. Frutic. No. 3. pp. 4–1104.
- Cakmak, I., Hengeler, C., Marschne, H. 1994. Partitioning of shoot and root dry matter and carbohydrates in bean plants suffering from phosphorus, potassium and magnesium deficiency. J Exp Bot 45:1245–1250
- Drogoudi, P. D., Tsipouridis, C. G. y Pantelidis, G. 2009. Effects of crop load and time of thinning on the incidence of Split pits, fruit yield, fruit quality, and leaf mineral contents in 'Andross' peach. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. 84 (5) 505–509
- Edwards, C. A. and J. R. Lofty. 1894. The invertebrate fauna of the Park Grassplots. I: Soil Fauna. Rothamsted Reports, Part 2. pp:133-154.

- Ellena, M., Montenegro, A., Sandoval, P., González, A y Azócar, G. 2013. Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA. Pp. 1-196.
- Hernández, R. O. A., Rivera, F. C. H., Díaz, A- E. E., Ojeda, B. D. L y Guerrero, P. V. M. 2017. Plant and livestock waste compost compared with inorganic fertilizer: nutrient contribution to soil. *Terra latinoamericana* 35:321-328.
- Fageria, N.K. 1983. Ionic Interactions in Rice Plants from Dilute Solutions. *Plant Soil* No. 70. pp. 309-316.
- Gómez, M. V. D. y Sotés, V. 2014. El manganeso y la Viticultura; una revisión. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. España. pp. 1-82.
- González, M. A., Rivera, C. M. C., Ortíz, G. C. F., Almaraz, S. J. J., Trujillo, N. A. y Cruz, N. G. 2013. Uso de fertilizantes orgánicos para la mejora de propiedades químicas y microbiológicas del suelo y del crecimiento del cítrico Citrange troyer. *Fertilizantes orgánicos en suelo*. 28(2):123-139.
- Goulart, B. L., Demchak, K., Schroeder, M. L. y Clark, J. R. 1993. Mycorrhizae in highbush blueberries: survey results and field response to nitrogen. *HortScience* 28(5):140.
- Guerrero-Acosta, R., Avelar-Mejía, J.J., Lara-Herrera, A., Rumayor-Rodriguez, A.F., Llamas-Llamas, J.J., Hernández-Martínez, J. 2005. Comparación preliminar de los métodos de diagnóstico nutrimental en durazno, en Zacatecas, México. *Terra Latinoamericana*, vol.23 num. 4. pp. 563-569
- Kepler, P.K. 2005. Calcium: A central regulator of plant growth and development. *Plant Cell*. No. 17. pp. 2142–2155.
- Kluge, R. 2006. Key benefits of compost use for the soil-plant system. In: *Ecologically Sound Use of Biowaste in the EU*; Brussels, 31 May – 1 June 2006. Availablet [http://kompost.de/uploads/media/key\\_benefits\\_of\\_compost\\_use.pdf](http://kompost.de/uploads/media/key_benefits_of_compost_use.pdf). ( Consulta, 23 de octubre del 2020).
- Laboski, C. A. M. y Peters, J. B. 2012. Nutrient application guidelines for field, vegetable, and fruit crops in Wisconsin. University of Wisconsin-Extensión. (A2809). pp.1-88. <http://www.uwex.edu/ces/cty>
- Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J. O., Thies, J., Luizao, F. J., Petersen, J., Neves, E. G. 2006. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* Vol. 70. pp. 1719–1730.
- Leonel, S., Tecchio, M. A. y Mota, S. D. 2011. Leaf nutritional levels in peach and nectarine grown in subtropical climate. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, Volume Especial*, E. 752-761,

- Nèjia, F., Amine, E., Walid, Z., Abderrazak, S., Chedly, A., y Mokded, R. 2016. Effects of magnesium deficiency on photosynthesis and carbohydrate partitioning. *Acta Physiol. Plant* 38, 145.
- Nguyen, H.; Maneepong, S.; Suraninpong, P. 2017. Effects of potassium, calcium and magnesium ratios in soil on their uptake and fruit quality of pummelo. *J. Agric. Sci*, No. 9. pp.110–121.
- Rivera, O., P. Etchevers, B. J. D., Higaldo, M. C., Castro, M. B. I., Rodriguez, A. J. y Martínez, G. A. 2003. Dinámica de hierro y zinc en soluciones ácidas a suelos calcáreos. *Terra latinoamericana*, Vol. 21. pp. 341-350.
- Serrat, B.M., Reismann, C.B., Motta, A.C.V., Marques, R. 2004. Nutrição mineral de fruteiras de caroço. In: Monteiro, L.B., May-De Mio, L.L., Serrat, B.M., Cuqyel, F.L. *Fruteiras de caroço: uma visão ecológica*, Curitiba: UFPR. pp. 71-95.
- Soheil R., Hossien, M. H., Gholamreza, S., Leila, H., Mozhdeh, J. y Hassan, E. 2012. Effects of Composted municipal waste and its Leachate on Some Soil Chemical Properties and Corn Plant Responses. *Int. Journal of Agriculture: Research and Review*. Vol., 2(6). pp. 801-814.
- Toledo-Martínez, R. y J.D. Etchevers-Barra. 1998. Estado nutricional de los cítricos de la sabana de Huimanguillo, Tabasco. *Terra* 6:140-150.
- Trinidad, S. A., Guzmán, S. J. y Mena, T. L. 2015. Abonos Orgánicos en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) en la región oriente del estado de Michoacán. Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. unidad operativa Michoacán, Comité Sistema Producto Guayaba y Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Municipio de Texcoco, Edo. De Mex. México. pp. 1-87.
- Weil, R. R. y Brady, N. C. 2017. Phosphorus and Potassium. In: *The nature and properties of soils*. Chapter 14, pp. 643-695. 15 th ed. Pearson, Columbus, OH. USA.
- Wellington B. M. G., Beatriz S. P., Gabriel, A. V., Fernando, F. R., Basso, A. y Brunetto, G. 2016. Nutritional status, yield composition of peach fruit subjected to the application of organic compost. *Acta Scientiarum Agronomy*. Maringá. Vol. 38, No. 1. pp.103-109.
- Zegbe, D. J. A. 2005. Cambios estacionales de nutrimentos en hojas y caída de fruta en durazno 'Criollo' de Zacatecas, México. *Rev. Fitotec. Mex*. Vol. 28 (1): 71 – 75.

## CAPÍTULO III. ACTIVIDAD MICROBIOLÓGICA EN SUELO CULTIVADO CON DURAZNO BAJO TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN

### 3.1 RESUMEN

La vitalidad y actividad de las comunidades microbianas son parámetros medibles en un suelo, y nos dan un panorama de la salud y fertilidad del mismo. Al llevar a cabo sus funciones y procesos fisiológicos como la descomposición de la materia orgánica, los microorganismos edáficos emiten CO<sub>2</sub> producto de su respiración, y esta tasa de respiración puede ser alta o baja dependiendo de condiciones ambientales, disponibilidad de fuentes de carbono y otros elementos como nitrógeno y fósforo. Se evaluó la emisión de CO<sub>2</sub> y se determinó la capacidad metabólica e índice de diversidad en suelos cultivados con durazno 'Diamante' bajo fertilización combinada, convencional y orgánica. La mayor emisión de CO<sub>2</sub> ocurrió en la última semana de mayo coincidiendo con el inicio de cosecha. La F. combinada fue superior en el 50% de las fechas de registro de datos. Así también, actividad microbiológica fue superior en los tratamientos de F. combinada y orgánica fueron superiores a la F. convencional en la actividad microbiológica con valores de 1.07 y 1.16 respectivamente. El índice de diversidad no fue estadísticamente diferente, sin embargo, el valor encontrado de 3 refleja una diversidad microbiológica alta.

**Palabras clave:** medición de respiración, actividad microbiológica, índice de diversidad, materia orgánica

### 3.2 ABSTRACT

The vitality and activity of microbial communities are measurable parameters in a soil, and they give us an overview of its health and fertility. When carrying out their functions and physiological processes such as the decomposition of organic matter, edaphic microorganisms emit CO<sub>2</sub> product of their respiration, and this respiration rate can be high or low depending on environmental conditions, availability of carbon sources and other elements such as nitrogen and phosphorus. The CO<sub>2</sub> emission was evaluated and the metabolic capacity and diversity index were determined in soils cultivated with 'Diamante' peaches under combined, conventional and organic fertilization. The highest CO<sub>2</sub> emission occurred in the last week of May, coinciding with the beginning of the harvest. The combined fertilization was higher in 50% of the data record dates. Also, microbiological activity was superior in the treatments of combined and organic fertilization were superior to conventional fertilization in the microbiological activity with values of 1.07 and 1.16 respectively. The diversity index was not statistically different, however, the found value of 3 reflects a high microbiological diversity.

**Keywords:** measurement of respiration, microbiological activity, diversity index, organic matter

### 3.3 INTRODUCCIÓN

La microbiota del suelo realiza funciones importantes tanto en ecosistemas naturales como en aquellos manejados por el humano, puesto que ésta es la encargada de llevar a cabo los procesos de descomposición de residuos orgánicos, reciclaje y hacer disponibles nutrimentos para las plantas (Singh y Pandey, 2011).

Medir los flujos de CO<sub>2</sub> en suelos agrícolas es especialmente importante en la actualidad, ya que este sector económico también aporta gases de efecto invernadero hacia la atmósfera relacionados al proceso del calentamiento global por el uso de materiales como fertilizantes sintéticos o abonos orgánicos (estiércoles), por lo que es importante conocer cuánto y cómo se da este aporte de gases en un sistema de producción sustentable. La respiración del suelo o emisión del dióxido de carbono es considerada como el segundo flujo de carbono más importante, por su magnitud en los ecosistemas terrestres. El cambio de uso de suelo ha modificado el ciclo global del carbono, lo que puede agudizar el calentamiento global (Yañez *et al.*, 2017).

Así que, los indicadores biológicos en el suelo como los que reflejan diversidad, actividad y cantidad de los microorganismos presentes o, son los de mayor confianza para conocer acerca de la respuesta del suelo a un determinado tipo de manejo, debido a que estos microorganismos responden rápidamente a los efectos de las prácticas agrícolas, lo cual permite conocer el impacto ambiental de los diferentes tipos de manejo de suelo (Eaton y Chassot, 2012).

Chen *et al.*, (2017) mencionan que la rizósfera juega un papel importante en la nutrición de frutales, puesto que es el sitio donde se da el ciclo, intercambio y absorción de nutrientes, además de la formación de comunidades microbianas, incidiendo no solo en



el crecimiento del árbol frutal, sino también en el rendimiento y calidad de la fruta (Soni *et al.*, 2016). A esto, Si *et al.*, (2018), dice que entender la actividad microbiológica alrededor del sistema radical de los árboles frutales, puede facilitar el desarrollo de nuevos fertilizantes y métodos de suministro más efectivos para estas especies agrícolas, con miras a disminuir la contaminación causada por el uso de pesticidas y fertilizantes.

Llevar a cabo este tipo de estudios en el suelo, nos puede dar un indicador confiable para conocer la calidad y fertilidad de este. Así, alteraciones en la estructura o función de las comunidades microbianas promovidas por el uso de suelo, podrían predecir cómo cambiará química y físicamente un suelo a mediano plazo (Nielsen y Winding, 2002) además ayudarían a comprender mejor los procesos de mineralización, absorción y fijación biológica de nutrimentos.

El objetivo de este capítulo, fue determinar el efecto del tipo de fertilización en la actividad y diversidad microbiana en suelo cultivado con árboles de durazno 'Diamante'

## **3.4 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.4.1 Respiración de microorganismos en suelo**

La respiración se registró usando un medidor de CO<sub>2</sub> portátil marca Telaire semanalmente a las 8:00 a.m. sobre la superficie del suelo, a 50 cm de distancia de la base del tallo del árbol. Se emplearon 8 repeticiones por tratamiento, y con los datos obtenidos se realizó anava y pruebas de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### **3.4.2 Obtención de muestras de suelo**

Las muestras se tomaron en la primera semana de septiembre del año 2019, en los 4 puntos cardinales del cajete del árbol, a una profundidad de 20 cm, cada muestra se homogeneizó para obtener una muestra compuesta de 100 g por árbol. Éstas se guardaron a 4°C inmediatamente en un refrigerador común (una semana) hasta iniciar el análisis de laboratorio para determinar la actividad microbológica. Para iniciar el análisis se tamizaron en mallas de 1 cm y de 0.2 cm para remover piedras, raíces y partes verdes de la planta.

### **3.4.3 Actividad metabólica microbiana**

Para el estudio de esta variable se consideraron 4 repeticiones por tratamiento, de los suelos se determinó como el desarrollo del color en cada pozo, la cual está representada por las siglas PDC (AWCD) (promedio del desarrollo de color) y hace referencia a la actividad metabólica en las microplacas, producto de la respiración de las células viables presentes en la muestra. Se calcula dividiendo la suma de la densidad óptica inicial (DO<sub>i</sub>) del color a un tiempo determinado, entre 31, que es el número de sustratos de la placa, los cuales también contienen cloruro de tetrazolio como indicador redox (Choi y Dobbs

1999) y tiene su fundamento en que, de acuerdo con el número de células viables contenidas en la muestra y la respiración de estas células, el cloruro de tetrazolio se reduce debido a la actividad deshidrogenasa, producto de la oxidación de grupos orgánicos a través del metabolismo celular.

$$AWCD = \sum DO_i / 31$$

### 3.4.4 Índice de Diversidad Metabólica

Se tomaron 10 g de suelo por muestra y se depositaron en botellas que contenían 90 mL de agua destilada estéril, y luego se agitaron por 20 minutos a 180 rpm; con ellos se obtuvo la dilución de  $10^{-1}$ ; posteriormente, se realizaron diluciones seriales que consistieron en transferir 1 mL de la primera dilución a tubos con 9 mL de agua destilada, agitar y enseguida transferir nuevamente 1 mL de estos tubos a otros que contenían también agua destilada, el proceso se repitió hasta obtener una dilución  $10^{-3}$ . De esta, se tomaron 150  $\mu$ L y se inocularon en cada pozo de las microplacas Biolog <sup>TM</sup> EcoPlates (BIOLOG, Hayward, CAC), las cuales contienen un set de 31 fuentes de carbono, repetidas tres veces, incluyendo un blanco (testigo). Las placas se incubaron a 28 °C, durante 120 h, realizando lecturas cada 24 h, en un espectrofotómetro lector de microplacas a una longitud de onda de 590 nm. Los resultados obtenidos se graficaron, para conocer el tiempo de la fase exponencial de crecimiento en la microplaca. De estos resultados se tomaron las lecturas registradas a las 120 h, (quinta lectura) para determinar el índice de diversidad metabólica, con la ecuación de Shannon Wiener ( $H'$ ), como aparece a continuación:

$$H'_{\text{bact}} = - \sum_{i=1}^s p_s (\log_{10} p_s)$$

Derivada de  $S$  como el número de sustratos utilizados por las bacterias en el set de 31 fuentes de carbono, y el uso de cada sustrato  $p_s$ , calculado como las absorbancias de cada pozo dividido por la suma de absorbancias de todos los pozos (Fulthorpe y Allen 1994; Bradley *et al.*, 2006).

Equidad de Shannon Wiener.

### **$E=H'/H$ máxima**

Donde  $H'$  es el índice de diversidad de Shannon Wiener.

### **$H$ máxima = $\ln S$**

Donde  $S$  = número de pozos con desarrollo de color

La base teórica de esta metodología se fundamenta en la capacidad de los microorganismos para utilizar las 31 fuentes diferentes de carbono en la placa, conformadas por nueve ácidos carboxílicos (ácido D-galactónico  $\gamma$ -lactona, ácido D-galacturónico, ácido 2-hidroxibenzoico, ácido 4-hidroxibenzoico, ácido  $\gamma$ -hidroxibutírico, ácido D-glucosaminico, ácido Itaconico, ácido  $\alpha$ -ketobutírico, ácido D-málico), 2 aminas/amidas (fenil etil amina y putrascina), 6 aminoácidos (L-arginina, L-asparagina, L-fenilalanina, L-serina, L-treonina, ácido glicil-L-glutamico), 7 carbohidratos ( $\beta$ -metil-D-glucosida, D-xylosa, i-eritritol, D-manitol, N-acetil-D-alucosamina, D-celobiosa,  $\alpha$ -D-lactosa), 3 misceláneos (pyruvic acid methyl ester, glucose-1-phosphate, D,L- $\alpha$ -glicerol fosfato) y 4 polímeros (glicogeno, Tween 40, Tween 80,  $\alpha$ -ciclodextrina). Los pozos también contienen tetrazolio utilizado comúnmente como indicador de la respiración celular. En esta determinación se asume que la reducción del tetrazolio en las placas está relacionado con el número de células viables en la fase de crecimiento exponencial; al utilizar la fuente de carbono del pozo, los microorganismos reducen el tetrazolio.

Los tratamientos se describen en el capítulo I de la presente tesis; para la actividad metabólica microbiana e índice de diversidad microbiana se emplearon 4 repeticiones por tratamiento, y con los datos obtenidos se realizó un anava y pruebas de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### 3.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.5.1 Emisión de CO<sub>2</sub> en suelo

La emisión de CO<sub>2</sub> del suelo, fue estadísticamente diferente entre tratamientos y fechas de registro (Cuadro 8). Estas diferencias se encontraron en los registros obtenidos el 9 de mayo y 12 y 26 de junio, donde los tratamientos de F. Combinada y F. Orgánica fueron superiores a la F. Convencional. Para la fecha del 25 de julio y 22 de agosto, solo la F. Combinada fue superior a los otros dos tratamientos. La fecha del 12 de julio fue la única donde la F. Convencional fue superior junto a la F. Combinada.

**Cuadro 8. Medición de CO<sub>2</sub> en un suelo cultivado con durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización**

| Tratamiento Fertilización | Fecha de muestreo                                |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
|---------------------------|--|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                           | 26 may   | 9 may | 22 may | 30 may | 12 jun | 26 jun | 12 jul | 25 jul | 22 ago | 10 sep | 23 sep | 5 oct |
|                           | <b>CO<sub>2</sub>/micromoles/m<sup>2</sup>/s</b> |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| F. Comb                   | 2.2a   | 1.90a | 3.6a   | 6.5a   | 6.1a   | 5.2a   | 4.8a   | 3.8a   | 3.3a   | 2.6a   | 3.1a   | 2.4a  |
| F. Conv                   | 2.6a   | 1 b   | 2.5a   | 3.2a   | 3.7b   | 3.3b   | 3.3ab  | 2 b    | 1.6c   | 1.3a   | 2.4a   | 1.7a  |
| F. Org                    | 1.6a   | 1.6ab | 3.5a   | 7.2a   | 4.5b   | 4.3ab  | 2.4b   | 1.8b   | 1.9b   | 1.3a   | 1.9a   | 1.7a  |

Datos con diferente letra en el sentido de la fila son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0.05$ )

La emisión de CO<sub>2</sub> comenzó a incrementar en la semana 2 del mes de mayo (Fig. 6), los tratamientos de F. Combinada y F. Orgánica alcanzaron su máxima pico en la semana 5 del mes de mayo, y la F. Convencional lo alcanzó en la semana 2 del mes de junio. Estos picos de mayor emisión de CO<sub>2</sub> en los dos primeros tratamientos, coinciden con el evento de cosecha de la huerta. Se observa una tendencia a la baja a partir de la semana 2 del mes de junio, aunque menos pronunciada en el caso de la F. Combinada. Esto se puede deber a que los abonos orgánicos presentaron distintas etapas o ritmos de mineralización debido a su composición como lo dicen Guerrero, *et al.*, (2012), cuando evaluaron respiración de CO<sub>2</sub> en lupinos fresco, transformado a compost y

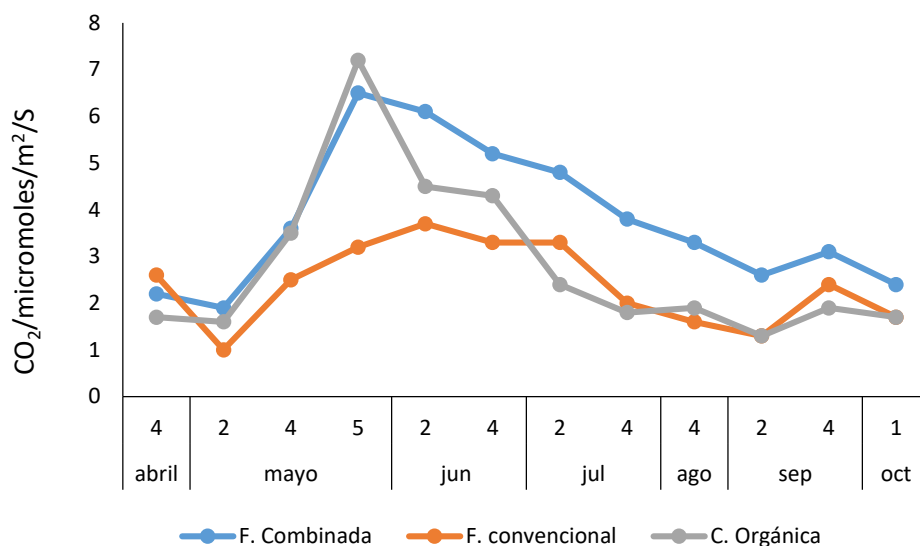
vermicompost, encontrando que la emisión de CO<sub>2</sub> fue mayor en el lupinos fresco. Estos resultados coinciden con los encontrados en el presente estudio, donde la respiración fue mayor para el estiércol fresco vacuno comparado con el compost de borrego.

Lo anterior también está relacionado a lo que comentan Trinidad *et al.*, (2015), que reportan de manera general una relación C/N para estiércol vacuno de 13, por lo que los minerales de este abono orgánico son disponibles de manera más rápida para la microbiota (también de acuerdo a condiciones ambientales del suelo), por lo cual la actividad microbiana incrementa de manera más rápida.

La F. Combinada siguió siendo superior en emisión de CO<sub>2</sub> hasta los meses de julio y agosto, lo que se debió a que el estiércol fresco seguía teniendo fuentes de C (restos de paja, raquis de mazorcas), materiales que siguieron proporcionando energía a los microorganismos que seguían más activos que en los otros dos tratamientos de fertilización.

De esta manera, la mayor cantidad de CO<sub>2</sub> registrado en los tratamientos de F. Combinada y Orgánica, representa mayor actividad microbiana debido a la respiración de estos microorganismos, además de la respiración de las raíces del árbol y de la mineralización del carbono contenido en el suelo y en los abonos orgánicos suministrados, pues lo usan como fuentes de C y energía (estiércol vacuno fresco y compost ovino) (García y Rivero, 2008, Guerrero *et al.*, 2012).

Estos resultados coinciden con los reportados por Contreras *et al.*, (2006), que con gallinaza y estiércol de caprino encontraron mayor activación inicial a la activación de microorganismos, haciendo notar que el C de la gallinaza se mineraliza en un 34-35% en las 4 semanas iniciales en comparación con el vermicompost (3-4%).



**Figura 6. Dinámica de emisión de CO<sub>2</sub> registrada cada 12 días en un suelo cultivado con durazno ‘Diamante’ bajo tres tipos de fertilización en el año 2019.**

Así mismo, después de alcanzar el pico (mayo) de respiración en los diferentes tratamientos, esta comienza a disminuir (julio, agosto, septiembre, octubre), ya que los abonos orgánicos y sus compuestos de fácil degradación (proteínas y azúcares) y fertilizantes (nutrientes) suministrados comienzan a agotarse, disminuyendo la actividad microbiana y por consecuencia la emisión de CO<sub>2</sub> (Guerrero *et al.*, 2012)

Para la respiración registrada en el tratamiento de F. Convencional, se observa una tendencia menos brusca; los fertilizantes inorgánicos también promueven la actividad de la comunidad microbiana. En la semana 4 del mes de abril se observa que viene en caída la tasa de respiración en este tratamiento, y fue en esa semana que se suministraron los fertilizantes, lo que explica el aumento de la actividad microbiana en las siguientes semanas del mes de mayo, pues estos nutrimentos a base de N, P y K están siendo utilizados por la comunidad microbiana para sus diferentes procesos.

De acuerdo con Hu *et al.*, (2011), los fertilizantes inorgánicos modifican los parámetros microbiológicos de una manera más rápida comparado con los abonos orgánicos, pues

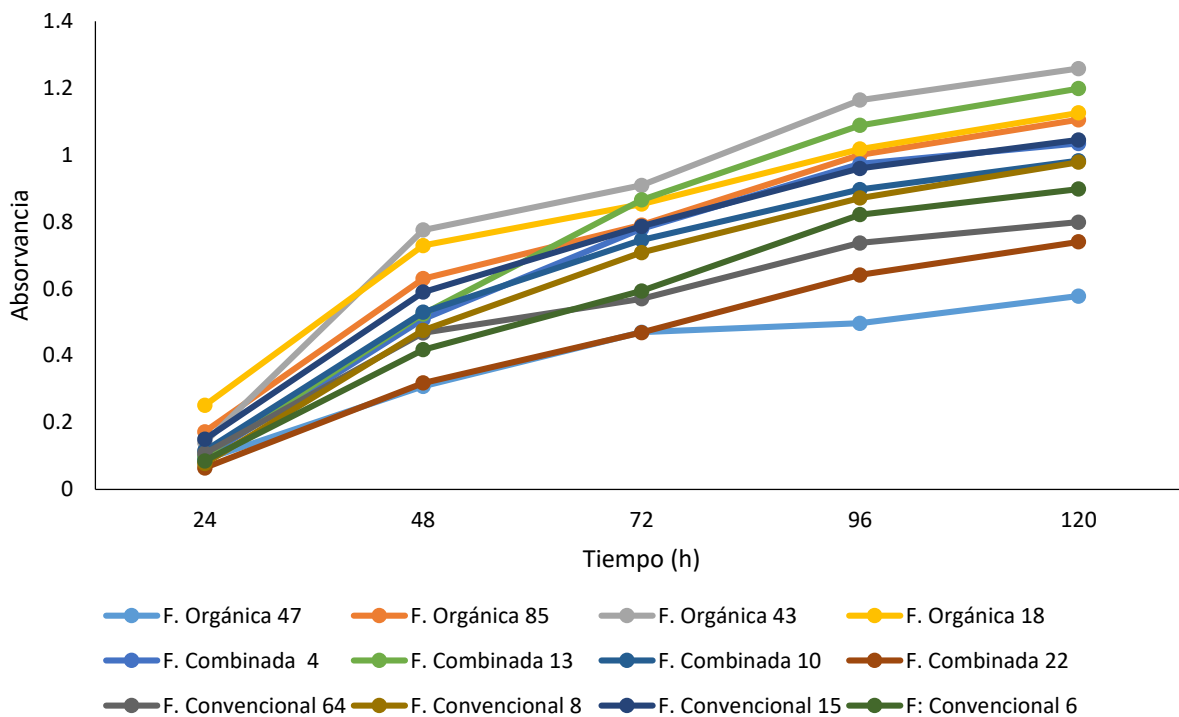


hace disponible de manera inmediata P, N y C en el suelo, los cuales a su vez incrementan la actividad de las comunidades microbianas.

Sin embargo, en el presente estudio, la actividad microbiológica promovida por estos fertilizantes no fue igual a la promovida por los abonos orgánicos a base de estiércol vacuno fresco y compost de borrego. Islam *et al.*, (2011), concluyeron que las comunidades microbianas del suelo no fueron afectadas por el suministro de fertilizantes inorgánicos, lo que indica que las actividades de los microorganismos son muy dinámicas y complejas, lo que dificulta obtener resultados concretos sobre el efecto del manejo del suelo y la fertilización, pues son varios factores que las modifican.

### **3.5.2. Actividad microbiológica y capacidad metabólica**

Para la actividad microbiológica, se usaron los datos de la lectura 5 (120 horas de incubación de muestras), que es cuando de acuerdo a la Figura 7, ocurrió la mayor actividad microbiológica en comparación a las otras lecturas (el color de las fuentes de carbono cambiaron a púrpura, indicando mayor respiración celular). De acuerdo con esta figura, la actividad fue menor en los tiempos de incubación de 24, 48, 72 y 96 h, comprada con la actividad que se encontró en las 120 horas de incubación.



**Figura 7. Evolución de la actividad microbiológica en muestras de suelo cultivado con durazno bajo tres tipos de fertilización.**

Respecto a la actividad microbiológica a las 120 h de incubación, los tratamientos de F. Orgánica (absorbancia 1.16), y F. Combinada (absorbancia 1.07) resultaron superiores al tratamiento de F. Convencional (absorbancia 0.89), (Cuadro 9), denotando un efecto del suministro de abonos orgánicos. A esto, Chavarría (2018), en un estudio, encontró que el aumento de la actividad microbiológica se debió al efecto del uso de cultivos de cobertera que se mantuvieron en campo, las cuales sirvieron como abonos orgánicos y fuentes de carbono, necesarios para aumentar la capacidad metabólica de las comunidades microbianas del suelo cultivado.

Así también, Nivelles *et al.*, (2016), demostraron que suelos agrícolas con cultivos de cobertera tuvieron mayor capacidad metabólica de las comunidades microbianas comparado con un suelo desnudo bajo barbecho. En el caso del presente estudio, no se

emplearon cultivos de cobertera, pero los remanentes de los abonos orgánicos suministrados al suelo (estiércol vacuno fresco y compost de borrego) fueron fuentes de carbono, lo cual promovió una mayor capacidad metabólica de las comunidades microbianas en los tratamientos de fertilización orgánica y fertilización combinada.

De esta manera, la fertilización continua específicamente con abonos orgánicos, mejoran el contenido de carbono en el suelo, pero además también el nitrógeno total, la biomasa microbiana y la diversidad funcional de las comunidades microbianas del suelo, aumentando la fertilidad del mismo (Tamilselvi *et al.*, 2015).

Sun *et al.*, (2010), encontraron que la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos podría aumentar la tasa de utilización de las fuentes de carbono por los microorganismos, mientras que con la aplicación de fertilizantes sintéticos que contienen N, P y K, disminuyó significativamente la tasa de utilización de C; contrario a lo que reportaron estos autores, Lou *et al.*, (2009) encontraron que con fertilizantes aumentó la tasa de utilización de C por parte de la comunidad microbiana. Esto puede deberse a factores como el tipo de suelo, métodos y tipos de suministro de fertilizantes, métodos de manejo de suelo y tipo de cultivos, que afectan la estructura, cantidad y actividad de la comunidad microbiana en el suelo.

En el presente estudio, se observó un claro efecto de los abonos estiércol fresco vacuno y compost de borrego, sobre la actividad microbiológica, sin embargo, hubiera sido conveniente hacer al menos otro muestreo en la época de floración o próximo a madurez de consumo y cosecha. Ya que el muestreo del presente estudio se realizó a finales de verano, por lo que pudiera ser que hubo mayor actividad microbiológica cuando

había más disponibilidad de C proveniente de los abonos en los meses de primavera e inicios de verano.

### 3.5.3 Índice de diversidad metabólica (Shannon)

Respecto al índice de diversidad, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, y este estuvo en un promedio de 3 (Cuadro 9), el cual refleja una alta diversidad metabólica presente en el suelo estudiado. Mäder *et al.*, (2002), encontraron un alto índice de diversidad metabólica en suelos con mayor fertilidad, que fueron manejados en sistemas de agricultura orgánica durante más de 20 años.

**Cuadro 9. Actividad microbiológica y diversidad metabólica en muestras de suelo cultivado con durazno con tres tipos de fertilización.**

| Tratamiento     | Actividad microbiológica | Índice de diversidad (Índice de Shannon) |
|-----------------|--------------------------|--|
| F. Combinada    | 1.07 a                   | 3.09 a                                   |
| F. Convencional | 0.89 b                   | 3.08 a                                   |
| F. Orgánica     | 1.16 a                   | 3.16 a                                   |

Valores con diferente letra en el sentido de la columna son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0.05$ )

Por su parte, Soto (2015), encontró un índice de diversidad de entre 2.7 y 3, para parcelas evaluadas, donde el índice más alto (3) fue en un suelo usado para pastoreo de animales, en comparación con suelos de bosque, atribuyendo esta diferencia a que en estos últimos, la contaminación con aluminio afectó de manera negativa la actividad microbiana.

Contrario a lo anterior, Wingching y Uribe (2015), concluyeron que el índice de diversidad fue mayor en suelo de bosque (2.9) comparado con suelo de potrero o pastoreo (2.7), y comentan que en el predio de bosque que usaron en el estudio existe mayor diversidad de plantas, concluyendo que la diferencia en la composición de plantas

puede generar compuestos que favorecen el desarrollo de comunidades específicas y mayor diversidad en cada sistema (He *et al.*, 2008).

Los índices de diversidad reportados en alrededor de 3 por los anteriores autores, son similares a los encontrados en el presente experimento, los cuales se consideran altos (Cuadro 9). Si *et al.*, (2018), usando microplacas Biolog con sustratos biológicos a base de carbono, encontraron que en las muestras provenientes de suelo cercano a la rizósfera de árboles de durazno, la actividad metabólica microbiana fue mucho menor comparada con otros frutales caducifolios como manzano, peral, nuez y chabacano, atribuyendo que después de 5 años de plantados los árboles, hay diferencias en la actividad microbiológica que pudiera estar ocasionada por el ritmo de crecimiento de raíces, sus secreciones y las necesidades nutrimentales del árbol, pero que es una hipótesis que deberá ser comprobada. Así también, en durazno, el índice de diversidad metabólica microbiana alcanzó el valor de 8.6, y 6.5 el de la comunidad fúngica, denotando una alta diversidad microbiológica.

Por su parte, Lammel *et al.*, (2015), usando dos métodos de muestreo para determinar diversidad metabólica microbiana (monolitos y trampas de caída), encontraron que el manejo convencional (0.96 y 1.3) y el manejo integrado (1.21 y 1.47), presentaron índices de diversidad superiores al manejo orgánico (0.41 y 1.12), demostrando que de acuerdo al tipo de muestreo hay una diferencia en los valores de la diversidad metabólica de la microbiota del suelo.

Estos resultados no coinciden con los encontrados en el presente estudio, puesto que en nuestro caso las muestras tomadas del suelo bajo manejo de fertilización convencional, orgánica y combinada no fueron diferentes en cuanto a diversidad

metabólica microbiana. Esto pudiera deberse a que fue apenas el segundo año de suministro de abonos orgánicos al suelo en estudio, que aunque hubo un incremento de la materia orgánica de 1.8 % primer año en suelo sin fertilizar, a 3.9 % y 2.2 % al segundo año de suministro de tratamientos combinado y orgánico respectivamente (Cuadro 6), esto al parecer no influyó en diferencias sobre la diversidad metabólica microbiana.

Aunque no se evaluó este parámetro de diversidad metabólica microbiana antes del inicio de suministro de tratamientos, posiblemente el índice en ese momento fue bajo comparado con el encontrado en el segundo año de estudio, reportado en el Cuadro 9.

Cantarel *et al.*, (2015), señalan que además de que la especie cultivada influye en la comunidad microbiana edáfica, la composición de la diversidad de plantas en la huerta, modifica también la composición y abundancia de las comunidades microbianas, pues estas dependen de los nutrientes (N y C) y las especies presentes en la huerta modifican la disponibilidad de estos nutrientes en el suelo.

Por otra parte, Fernández *et al.*, (2015), encontraron diferencias en la diversidad microbiológica cuando compararon dos épocas de muestro (verano y otoño) en una misma zona, atribuyendo esto a factores de manejo del cultivo, pues encontraron que las fincas cuando muestrearon en época de verano, eran de monocultivo con siembra a favor de la pendiente, sin manejo de coberteras, ocasionando erosión de suelo por arrastre de agua de lluvia. A diferencia de la época de otoño, con manejo de cultivos de cobertera que coadyuvaron a disminuir el arrastre de suelo, permitiendo el incremento de la materia orgánica y condiciones para que la comunidad microbiana pudiera desarrollarse. Por lo que factores climatológicos, manejo de suelo, diversidad de especies vegetales

presentes en los agroecosistemas, entre otros, inciden en la vitalidad de las comunidades microbianas edáficas.

### 3.6 CONCLUSIÓN

El tratamiento de F. Combinada fue superior en la emisión de CO<sub>2</sub> respecto a los otros dos tratamientos de fertilización. Este tratamiento y el de F. Orgánica tuvieron su máxima respiración en la quinta semana de mayo, que coincidió con la época de cosecha.

La actividad microbiológica fue estadísticamente diferente entre tratamientos, siendo la F. Orgánica y la F. Combinada superiores a la F. Convencional, lo cual reflejó un claro efecto de los tratamientos de fertilización, puesto que los abonos orgánicos que se suministraron durante el estudio (compost de borrego y estiércol vacuno fresco) significaron fuentes de carbono que emplean las comunidades microbianas.

Para el caso de diversidad microbiológica, no hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, el valor encontrado en el presente estudio (3), se considera como de alta diversidad.



### 3.7 LITERATURA CITADA

- Cantarel, A.M., Pommier, T., Desclos-Theveniau, M., Diquélou, S., Dumont, M., Grassein, F., Kastl, E. M., Grigulis, K., Laîné, P., Lavorel, S., Lemauviel-Lavenant, S., Personeni, E., Schloter, M., Poly, F. 2015. Using plant traits to explain plant-microbe relationships involved in nitrogen acquisition. *Ecology*. 96(3):788–799.
- Contreras, F., J. Paolini y C. Rivero. 2006. Efecto de la adición de enmiendas orgánicas sobre la cinética de la mineralización del carbono en suelos del municipio Rivas Dávila, estado Mérida, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 31: 37-52.
- Chavarría, D. N. 2018. Las comunidades microbianas del suelo ante la diversificación de un agroecosistema de la pampa húmeda. Tesis. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. pp. 1-120.
- Choi K.H., Dobbs F.C. 1999. Comparison of two kind of Biolog microplates (GN and ECO) in their ability to distinguish among aquatic microbial communities. *J. Microbiol. Meth.*, 36: 203–213
- Eaton, W. D., y Chassot, O. (2012). Characterization of soil ecosystems in Costa Rica using microbial community metrics. *Tropical Ecology*, 53 (2), 185-195.
- Fernández, T. I., Castellanos, G. L. y Fuente, G. M. J. 2015. Indicadores de biodiversidad de la macrobiota del suelo en cuatro fincas de conversión hacia la producción agroecológica. *Revista Infociencia* Vol. 19, No. 1. pp. 1-12.
- García, A. y C. Rivero. 2008. Evaluación del carbono microbiano y la respiración basal en respuesta a la aplicación de lodo papelero en los suelos de la Cuenca del Lago de Valencia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 34: 215-229.
- Guerrero, O. P. L., Quintero, L. R., Espinoza, H. V., Benedicto, V. G. S. y Sánchez, C. M. J. 2012. Respiración de CO<sub>2</sub> como indicador de la actividad microbiana en abonos orgánicos de lupinos. *Terra Latinoamericana*, Vol. 30. Num. 4. pp. 355-362.
- He, X. Y., Wang, K. L., Zhang, W., Chen, Z. H., Zhu, Y. G., & Chen, H. S. 2008. Positive correlation between soil bacterial metabolic and plant species diversity and bacterial and fungal diversity in a vegetation succession on Karst. *Plant and Soil*, 307, 123-134.
- Hu, J., X. Lin, J. Wang, J. Dai, R. Chen, J. Zhang, y M.H. Wong. 2011. Microbial functional diversity, metabolic quotient, and invertase activity of a sandy loam soil as affected by long-term application of organic amendment and mineral fertilizer. *J. Soils Sed.* 11:271-280.

- Islam, M.R., P.S. Chauhan, Y. Kim, M. Kim, y T. Sa. 2011. Community level functional diversity and enzyme activities in paddy soils under different long-term fertilizer management practices Biol. Fertil. Soils 47:599- 604
- Lammel, D. R., Azevedo, L. C. B., Paula, A. M., Armas, R. D., Baretta, D. y Cardoso, E. J. B. N. 2015. Microbiological and faunal soil attributes of coffee cultivation under different management systems in Brazil. Braz. J. Biol. Vol. 75:4. pp. 894-905.
- Luo, X.Q.,Hao, X.H.,Chen, T.,Deng, C.J.,Wu, J.S.,Hu, R.G., 2009. Effects of long-term different fertilization on microbial community functional diversity in paddy soil. Acta Ecologica Sinica, 29: 741–748.
- Mäder, P., A. Fließbach, D. Dubois, , L. Gunst, , P. Fried y U. Niggli..2002 : Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296:1694-1697.
- Nielsen, M.N. y Winding, A. (2002). Microorganisms as Indicators of Soil Health. National Environmental Research Institute, Denmark. Technical Report No. 388.
- Nivelle, E., Verzeaux, J., Habbib, H., Kuzyakov, Y., Decocq, G., Roger, D. y Catterou, M. 2016. Functional response of soil microbial communities to tillage, cover crops and nitrogen fertilization. App. Soil Ecol. 108: 147-155.
- Si, P., Shao, W., Yu, H., Yang, X., Gao, D., Qiao, X., Wang, Z. y Wu, G. 2018. Rhizosphere Microenvironments of eight common deciduous fruit trees were shaped by microbes in northern China. Frontiers in Microbiology. Volumen:9:3147. pp. 1-17.
- Singh, J. S., Pandey, V. C. & Singh, D. P. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140, 339-353.
- Soto, R. M. A. 2015. Análisis de indicadores de la calidad del suelo para la evaluación de la efectividad de la estrategia de restauración realizada en el corredor Barbas-Bremen, Finlandia-Quindío. Tesis. Facultad de Ciencias Naturales. Programa de Biología. Universidad ICESI.
- Sun, F.,Zhang, W.,Xu, M.,Zhang, W.,Li, Z.,Zhang, J., 2010. Effects of long-term fertilization on microbial biomass carbon and nitrogen and on carbon source utilization of microbes in a red soil. Chin J Appl Ecol, 21: 2792–2798.
- Tamilselvi, S.M.,Chinnadurai, C.,Ilamurugu, K.,Arulmozhiselvan, K.,Balachandar, D., 2015. Effect of long-term nutrient managements on biological and biochemical properties of semi-arid tropical Alfisol during maize crop development stages. Ecol Indic, 48: 76–87.
- Trinidad, S. A., Guzmán, S. J. y Mena, T. L. 2015. Abonos Orgánicos en la producción de guayaba (*Psidium guajava* L.) en la región oriente del estado de Michoacán. Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. unidad

operativa Michoacán, Comité Sistema Producto Guayaba y Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Municipio de Texcoco, Edo. De Mex. México. pp. 1-87.

Wingching, J. R. y Uribe, L. L. 2016. Biomasa y actividad microbiana en suelos de uso ganadero y en regeneración de bosque. Cuadernos de investigación UNED. Vol. 8(1):107-113.

Yañez, D. M. I., Cantú, S. I., González, R. H., Marmolejo, M. J. G., Jurado, E. y Gómez, M. M. V. 2017 respiración del suelo en cuatro sistemas de uso de la tierra. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. Vol. 8. (42). pp.123-149.

## **CAPÍTULO IV. CALIDAD ORGANOLÉPTICA Y NUTRACEÚTICA EN FRUTOS DE DURAZNO 'DIAMANTE' BAJO TRES TIPOS DE FERTILIZACIÓN**

### **4.1 RESUMEN**

La fertilización al suelo, es un factor determinante que influye en la calidad del fruto cosechado, el cual deberá presentar cualidades como concentraciones adecuadas de SST, Vit C, compuestos antioxidantes, firmeza, color entre otros, los cuales a su vez influirán para ser aceptado por el consumidor. En frutos cosechados en el 2018, y mantenidos a temperatura ambiente, se determinaron SST, Firmeza, Vitamina C, Acido málico y color. En el ciclo 2019, se emplearon frutos almacenados a 13 °C, y además de estos parámetros, se determinaron la pérdida de peso, y concentración de carotenoides y fenoles. El contenido de SST, firmeza y color no fue diferente entre tratamientos, siendo el parámetro de color el esperado para la variedad en experimentación; la pérdida de peso fue diferente en el noveno día de evaluación en el año 2019, siendo el de mayor pérdida los frutos del tratamiento de F. combinada. Así mismo, la concentración de Vit C, la F. orgánica fue superior con 17.5 en el día uno, y en el quinto día de evaluación, fue superior junto a la F. combinad con 21.7 y 23.2 mg respectivamente. La F. convencional y orgánica, fueron superiores en la concentración de ácido málico con 1-8 y 1.5 respectivamente en el año 2019. La concentración de carotenoides no fue diferente entre tratamientos. La concentración de fenoles totales fue estadísticamente diferente en el quinto día de evaluación, resultando superior la F. convencional.

**Palabras clave:** calidad, concentración nutrimental, durazno, organoléptica, compuestos nutraceuticos.

## 4.2 ABSTRACT

Soil fertilization is a determining factor that influences the quality of the harvested fruit, which must present qualities such as adequate concentrations of TSS, Vit C, antioxidant compounds, firmness, color among others, which in turn will influence to be accepted by the consumer. In fruits harvested in 2018, and kept at room temperature, SST, Firmness, Vitamin C, Malic acid and color were determined. In the 2019 cycle, fruits stored at 13 °C were used, and in addition to these parameters, weight loss, and concentration of carotenoids and phenols were determined. The content of SST, firmness and color was not different between treatments, the color parameter being the expected one for the variety in experimentation; Weight loss was different on the ninth day of evaluation in 2019, the fruits of the combined fertilization treatment being the one with the greatest loss. Likewise, the concentration of Vit C, organic fertilization was higher with 17.5 on day one, and on the fifth day of evaluation, it was higher together with combined fertilization with 21.7 and 23.2 mg respectively. The conventional and organic fertilization were higher in the concentration of malic acid with 1.8 and 1.5 respectively in the year 2019. The concentration of carotenoids was not different between treatments. The concentration of total phenols was statistically different on the fifth day of evaluation, being higher than the conventional fertilization.

**Keywords:** nutritional concentration, peach, organoleptic, nutraceutical compounds, quality.

### 4.3 INTRODUCCIÓN

La calidad del fruto de durazno está determinada por el tipo de manejo de los árboles en el huerto (manejo precosecha), prácticas como poda y conducción, fertilización, riego, variedad, evento de ataque de plagas o enfermedades, y la posición del fruto en el árbol. Así también, el momento de cosecha que está relacionado con la madurez, deberá satisfacer la calidad mínima para el consumidor (Crisosto & Valero, 2008).

De la misma manera, los parámetros para definir la calidad del fruto cosechado se dividen en físicos y químicos. Entre los primeros se consideran al tamaño, la forma, peso, color, firmeza, y segundo, se evalúa la acidez, sólidos solubles totales, Vitamina C, acidez titulable, aromas, (Jha *et al.*, 2010). A esta calidad se le conoce como organoléptica.

Sin embargo, ya hace algunos años, se toma en cuenta con mayor importancia el aporte nutricional del fruto a la persona que lo consume, conociéndose esto como calidad nutraceútica, que es conferida por metabolitos secundarios como polifenoles, carotenoides y flavonoides (Scalbert y Williamsom, 2000).

De acuerdo con Tsantili *et al.*, (2010), el consumo de frutas y verduras siempre se ha valorado por los beneficios para la salud, por los aportes de compuestos como vitaminas, minerales y fibras que poseen, contribuyendo a la prevención o retraso de la aparición de diferentes enfermedades y, este efecto protector se atribuye también a la presencia de fotoquímicos como la vitamina C, E, carotenoides y flavonoides, por lo que actualmente reciben más atención por su posible efecto benéfico al cuerpo (Silva *et al.*, 2010).

Así también, la exigencia de los consumidores por una mejor calidad de fruta está aumentando, pues más allá de las características de la fruta, se pone atención a la posibilidad de problemas ambientales derivados de los sistemas de producción de donde se originan las frutas.

Es por esto, que las formas alternativas de producción agrícola comienzan a cobrar importancia pues se busca obtener una alta calidad, pero de una manera compatible con el medio ambiente (Carbonaro y Mattera, 2001). De esta manera, los productores se han interesado más en sistemas de producción integrada de frutas. En Brasil, los duraznos son la segunda especie para la que se está desarrollando un sistema de producción integrado, con el objetivo de obtener frutas de alta calidad con bajo riesgo de residuos químicos y mínimo impacto ambiental (Seibert, 2007). Sin embargo, aún hay poca información disponible sobre calidad postcosecha de durazno producido en sistemas integrados.

Por lo tanto, el objeto de este capítulo fue evaluar el efecto de la fertilización combinada, orgánica y convencional sobre la calidad postcosecha (organoléptica y nutraceútica) de frutos de durazno 'Diamante mejorado'

## 4.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para todas las variables, se hicieron evaluaciones con dos condiciones ambientales diferentes en cada año de cosecha. Para el 2018, los frutos se mantuvieron almacenados a temperatura ambiente durante 5 días (tiempo que mantuvieron calidad para ser comercializados), no recibieron ningún tratamiento postcosecha para alargar su vida anaquel. Para el año 2019, los frutos una vez cosechados, se mantuvieron por 9 días (tiempo que mostraron calidad para ser comercializados) bajo frigo-conservación a una temperatura de 13°C.

Las variables color y pérdida de peso se realizaron siempre con los mismos frutos al no ser una evaluación destructiva. Para firmeza, SST, AT, Vitamina C, se hizo con frutos que se iban tomando de los que estaban en frigo-conservación.

### 4.4.1 Acidez titulable

Se determinó en muestras de jugo de 10 frutos de acuerdo a la metodología descrita por la A. O. A. C (1988). Se tomaron 5 mL de jugo de cada fruto y se neutralizaron con NaOH 0.312.5 N utilizando fenoftaleína como indicador. Los datos se reportan como % de ácido cítrico, tomando en cuenta que la acidez presente es de entre 85 a 90% ácido cítrico y el resto son otros ácidos orgánicos, de acuerdo a la siguiente fórmula.

$$\text{Contenido de Ácido cítrico (\%)} = \frac{\text{mL de NaOH (N)}(0.064)(100)}{\text{mL de alícuota}}$$

Donde:

mL de NaOH=mL de NaOH gastados durante la titulación

N=Normalidad del NaOH

0.064=miliequivalentes del ácido cítrico



#### **4.4.2 Sólidos solubles totales (SST)**

Se determinaron mediante un refractómetro automático Atago modelo Pr-100 haciendo corrección de temperatura al momento de hacer la determinación. Los datos se reportan en °Brix. En el año 2018, se determinaron los SST en día de cosecha. En el año 2019, se determinaron el día de cosecha, a los 5 y 9 días, en cada ocasión se hizo una mezcla de pulpa a partir de 5 frutos que estuvieron refrigerados desde cosecha a 13°C.

#### **4.4.3 Contenido de Vitamina C.**

Se determinó de acuerdo al método 2,6-dicloroindofenol descrito por la A. O. A. C (1984). En el año 2018, se determinó el contenido de Vitamina C el día de cosecha. En el año 2019, se determinó el día de cosecha y a los 5 días, a partir de una mezcla de 10 frutos que estuvieron refrigerados a 13°C desde su cosecha.

#### **4.4.4 Acidez titulable.**

Se determinó en muestra de jugo de frutos de acuerdo a la metodología descrita por la A.O.A.C. (1990). Para la cual, en el 2018, el día de cosecha, se tomaron 5 frutos por tratamiento, y de la mezcla de su pulpa se pesaron 5 g y se homogeneizaron con 50 mL de agua destilada, se filtraron y una alícuota de 5mL se titularon con NaOH 0.1N, usando como indicador fenoftaleína en solución alcohólica (2.5%). Los datos se reportaron como % de ácido málico. Para el año 2019, se determinó en el día de cosecha (día uno), día 5 y día 9 en frutos refrigerados a 13°C.

#### **4.4.5 Color**

Se determinó en la zona ecuatorial en la piel de diez frutos por tratamiento diariamente, desde cosecha hasta el día cuando los frutos mostraron daños en el almacenamiento (5to día en 1998 y noveno día en 2109), mediante un colorímetro Hunter Lab D25A, el cual indica la lectura de color por tres valores que son: L, a y b, los cuales miden luminosidad, tonalidades verde-rojo y azul-amarillo, respectivamente. Con estos valores se determinó el índice de color e los frutos:

$$IC=(1000*a)/(L*b)$$

#### **4.4.6 Firmeza.**

Se determinó en el 1er, 3er, 5to día de almacenamiento en el año 2018 para el año 2019, se evaluó durante 9 días cada tercer día. Se registraron valores de compresión obtenidos mediante el uso de un texturómetro marca Force Five de modelo FVD-30. En cada determinación se usaron 10 frutos por tratamiento. Los valores se reportan en Newton (N) necesarios para poder comprimir los frutos en su zona ecuatorial.

#### **4.4.7 Concentración de fenoles y carotenoides**

La concentración de fenoles, se determinó mediante la metodología descrita por Fernando *et al.*, (2013). Y para carotenoides, se empleó la metodología descrita por la AOAC, (1980). Se determinó la concentración de fenoles y carotenoides. Se tomaron 10 frutos por tratamiento, el día de cosecha (día 1) y al quinto día de almacenados bajo refrigeración a una temperatura de 13°C. Se hizo una mezcla fina de pulpa de los 10 frutos de 10 g, y dentro de una bolsa pequeña tipo ziploc se sumergieron en nitrógeno

líquido durante 15 segundos para posteriormente y se mantuvieron 15 días en un ultra-congelador hasta que se inició el proceso de determinación.

#### **4.4.8 Pérdida de peso**

Se evaluó en la cosecha del año 2019, donde se obtuvo el peso con una báscula digital, Se pesaron 5 frutos por tratamientos al momento de cosecha, y a los 3, 5, 7 y 9 días de almacenamiento, y se registró la pérdida de peso con el paso del tiempo en almacenamiento.

## 4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.5.1 Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles totales el día de cosecha no fue estadísticamente diferente entre tratamientos en los dos años de evaluación (Cuadro 10). Sin embargo, se observa un mayor porcentaje de SST en el año 2018 que en el 2019. Siendo el durazno un fruto climatérico, y para conocer el comportamiento de los SST en almacenamiento, durante la cosecha del año 2019 se planteó un experimento para conocer la evolución en su concentración a 1 y 5 de almacenamiento a 13°C (Cuadro 10).

Se observó que con el paso de los días, en la segunda evaluación, la concentración aumenta ligeramente a los 5 días para los tres tratamientos. Esto muestra un comportamiento normal del fruto de durazno que sigue respirando, usando como sustrato almidón y polisacáridos presentes en el fruto, para convertirlos en azúcares como sacarosa, glucosa, fructosa y sorbitol, reflejando que se sigue manteniendo el sabor dulce en el fruto entre los 0 y 5 días (Hiwasa y Ezura, 2014).

Los resultados de este estudio coinciden con lo reportado por Africano *et al.*, (2016), en el comportamiento de la concentración de SST, sin embargo, para su caso, la concentración menor fue de 11.5 % y la mayor se alcanzó a los 7 días con 15%, esto con la variedad de durazno 'Dorado'

**Cuadro 10. Efecto de tres tratamientos de fertilización al suelo en la calidad de frutos de durazno ‘Diamante’ al momento de cosecha en el año 2018.**

| Cosecha/Variabes           | F. Combinada | F. Convencional | F. Orgánica |
|----------------------------|--------------|-----------------|-------------|
| Firmeza (N)                | 5.7 a        | 6.3 a           | 6.0 a       |
| SST (%)                    | 13.2 a       | 13.4 a          | 12.9 a      |
| Ácido Málico (%)           | 0.75 a       | 0.73 a          | 0.79 a      |
| %SST/% Acido Málico        | 17.6 a       | 18.4 a          | 16.3 a      |
| Ácido Ascórbico (mg/100 g) | 17.3 a       | 16.4 a          | 16.3 a      |
| L*                         | 60.1 a       | 59.7 a          | 57.6 a      |
| C*                         | 32.3 a       | 30.4 a          | 29.5 a      |
| *h                         | 83.0 a       | 78.4 a          | 71.6 a      |

Cantidades con la misma letra en el sentido de la fila, son estadísticamente iguales (Tukey,  $p \leq 0.05$ )

#### 4.5.2 Firmeza

La firmeza no fue estáticamente diferente entre tratamientos (Cuadro 10), en el año 2018, tuvo un comportamiento esperado, pues el primer día de evaluación. Para el año 2019, se hizo la determinación el día de cosecha y después, los frutos fueron almacenados a 13°C.

No hubo diferencias entre tratamientos, sin embargo, se observa una diferencia entre la firmeza de fruto entre años, siendo ésta mayor en el año 2018. En el 2019, la firmeza se mantuvo del día uno al día 5 de almacenamiento. Se consideran estos rangos de firmeza como medios a bajos, denotando así que la variedad ‘Diamante’ presenta mediana o baja firmeza.

La diferencia de la firmeza del año 2018 respecto al 2019, probablemente pudo deberse a la concentración de N en el follaje de los árboles encontrada en el análisis del 2018, la cual estuvo por arriba del intervalo de suficiencia; se sabe que el N influye en la firmeza de los frutos, Mukkun *et al.*, (2001) dicen que el aumento de las dosis de nitrógeno redujo significativamente la firmeza de los frutos evaluados, sin embargo, la

firmeza también parece estar influenciada por factores como las condiciones climáticas y la cantidad de agua que tenga el fruto cuando se cosecha (Robbins y Moore, 1991).

Sin embargo, en este estudio, la concentración de N fue mayor en el año 2018 al igual que la firmeza, por lo que se probablemente fueron algunos otros factores lo que influenciaron menor firmeza en el año 2019.

El ablandamiento del fruto en el caso del durazno, proviene principalmente de la pérdida de agua por transpiración, además de la degradación de sustancias pécticas y carbohidratos (D'Ambrosio *et al.*, 2013). Similares resultados a los de este experimento en 2018 reportan Africano *et al.*, (2016), aunque con un índice de mayor firmeza, pues el día de cosecha reportan 12.8 N y a los 11 días una disminución que llegó a 6.5 N.

Así mismo, Seibert *et al.*, (2009), reportaron que durante almacenamiento en frío a 20°C, la firmeza de durazno 'NOS 21' se mantuvo en 50N, disminuyendo significativamente en los siguientes días de almacenamiento en temperatura ambiente, indicando también un índice de firmeza mucho mayor al encontrado en este experimento.

#### **4.5.3 Pérdida de peso**

Se evaluó el porcentaje de pérdida de peso en la cosecha del año 2019 en donde no hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Esta pérdida estuvo relacionada inversamente al periodo de almacenamiento, lo que significa que el fruto fue perdiendo peso producto de su respiración y degradación de carbohidratos entre otros compuestos.

**Cuadro 11. Porcentaje de pérdida de peso en frutos de durazno bajo tres tratamientos de fertilización en el año 2019 y almacenados a 13°C.**

| Tratamiento     | Pérdida de peso (%)    |       |        |         |
|-----------------|------------------------|-------|--------|---------|
|                 | Días de almacenamiento |       |        |         |
|                 | 3                      | 5     | 7      | 9       |
| F. Combinada    | 4.8 a                  | 7.9 a | 8.4 a  | 13.1 a  |
| F. Convencional | 4.8 a                  | 7.4 a | 9.4 a  | 11 b    |
| F. Orgánica     | 4.7 a                  | 7.6 a | 10.8 a | 11.9 ab |

Números con misma letra en el sentido de la columna son estadísticamente iguales Tukey  $p > 0.05$

La mayor pérdida de peso se presentó del día 7 al 9 (Cuadro 11) con respecto a su peso inicial, que es cuando el fruto ya no tuvo cualidades para ser comercializado. En los tres tratamientos el porcentaje de pérdida es menor a la reportada por Africano *et al.*, (2016), pues ellos encontraron hasta 17.1 % en el día 11 de almacenamiento. Victoria-Escamilla *et al.*, (2013) reportaron 4.6 % para la variedad Oro Tlaxcala. Sin embargo, en el presente estudio, se observó que durante los días del 3 al 7 de almacenamiento, los frutos presentaban cualidades aptas para comercializarse, donde la pérdida de peso no fue alta

#### 4.5.4 Concentración de Vitamina C y ácido málico

El contenido de Vitamina C en frutos de durazno el día de cosecha, no fue estadísticamente diferente entre tratamientos en el año 2018. Para el año 2019 (Cuadro 12), en el primer día de almacenamiento, el tratamiento orgánico fue superior a los otros dos tratamientos con 21.7 mg/100g, y a los 5 días, esta concentración aumentó, resultando superiores los tratamientos de F. combinada y F. orgánica respecto al convencional con 23.2 y 21.7 mg respectivamente.

**Cuadro 12. Efecto de tres tratamientos de fertilización al suelo en la calidad de frutos de durazno ‘Diamante’ al momento de cosecha en el año 2019.**

| VARIABLES   | F. Combinada | F. Convencional | F. Orgánica |
|---|--------------|-----------------|-------------|
| <b>COSECHA</b>  |              |                 |             |
| Firmeza (N)   | 3.1 a        | 3.4 a           | 3.4 a       |
| SSS (%)   | 11 a         | 11.6a           | 12.5 a      |
| Acidez Titulable<br>(% Ácido Málico)                        | 1.8 a        | 1.9 a           | 1.8 a       |
| (%SST/ AC. Titulable)                                       | 7.3a         | 7.1a            | 7.2a        |
| Ácido Ascórbico<br>(mg/100g)                                | 7.1 b        | 6.4 b           | 17.5 a      |
| L*  | 55.5 a       | 54 a            | 51 a        |
| C*  | 27.9 a       | 27.3 a          | 27.7 a      |
| $^{\circ}h^*$   | 87.8 a       | 84.9 a          | 83.7 a      |
| Fenoles Totales<br>(mg/100g AG)                             | 56.8 a       | 56.6 a          | 57.8 a      |
| Carotenoides Totales<br>( $\mu\text{g}$ $\beta$ -carotenos) | 10.4 a       | 8.3 a           | 10.0 a      |
| <b>5 días (13 °C)</b>                                       |              |                 |             |
| Firmeza (N)   | 3.4 a        | 3.5 a           | 3.8 a       |
| SSS (%)   | 11.5 a       | 12.1 a          | 12.3 a      |
| Acidez Titulable<br>(% Ácido Málico)                        | 1.3 a        | 1.8 a           | 1.5 a       |
| (%SST/ AC. Titulable)                                       | 15.3         | 16.5            | 15.6        |
| Ácido Ascórbico<br>(mg/100g)                                | 23.2 a       | 18.2 b          | 21.7 a      |
| L*  | 43.3 a       | 49.7 a          | 49.8 a      |
| C*  | 25.2 a       | 27.1 a          | 27.3 a      |
| $^{\circ}h^*$   | 82.9 a       | 83.3 a          | 81.3 a      |
| Fenoles Totales<br>(mg/100g AG)                             | 49.9 b       | 93.8 a          | 65.9 b      |
| Carotenoides Totales<br>( $\mu\text{g}$ $\beta$ -carotenos) | 9.9 a        | 10.0 a          | 9.1 a       |

Números con misma letra en el sentido de la fila son estadísticamente iguales (Tukey  $p \leq 0.05$ )

La diferencia de concentración entre un año y otro en el primer día de evaluación (cosecha), se pudo deber a que en el 2018, las frutas evaluadas pudieron ser más maduras, respecto a las evaluadas en el 2019. Solarte *et al.*, (2019) comentan que el estado de madurez influye en el contenido de Vitamina C.

Estas concentraciones se encuentran por arriba del rango normal, pues se reportan entre 1 y 14 mg/100g para pulpa de durazno (Tavarini *et al.*, 2018), indicando además que el mayor contenido se encuentra en la piel del fruto. Gil *et al.*, (2002), reportó que el



contenido de Vit C en 10 cultivares de California (E.U.) osciló de 6 a 9 mg/100 g en frutos de pulpa blanca, y de 4 a 13 mg/100 g en frutos de pulpa amarilla.

### **Ácido málico**

Respecto al contenido de ácido málico, en el año 2018, no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Para el año 2019, solo hubo diferencias en el día 9 de almacenamiento, donde los tratamientos convencional y orgánico resultaron superiores al integral con 1.8 y 1.5 % respectivamente.

Este comportamiento en la concentración del ácido málico durante el almacenamiento se considera normal, apareciendo una concentración mayor al inicio de maduración y a los 5 días en el caso de este experimento; el durazno al ser un fruto climatérico, en periodo de postcosecha continua respirando, y para este proceso fisiológico utiliza como sustrato respiratorio al ácido málico y el ácido cítrico entre otros compuestos (Rodríguez *et al.*, 2011).

#### **4.5.5. Índice de color**

Se evaluaron los cambios de color de la cáscara en los frutos de durazno. Para el año 2019, las variables de color y pérdida de peso se evaluaron durante 1y 5 días después de cosechados los frutos, y que estuvieron en almacenamiento a 13°C. El comportamiento del color es un tanto extraño ya que tiende a subir y bajar (Luminosidad y croma); en lo que respecta al ángulo de tono (Hue), aunque es poco notorio, tiende a disminuir indicando que los frutos pasaron de una coloración amarilla a una con tonalidades amarillo-rojizas, típico de la variedad utilizada.

Crisosto *et al.* (2013), comentan que, para iniciar la cosecha de durazno, se verifica el cambio de color de la piel del fruto de verde a rojizo y por el cambio de la firmeza de la pulpa, pero que no se puede generalizar esto, ya que dependerá de la variedad con la que se esté trabajando, pues los cambios de color son diferentes en intensidad y dinámica.

Para el año 2018, respecto a los valores de L (luminosidad), no hubo diferencias significativas entre tratamientos durante los 5 días de evaluación, encontrando valores que van de 60, 59.7 y 57.5 para tratamiento de F. combinada, convencional y orgánica respectivamente en el primer día, hasta 55.2, 55.7 y 55 en el quinto día en el mismo orden de tratamientos; reflejando una tendencia a la baja durante los días de almacenamiento. Esta disminución refleja que los colores al final de la maduración son más oscuros.

Para el año 2019, la luminosidad no fue estadísticamente diferente entre tratamientos, sin embargo, el comportamiento de este parámetro fue algo extraño, ya que inicia con valores altos y disminuye a los 5 días. Por ejemplo, para el tratamiento integral, los valores fueron de 55.5 y 43.3, para los días 1 y 5 respectivamente en el tratamiento de F. combinada, y esta disminución de valores ocurrió con los otros dos tratamientos (Cuadro 12).

Este comportamiento pudo deberse al efecto de la frigo-conservación o a la aparición de desórdenes fisiológicos como oscurecimiento de la piel del fruto por frío, pues la medición se hizo siempre en el mismo punto del fruto, por lo que estos resultados indican color amarillo en un inicio (típico de la variedad usada), y al paso de los días aparición de colores rojizos, al noveno día regresando a la tonalidad amarilla. Esto podría indicar

que el contenido de carotenoides en la piel del fruto aumentaron y se mantuvieron con al paso de los días (Cascales *et al.*, 2005), por ello que los valores de L no disminuyeron.

Orazem *et al.*, (2013), comentan que su estudio permitió observar el cambio de color del fruto de durazno, pues durante la maduración los valores de L\* disminuyeron, ocasionando que el fruto tomara un color oscuro y a su vez aumentara el color rojizo. El cambio de color verde a amarillo es resultado de la degradación de clorofila, por la síntesis de carotenoides y por modificaciones del pH (Cunah, 2007). Así también, de acuerdo con Ferrer *et al.*, (2005) y Slaughter *et al.*, (2013), el cambio de color del fruto cosechado mostrando pardeamiento y sucesiva pérdida de color se debe a la acción de enzimas oxidativas como la peroxidasa y polifenoloxidasas.

### **Angulo de tono (Hue\*)**

Respecto al ángulo de tono, aunque es poco notorio, tiende a disminuir, indicando que los frutos pasaron de una coloración amarilla a una con tonalidades amarillo-rojizas, es decir a un oscurecimiento paulatino conforme avanza el proceso de maduración, típico de la variedad utilizada.

Así, Seibert *et al.*, (2007), analizaron el ángulo de tono en frutos provenientes de huertos con manejo integral y convencional, los cuales se cosecharon y evaluaron el día de cosecha y a uno, dos y tres días de almacenamiento a 20°C, comparados con frutos almacenados a 10, 20 y 30 días a 0.5°C, encontrando diferencias significativas solo frutos almacenados durante dos días después de cosecha a 20°C, siendo los frutos de manejo convencional superiores en este parámetro, lo que refleja que a temperatura ambiente

estos frutos cambiaron a tonos más rojizos propio del proceso de maduración del fruto de durazno.

Para el año 2019, el ángulo de tono no fue estadísticamente diferente en frutos refrigerados a 13°C durante 5 días. Los datos indican que el ángulo de tono fue disminuyendo ligeramente conforme avanzaban los días de almacenamiento, reflejando los valores más altos el día de cosecha y los menores al quinto día de almacenamiento.

### **Índice de saturación**

Respecto al índice de saturación, para el año 2018, no hubo diferencias significativas entre tratamientos en la evaluación echa el día de cosecha. Este comportamiento del índice de saturación refleja que los frutos mostraron un color amarillo-rojizo intenso.

Para el año 2019, no se encontraron diferencias significativas, y los valores reflejaron un comportamiento similar entre tratamientos; para este año, los valores encontrados del índice de saturación no disminuyeron con el paso de los días de almacenamiento, lo que pudo deberse al efecto de la temperatura en que se mantuvieron los frutos de evaluación después de cosechados (refrigerados a 13°C) comparados con los del año 2018 que se mantuvieron a temperatura ambiente.

## **4.5.6 Concentración de fenoles y carotenoides**

### **4.5.6.1 Fenoles**

Para el caso de fenoles totales, en el día uno de evaluación (día de cosecha) no se encontraron diferencias significativas. Para el día 5 de almacenados, el tratamiento convencional resultó estadísticamente superior (93.7 mg 100g<sup>-1</sup> AG) al tratamiento

orgánico e integral, los cuales tuvieron 65.9 y 49.8 mg 100g<sup>-1</sup> AG de fenoles respectivamente (Cuadro 12).

Para este caso, los fenoles aumentaron a los 5 días de estar almacenados los frutos y la concentración encontrada fue menor a 100 mg/100g, que se considera como baja (Zapata *et al.*, 2014). A esto, Tavarini *et al.*, (2008), dice que el contenido de compuestos como fenoles o carotenoides, está influenciado por el genotipo del cultivar de durazno, pues encontró diferentes concentraciones en la evaluación que hizo con diferentes cultivares, las cuales estaban entre 14 y 50 mg 100g<sup>-1</sup> AG. Para este experimento, se empleó el mismo cultivar, lo que refleja un efecto del tratamiento convencional a los 5 días de almacenamiento, en la promoción de mayor contenido de fenoles en pulpa de durazno 'Diamante'. Además de que la concentración fue igual o mayor a la reportada por este autor.

Por otra parte, Di Vaio *et al.*, (2015) reportaron concentraciones mucho más altas, cuando comparó cultivares tipo planos y estándar de nectarina, en donde el compuesto procyanidina presentó un valor de 247.3 y 180 mg/100 g<sup>-1</sup> para cultivar plano y estándar respectivamente.

García *et al.*, (2011), encontraron en duraznos 'Prisco' una concentración de 121 mg/100g<sup>-1</sup> en provenientes del estado de Sonora, seguidos de duraznos de California (E.U.) con 85 mg/100g<sup>-1</sup> y al final de duraznos de Chihuahua con 69 mg/100 g<sup>-1</sup>. Reflejando que posiblemente la zona de cultivo y el manejo de las huertas, pudiese incidir en la concentración final de estos metabolitos en los frutos.

A su vez, Gil *et al.*, (2002), encontraron también que en cultivares de pulpa blanca la concentración de fenoles fue de 28-111 mg/100 g<sup>-1</sup> en cultivares de pulpa blanca, y de 21-61 mg/100 g<sup>-1</sup> en cultivares de pulpa amarilla. Para el presente estudio, 'Diamante' es un cultivar de pulpa amarilla, y los valores encontrados son similares o superiores a los reportados por Gil *op cit.*

A partir del momento de cosecha, y durante el almacenamiento postcosecha del fruto, comienza una fase de maduración más rápida por el incremento de la respiración del mismo (fruto climatérico), provocando que con el paso de los días y del proceso de maduración, haya mayor biosíntesis de estos compuestos fenólicos, por lo que su concentración incrementa igual que su capacidad antioxidante (D' Ambrosio, *et al.*, 2003, Orazem *et al.*, 2013).

La mayor concentración de fenoles en los frutos con fertilización convencional pudo deberse a que tuvieron mayor contenido de compuestos como carbohidratos simples, los cuales fueron sintetizados a los compuestos fenólicos, comparados con los frutos de los tratamientos orgánico y convencional (Limen *et al.*, 2008).

#### **4.5.6.2 Carotenoides**

La concentración de carotenoides no fue estadísticamente diferente entre tratamientos en ambos tiempos de evaluación. Las concentraciones fueron de 10.9  $\mu\text{g g}^{-1}$  del día 1, a 9.8  $\mu\text{g b-caroteno g}^{-1}$  al día cinco en tratamiento integral, de 8.3 a 9.9  $\mu\text{g b-caroteno g}^{-1}$  en el convencional, y de 9.9 a 9  $\mu\text{g b-caroteno g}^{-1}$  en frutos del tratamiento orgánico.

Di Vaio *et al.*, (2015), encontraron que para durazno, la concentración de carotenoides en frutos de pulpa amarilla fue mayor que en los de pulpa blanca, y los frutos tipo

estándar tuvieron una concentración de  $3.2 \text{ ug g}^{-1}$  respecto a los duraznos tipo planos con  $2.5 \text{ ug g}^{-1}$ . Por lo general, la concentración de carotenoides aumenta durante la fase de maduración, debiéndose esto al incremento de los colores amarillo rojizos en la piel de los frutos, y también a la pérdida de clorofila (Meléndez *et al.*, 2004).

Por otra parte, Tavarini *et al.*, (2008), reportaron contenido bajos de carotenoides en duraznos de pulpa blanca, valores que fueron de  $20 \text{ ug } 100 \text{ g}^{-1}$  FW para 'María Bianca' hasta  $105 \text{ ug } 100\text{g}^{-1}$  FW para 'Glohaven'. Estos valores son mucho más bajos que los encontrados en este experimento con durazno 'Diamante'.

A su vez, Brandi *et al.*, (2011), encontraron la mayor acumulación de carotenoides durante la fase de maduración de durazno, después de 122 días después de la polinización. Así también, el contenido de carotenoides encontrados en cultivares de pulpa amarilla ( $2\text{-}3 \text{ mg t3-caroteno}/100 \text{ g}$  de pulpa) fue cinco veces mayor que en cultivares de pulpa blanca (Vizzotto *et al.*, 2006).

De la misma manera, Gil *et al.*, (2002), cuando compararon cultivares de pulpa blanca y amarilla de California E.E. U.U. encontraron que el contenido de carotenoides fue de  $7\text{-}20 \text{ ug}/100 \text{ g}$  de peso fresco en duraznos de pulpa blanca, y de  $71 \text{-}210 \text{ ug}/100 \text{ g}$  de peso fresco en cultivares de pulpa amarilla.

Fess y Benedito (2018) comentan que se reporta que los sistemas de producción orgánicos a menudo tienen concentraciones más altas de varios grupos de nutrientes con actividad antioxidante como carotenoides, vitaminas, flavonoides y ácidos fenólicos, sin embargo, para el caso específico del presente experimento utilizando el cv Diamante, el tratamiento de fertilización convencional es superior en el contenido de fenoles comparado con el tratamiento orgánico e integral, así también, en el contenido de

carotenoides, los frutos producidos de manera orgánica fueron iguales en su concentración a los producidos con fertilización integral y convencional.

Así también Giuffrida *et al.*, (2013) evaluaron la concentración de carotenoides en durazno usando variedades como 'Matavilla' 'O Henry' y 'Summerset' de durazno tomando como muestra, fruto fresco, jugo y mermelada, encontrando que  $\beta$ -Caroteno fue el más abundante, con 1.98  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , 1.61  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  y 1.42  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  respectivamente.

#### 4.5.7. Concentración nutrimental de frutos

La concentración nutrimental en el fruto fue estadísticamente diferente; en el año 2018, la F. combinada y orgánica fueron superiores en la concentración de N, P, Mg, S, Mn, y B. de la misma manera, respecto a la concentración de K, la F. orgánica, fue superior a los otros dos tratamientos. En el año 2019, la F. convencional fue superior en la concentración de Mg y Mn, y junto a la F. combinada, fueron superiores en la concentración de K y B. Así también, la F. combinada y orgánica, fueron superiores en la concentración de Ca.

**Cuadro 13. Concentración nutrimental en fruto de durazno 'Diamante' bajo tres tipos de fertilización**

| Tra            | N P K Ca Mg S |        |       |       |        |        | Mn Zn B Fe Cu |       |        |        |      |
|----------------|---------------|--------|-------|-------|--------|--------|---------------|-------|--------|--------|------|
|                | -----%        |        |       |       |        |        | -----ppm----- |       |        |        |      |
| <b>2018</b>    |               |        |       |       |        |        |               |       |        |        |      |
| <b>F.Comb</b>  | 1.7ab         | 0.20ab | 0.8b  | 0.08a | 0.09ab | 0.08ab | 10.3ab        | 7.2a  | 62.2ab | 129a   | 2.9a |
| <b>F. Conv</b> | 1.3b          | 0.16b  | 0.8b  | 0.07a | 0.07b  | 0.07b  | 9 b           | 6.6a  | 60.5 b | 122 a  | 3.1a |
| <b>F. Org</b>  | 1.8a          | 0.24a  | 1.1a  | 0.09a | 0.1a   | 0.1 a  | 12.2a         | 9.1a  | 74.5 a | 152 a  | 3.7a |
| <b>2019</b>    |               |        |       |       |        |        |               |       |        |        |      |
| <b>F.Comb</b>  | 1.2a          | 0.19a  | 0.69a | 0.06a | 0.07b  | 0.05a  | 6.7b          | 10.6a | 94.4ab | 121.2a | 1.9a |
| <b>F.Conv</b>  | 1.6a          | 0.25a  | 0.69a | 0.07b | 0.1 a  | 0.07a  | 9.8a          | 17.7a | 109.4a | 143.5a | 2.3a |
| <b>F. Org</b>  | 1.5a          | 0.20a  | 0.65b | 0.1 a | 0.07b  | 0.06a  | 8.2ab         | 10.5a | 94.7 b | 119.9a | 2.3a |

Números con misma letra en el sentido de la fila son estadísticamente iguales (Tukey  $p\leq 0.05$ )



La mayor concentración de N, P y K en los frutos en los tratamientos de F. combinada y F. orgánica, coinciden con la mayor concentración de estos elementos en suelo en el año 2018, así mismo coinciden con las mayores concentraciones de N y P en el follaje de los árboles en estos tratamientos en el mismo año.

Tagliavini *et al.*, (2000) dice que los minerales afectan la calidad del fruto, poniendo como ejemplo al N, que cuando se suministra en exceso sobre estimula el crecimiento de brotes y causa desarrollo pobre de color en durazno.

De acuerdo a los resultados, la concentración de N en el 2018 es mayor comparada con la del año 2019, probablemente esto afectó de manera negativa en una menor firmeza del fruto encontrada en este ciclo de producción. La concentración de Ca es similar en los dos años; se sabe que este nutrimento tiene un efecto sobre en la firmeza del fruto, al ser constituyente fundamental de la pared celular (Ali *et al.*, 2014, Tagliavini *et al.*, 2000).

La concentración de K también fue menor en el año 2019 (Cuadro 13), esto podría estar relacionado a su vez con la menor concentración de sólidos solubles totales en este año y el menor contenido de ácido ascórbico ya que la concentración de K está relacionada positivamente con el contenido de sólidos solubles (Marcelle, 1995).

Wellington *et al.*, (2016), encontraron la mayor concentración de N en pulpa de fruto, cuando suministraron la mayor cantidad de compost por planta de durazno (7.60 mg de N, en 100<sup>-1</sup> pulpa de fruto por 144 L de compost), lo mismo ocurrió con P, K, Ca y Mn (1.50, 18.6, 0.30 y 0.70 mg en 100<sup>-1</sup> pulpa de fruto respectivamente), sin embargo, no relacionan el incremento en la dosis de compost y la concentración de sólidos solubles totales.

Así también, la mayor concentración de sólidos solubles totales en el año 2018 en el presente estudio, no parece estar relacionada con la concentración de B en los tratamientos de F. combinada y orgánica, ya que en el 2019, la concentración de B fue mayor comparándola entre años independientemente del tratamiento, pero la concentración de sólidos solubles totales no fue mayor que el año anterior.

Estos resultados no coinciden con los reportados por Sharma (2016), que relacionó positivamente la mayor concentración de sólidos solubles totales cuando aplicó ácido bórico al 0.1%, cuando fue suministrados vía foliar. Así mismo, cuando suministró solo urea al 0.6%, encontró mayor acidez en el fruto, sin embargo, en el presente estudio, se observa menor acidez en el año 2018, a pesar de la mayor concentración de N en los árboles, esto probablemente también fue efecto del suministro de abonos orgánicos, coincidiendo con Chatzitheodorou *et al.*, (2004), los cuales no encontraron efecto sobre la acidez del fruto, cuando suministraron estiércol al suelo como fuente de nutrimentos.

## 4.6 CONCLUSIÓN

Respecto a calidad postcosecha, la fertilización combinada y orgánica promovieron una mayor concentración de Vitamina C al momento de cosecha. De la misma manera, en el ciclo 2019, a los 5 días de almacenamiento, la fertilización convencional fue la que mostró una mayor concentración de fenoles en frutos.

Se observa un efecto de año en los parámetros de firmeza y SST; la firmeza fue menor en el año 2019, atribuyéndose posiblemente a factores como un suministro no suficiente de agua a los árboles. Por su parte, la concentración de SST es mayor en el año 2018, y esto se atribuye al efecto de la concentración de nitrógeno que resultó ligeramente excesiva en el análisis nutrimental del 2018.

La mayor acidez del fruto ocurrió cuando hubo menor concentración de N en los árboles.

#### 4.7 LITERATURA CITADA

- Africano, K. L., Almanza, M. P. J., Criollo, E. H., Herrera, A. y Balaguera, L. H. E. 2016. Caracterización poscosecha del fruto de durazno [*Prunus pérsica* (L.) Batsch] cv. Dorado producido bajo condiciones de trópico alto. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol. 10. No. 2. pp. 232-240.
- Ali, I., Akhtar, A. N. y Ahmad, H. I. 2014. Physiological response and quality attributes of peach fruit cv Florida King as affected by different treatments of calcium chloride, putrecine and salicylic acid. *Pk. J. Agri. Sci.* Vol.51(1),33-39.
- Brandi, F., E. Bar, F. Mourgues, G. Horvath, E. Turcsi, G. Giuliano, A. Liverani, S. Tartarini, E. Lewinsohn y C. Rosati. 2011. Study of 'Redhaven' peach and its white-fleshed mutant suggests a key role of CCD4 carotenoid dioxygenase in carotenoid and norisoprenoid volatile metabolism. *BMC Plant Biol.* 11:24.
- Cascales, A., E. Costell, F. Romojaro. 2005. Effects of the degree of maturity on the chemical composition, physical characteristics and sensory attributes of peach (*Prunus persica*) cv. Caterin. *Food Science & Technology International*. 11(5), 345- 352.
- Chatzitheodorou, I. T., Sotiropoulos, T. E., & Mouhtaridou, G. I. (2004). Effect of phosphorus, potassium fertilization and manure on fruit yield and quality of the peach cultivars 'Spring Time' and 'Red Haven'. *Agronomic Research*, 2(2), 135-143.
- Crisosto, C., E. Mitcham y A. Kader. 1996. Peach and Nectarine: Recommendations for maintaining postharvest quality. *Peach and Nectaring Facts. Perishables Handling*. No. 86. Postharvest Technology Center. University of California, Davis.
- Crisosto, C. y Valero, D. 2008. Harvesting and postharvest handling of dates. En D. Layne y D. Bassie (Eds.), *The peach: botany, production and uses*. pp. 576–596.
- Cunha, L., M. Berlingieri, B. Mattiuz, R. Nogueira y J. Durigan. 2007. Caracterização da curva de maturação de pêssegos 'Aurora-1', na região de Jaboticabal-Sp. *Rev. Bras. Frutic.* 29(3), 661-665.
- D'Ambrosio, C., S. Arena, M. Rocco, F. Verrillo, G. Novi, V. Viscosi, M. Marra y A. Scaloni. 2013. Proteomic analysis of apricot fruit during ripening. *J. Proteomics* 78, 39-57.
- Di Vaio, C., Marallo, N., Graziani, G., Ritieni, A. y Petriccione, M. 2015. Phenolic compounds, Carotenoids and Antioxidant Activity of Flat and Standar Peach cultivars (*Prunus pérsica* (L.) Batsch). *Acta Hort.* 1084. pp. 695-702.

- Eduardo, S., Regina, C. A., Pezzi, E. y Joao, B. R. 2007. Postharvest quality of peaches harvested from integrated and conventional production systems. *Pesq. Agropec. Bras., Brasília*. V. 42, No. 6, pp. 793-801.
- Ferrer, A., S. Remón, A. Negueruela y R. Oria. 2005. Changes during the ripening of the very late season Spanish peach cultivar Calanda: Feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Sci. Hortic.* 105(4), 435-446.
- Fess, L. T. y Benedito, V. A. 2018. Organic versus Conventional Cropping Sustainability: A Comparative System Analysis. *Sustainability*. 10,72. pp. 1-42.
- García, J. R., De La Rosa, L. A., Herrera, D. B., González, B. A. G., López, D. J. A., González, A. G. A., Ruíz, C. S. y Álvarez, P. E. 2011. Cuantificación de polifenoles y capacidad antioxidante en duraznos comercializados en Ciudad Juárez, México. *Tecnociencia Chihuahua*, Vol. V, No. 2, pp. 67-75.
- Gil. M. I.; Tomas---Barberan, F. A., Hess---Pierce, B. y A. Kader. 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach and plum cultivars from California. *J. Agric. Food Chem.* 50, 4976--- 4982.
- Giuffrida, D., Dugo, P. y Torre, G. 2013. Determination of the carotenoid profile in peach fruits, juice and jam. *Fruits* vol.68. pp.39-44.
- Hiwasa, K. y H. Ezura. 2014. Part I. Physiology and metabolism. pp 1-99. En: Nath, P., M. Bouzayen, J. Pech y A. Mattoo. *Fruit ripening: Physiology, signalling and genomics*. CABI, London, UK.
- Jha, S. N., Narsaiah, K., Sharma, A. D., Singh, M., Bansal, S. y Kumar, R. 2010. Quality parameters of mango and potential of non-destructive techniques for their measurement - A review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(1), 1–14.
- Limem, I., Guedon, E., Hehn, A., Bourgaud, F., Chekir Ghedira, L., Engasser, J. M., & Ghoul, M. 2008. Production of phenylpropanoid compounds by recombinant microorganisms expressing plant-specific biosynthesis genes. *Process Biochemistry*, 43(5), 463-479.
- Marcelle, R. D. 1995. Mineral nutrition and fruit quality. *Acta Horticultrae*. 383:219-226.
- Melénde, M. A., Viccario, I. y Herendida, F. 2004. Importancia nutricional de los compuestos carotenoides. *Archivos Latinoamericanos de –nutrición* 54:145-154.
- Mukkun, L., Z. Singh. y Phillips, D. 2001. Nitrogen nutrition affects fruit firmness, quality and shelf life of strawberry. *Acta Horticulturae* 553(1):69-71.
- Orazem, P., M. Mikulic-Petkovsek, F. Stampar y M. Hudina. 2013. Changes during the last ripening stage in pomological and biochemical parameters of the

- 'Redhaven' peach cultivar grafted on different rootstocks. *Sci. Hortic.* 160, 326-334.
- Rodríguez-Félix, A., J. Fortiz-Hernández y M. Villegas- Ochoa. 2011. Cambios en enzimas pectolíticas durante la maduración del durazno 'Flordaprince'. *Interciencia* 36(1), 65-70.
- Robbins, J. A. y Patrick, P. M. 1991. Fruit morphology and fruit strength in a seedling population of red raspberry. *HortScience* 26(3): 294-295.
- Scalbert, A., G. Williamson. 2000. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *The Journal of Nutrition* 130:2073S-2085S.
- Seibert, E., Casali, M.E., Lauz, L. M., Pezzi, E., Regina, C. A. y Joao, C. R. 2007. Postharvest quality of peaches harvested from integrated and conventional production systems. *Pesq. Agropec. Bras. Brasilia.* V.42, No. 6. pp. 793-801.
- Silva, M. L. C., Costa, R. S., Santana, A. S. y Koblitz, M. G. B. 2010. Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina.* 31: 669-681.
- Slaughter, D.C., C.H. Crisosto y G. Tiwari. 2013. Nondestructive determination of flesh color in clingstone peaches. *J. Food Eng.* 116, 920–925.
- Tagliavibi, M., Zavalloni, C., Rombola, A. D., Quartieri, M., Malaguti, D., Mazzanti, F., Millar, P. y Marangoni, B. 2000. Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Hort.* 512: 131-140.
- Tavarini, S., E. Degl'Innocenti, D. Remorini, R. Massai y L. Guidi. 2008. Preliminary characterisation of peach cultivars for their antioxidant capacity. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43, 810-815.
- Tsantili, E., Shin, Y., Nock, J. F. y Watkins, C. B. 2010. Antioxidant concentrations during chilling injury development in peaches. *Postharvest Biology and Technology* 57: 27-34.
- Victoria-Escamilla, M., S. Chaves, Y. Mendoza, J. Molina y D. Sangerman- Jarquín. 2013. Diseño, fabricación y evaluación del prototipo de simulación de esfuerzos dinámicos en durazno (*Prunus persica*). *Rev. Mex. Cien. Agric.* 4(6), 933-945.
- Vizzotto, M., Byrne, D. H. y Cisneros, Z. L. 2006. Total Phenolic, Carotenoid, and Anthocyanin Content and Antioxidant Activity of Peach and Plum Genotypes. *Acta Hort.* 713. pp. 453-455.
- Wellington, B. M. G., Beatriz, S. P., Gabriel, A. V., Fernando, R. F., Basso, A. y Brunetto, G. 2016. Nutritional status, yield and composition of peach fruit subjected to the application of organic compost. *Acta Scientiarum. Agronomy.* Maringá, v. 38, No. 1, pp. 103-109.

Zapata, S., A. Piedrahita y B. Rojano. 2014. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic content of fruits and vegetables from Colombia. *Perspect. Nutr. Humana* 16(1), 25-36.

## CONCLUSIÓN GENERAL

La fertilización combinada promovió mejor respuesta en la productividad de los árboles y en la fertilidad del suelo. De manera general, superó o igualó a la fertilización convencional y orgánica en parámetros como crecimiento de raíces, fertilidad química y biológica del suelo, crecimiento vegetativo y estatus nutrimental de los árboles, rendimiento y calidad de fruto.

Por esto, el suministro combinado de abonos orgánicos y convencionales en un mismo programa de fertilización es recomendable, ya que se equipara en cuanto al rendimiento con el tratamiento convencional, con la ventaja de que promueve mejores condiciones del suelo lo cual es de suma importancia para las siguientes generaciones.

Sin embargo, se deberá tener en consideración el momento de suministro, las características previas del suelo a fertilizar y las fuentes orgánicas e inorgánicas de nutrientes; además de medir la cantidad de CO<sub>2</sub> que se emite a la atmósfera como consecuencia de la mineralización de los abonos orgánicos, esto con el fin de afinar y hacer más eficiente el manejo de la fertilización para disminuir el impacto ambiental.



## ANEXOS

### Datos 2018 Crecimiento de raíces

|       |   | en centímetros |          |              |
|-------|---|----------------|----------|--------------|
|       |   | Combinada      | Orgánica | Convencional |
| Marzo | 3 | 5              | 3.8      | 0            |
|       | 4 | 3.9            | 4        | 0            |
| Abril | 1 | 4.2            | 3.1      | 7.7          |
|       | 2 | 114.2          | 73.1     | 8.3          |
|       | 3 | 88.4           | 57.4     | 19.3         |
|       | 4 | 112            | 40.2     | 29.7         |
| Mayo  | 1 | 136.3          | 135.9    | 119.4        |
|       | 2 | 67.8           | 61.5     | 36.6         |
|       | 3 | 13.9           | 39.2     | 49.4         |
|       | 4 | 5.7            | 22.2     | 18.2         |
| Junio | 1 | 3              | 10.2     | 9.7          |
|       | 2 | 5.7            | 5.2      | 15.8         |
|       | 3 | 10.3           | 9.4      | 29.2         |
|       | 4 | 3.5            | 4.7      | 15           |
| Julio | 1 | 7.2            | 8.4      | 20.8         |
|       | 2 | 3.5            | 4.4      | 10.5         |
|       | 3 | 1.4            | 2.6      | 2.3          |

| Porcentaje de floración |       |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| tratamiento             | B1    | B2    | B3    | B4    |
| Combinada               | 69.2  | 66.01 | 55.66 | 64.76 |
| Convencional            | 53.8  | 58.64 | 63.17 | 41.88 |
| Orgánico                | 67.67 | 55.22 | 69.46 | 50.44 |

| Porcentaje de amarre |      |      |     |     |
|----------------------|------|------|-----|-----|
|                      | B1   | B2   | B3  | B4  |
| Combinada            | 11.2 | 9.3  | 9.6 | 8.3 |
| Convencional         | 13.8 | 9.4  | 7.6 | 9   |
| Orgánica             | 3    | 15.9 | 6.1 | 7.9 |

### Rendimiento

| bloq | total kg de cosecha / trat |              |          |
|------|----------------------------|--------------|----------|
|      | Combinada                  | Convencional | Orgánica |
| B1   | 38.2                       | 33.61        | 11.33    |
| B2   | 27.2                       | 13.34        | 19.9     |
| B3   | 20.7                       | 20.4         | 7        |
| B4   | 24                         | 15.3         | 12.85    |

### promedio semanal de temperatura y Humedad

#### humedad en kpas

| semana   | Ene  |      | Feb |    |    | Mar |    |    |    | Abr |    |    |      | May  |      |      |      | Jun  |      |      | Jul  |      |      |
|----------|------|------|-----|----|----|-----|----|----|----|-----|----|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 3    | 4    | 1   | 2  | 3  | 4   | 1  | 2  | 3  | 4   | 1  | 2  | 3    | 4    | 1    | 2    | 3    | 4    | 1    | 2    | 3    | 4    | 1    |
| °C A     | 17.3 | 13.4 | 20  | 17 | 19 | 20  | 23 | 22 | 24 | 23  | 22 | 22 | 22.9 | 22.8 | 21.2 | 21.7 | 22.7 | 24.5 | 23.5 | 18.6 | 17.6 | 17.2 | 17.4 |
| °C Suelo |      |      |     |    |    |     |    |    |    |     |    |    |      | 18   | 17.6 | 14.7 | 20.2 | 17.4 | 18   | 18.3 | 17.6 | 17.4 | 17.7 |
| H Suelo  |      |      |     |    |    |     |    |    |    |     |    |    |      | 81.3 | 73.6 | 55.2 | 78.3 | 77.6 | 74.1 | 46.7 | 23.3 | 12.7 | 18.8 |

### crecimiento de brote

blo 10-12

#### fertilización combinada

| árbol | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 4     |            | 6.875      | 20.125     | 28.53      | 36.94      | 45.375     | 55.625     | 59.125     | 60.625     | 60.93      | 61.25      | 61.25      | 61.25      | 61.25      | 61.25      |
| 26    |            | 19.375     | 42.5       | 64.62      | 86.74      | 108.875    | 132        | 160.875    | 182.125    | 194        | 206        | 209.57     | 213.14     | 216.71     | 220.375    |
| 76    |            | 25.125     | 45         | 57.37      | 69.74      | 82.125     | 84.375     | 76.625     | 87         | 87         | 87         | 87         | 87         | 87         | 87.75      |
| 80    |            | 10.5       | 32         | 62.12      | 92.24      | 122.375    | 138.125    | 151.375    | 180.625    | 187.99     | 195.375    | 199.18     | 202.99     | 206.8      | 210.625    |
| 89    |            | 13         | 40.333     | 68.24      | 96.15      | 124.06     | 152        | 175.666    | 240.333    | 249.33     | 258.33     | 261.66     | 264.99     | 268.32     | 271.66     |

|                 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| promedio        |            | 14.97      | 35.99      | 56.176     | 76.362     | 96.562     | 112.425    | 124.7332   | 150.1416   | 155.85     | 161.591    | 163.732    | 165.874    | 168.016    | 170.332    |
| dif crec        |            | 0          | 21.02      | 20.18      | 20.19      | 20.2       | 15.86      | 12.31      | 25.41      | 5.71       | 5.74       | 1.88       | 2.14       | 2.19       | 2.29       |
| <b>blo12-14</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| árbol           | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 22              |            | 6.75       | 20.75      | 41.91      | 63.07      | 84.25      | 98.875     | 114        | 125.43     | 137.37     | 166.75     | 169.93     | 173.11     | 176.29     | 179.5      |
| 34              |            | 10.75      | 21.5       | 36.66      | 51.82      | 67         | 79.375     | 89.375     | 94.78      | 104.62     | 119.875    | 123.52     | 127.17     | 130.82     | 134.5      |
| 45              |            | 3.875      | 9.75       | 20.73      | 31.71      | 42.71      | 47.142     | 49.571     | 49.98      | 50.57      | 51.571429  | 51.57      | 51.57      | 51.57      | 51.571429  |
| 72              |            | 7.5        | 16.625     | 31.88      | 47.14      | 62.40625   | 70.125     | 75.75      | 78.56      | 84.31      | 92.875     | 96.93      | 100.93     | 104.93     | 109.125    |
| promedio        |            | 7.218      | 17.15      | 32.795     | 48.435     | 64.091     | 73.87      | 82.174     | 87.1875    | 94.21      | 107.76     | 110.48     | 113.195    | 115.92     | 118.67     |
| dif crec        |            |            | 9.94       | 15.64      | 15.64      | 15.66      | 9.78       | 8.3        | 5.01       | 7.03       | 13.55      | 2.72       | 3.44       | 2.73       | 2.75       |
| <b>blo14-16</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| árbol           | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 10              |            | 12.875     | 25.375     | 39.05      | 52.73      | 66.42      | 74.85      | 83.85      | 95.95      | 88.03      | 92.142     | 92.14      | 92.14      | 92.14      | 92.85      |
| 69              |            | 7.28       | 13.57      | 33.33      | 53.09      | 72.85      | 95.28      | 111.85     | 133.413    | 156.28     | 200.714    | 208.6      | 216.49     | 224.38     | 232.28     |
| promedio        |            | 10.07      | 19.47      | 36.19      | 52.91      | 69.635     | 85.065     | 97.85      | 114.68     | 122.155    | 146.428    | 150.37     | 154.315    | 158.26     | 162.565    |
| dif crec        |            |            | 9.4        | 16.72      | 16.81      | 16.55      | 15.43      | 12.79      | 16.83      | 7.47       | 24.27      | 3.95       | 3.94       | 3.95       | 4.3        |
| <b>blo16-18</b> |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| árbol           | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 13              |            | 12.875     | 29.375     | 43.77      | 58.17      | 72.57      | 76.42      | 79.85      | 83         | 85.21      | 87.42      | 87.42      | 87.42      | 87.42      | 87.42      |
| 32              |            | 10.375     | 34.625     | 73.53      | 112.44     | 151.375    | 195.875    | 234        | 321.5      | 346.43     | 371.375    | 390.27     | 409.17     | 428.07     | 447        |
| promedio        |            | 11.625     | 32         | 58.65      | 85.305     | 111.9725   | 136.1475   | 156.925    | 202.25     | 215.82     | 229.3975   | 238.845    | 248.295    | 257.745    | 267.21     |
| dif crec        |            |            | 20.38      | 26.62      | 26.65      | 26.67      | 24.17      | 20.78      | 45.33      | 13.57      | 13.57      | 9.45       | 9.45       | 9.45       | 9.47       |

### crecimiento de brote

| bloque<br>10-12 | Fertilización convencional |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------------|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                 | 07/03/2018                 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| árbol           |                            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 6               |                            | 13.125     | 24.75      | 46.83      | 68.91      | 91         | 107.375    | 117.75     | 155.625    | 164.68     | 173.75     | 176.96     | 180.17     | 183.38     | 186.625    |
| 20              |                            | 13.5       | 25.625     | 31.216     | 38.86      | 42.5       | 42.625     | 42.625     | 45.625     | 45.62      | 45.625     | 45.62      | 45.62      | 45.62      | 45.625     |
| 57              |                            | 15.75      | 33.625     | 64.16      | 94.7       | 125.25     | 149        | 155.875    | 160        | 160.81     | 161.625    | 161.62     | 161.62     | 161.62     | 162.5      |
| 59              |                            | 12.625     | 20.875     | 23.66      | 26.45      | 29.25      | 31.625     | 32         | 40.125     | 40.125     | 40.125     | 40.125     | 40.125     | 40.125     | 40.125     |

|          |       |        |         |        |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |
|----------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 98       | 3.75  | 12.125 | 18.62   | 25.12  | 31.625 | 34.625 | 37.75 | 44.375 | 44.62  | 44.625 | 45.05  | 45.48  | 45.91  | 46.375 |
| Promedio | 11.75 | 23.4   | 36.8972 | 50.808 | 63.925 | 73.05  | 77.2  | 89.15  | 91.171 | 93.15  | 93.875 | 94.603 | 95.331 | 96.25  |
| dif crec |       | 11.65  | 13.49   | 10.91  | 13.12  | 9.13   | 4.15  | 11.95  | 2.02   | 1.98   | 0.72   | 0.73   | 0.73   | 0.92   |

**BLO12-14**

|          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol    | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 8        | 3.7        | 15         | 20.95      | 26.9       | 32.85      | 33.28      | 33.28      | 33.71      | 33.71      | 33.71      | 33.71      | 33.71      | 33.71      | 33.71      | 33.71      |
| 36       | 6.75       | 13.625     | 20.45      | 27.28      | 34.125     | 37.625     | 41.125     | 46         | 46         | 46         | 46         | 46         | 46         | 46         | 46.875     |
| 74       | 15.25      | 30.125     | 49.53      | 68.94      | 88.375     | 98.375     | 103.5      | 113.5      | 117.18     | 120.875    | 121.52     | 122.17     | 122.82     | 122.82     | 123.5      |
| 87       | 11.875     | 31.75      | 49.55      | 67.35      | 85.125     | 95.5       | 102.625    | 122.125    | 126.81     | 131.5      | 137.09     | 142.68     | 148.27     | 148.27     | 153.875    |
| promedio | 9.39       | 22.625     | 35.12      | 47.61      | 60.11      | 66.195     | 70.13      | 78.83      | 80.925     | 83.02      | 84.58      | 86.14      | 87.7       | 87.7       | 89.49      |
| dif crec |            | 13.23      | 12.5       | 12.49      | 12.5       | 6.08       | 3.94       | 8.7        | 2.09       | 2.1        | 1.56       | 1.56       | 1.56       | 1.56       | 1.79       |

**BLO 14-16**

|          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol    | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 49       | 4.125      | 9          | 19.62      | 30.24      | 40.875     | 52         | 52.125     | 65.75      | 67.93      | 70.125     | 71.58      | 73.05      | 74.52      | 74.52      | 76         |
| 64       | 14.375     | 28.125     | 36.66      | 42.2       | 53.75      | 56.875     | 60.25      | 92.5       | 95.87      | 99.25      | 104.37     | 109.47     | 114.57     | 114.57     | 119.75     |
| promedio | 9.25       | 18.56      | 28.14      | 36.22      | 47.3125    | 54.43      | 56.18      | 79.125     | 81.9       | 84.68      | 87.975     | 91.26      | 94.545     | 94.545     | 97.875     |
| dif crec |            | 9.31       | 9.58       | 8.08       | 11.09      | 7.15       | 1.75       | 22.94      | 2.78       | 2.78       | 3.29       | 3.29       | 3.28       | 3.28       | 3.33       |

**BLO16-18**

|          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol    | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 15       | 10.75      | 19.875     | 26.66      | 33.45      | 40.25      | 49.5       | 57.5       | 81         | 88.43      | 95.875     | 98.8       | 101.73     | 104.66     | 104.66     | 107.625    |
| 62       | 13.5       | 27.5       | 41.04      | 54.58      | 68.125     | 71         | 71         | 72.25      | 72.25      | 72.375     | 72.37      | 72.37      | 72.37      | 72.37      | 72.5       |
| promedio | 12.125     | 23.68      | 33.85      | 44.015     | 54.18      | 60.25      | 64.25      | 76.625     | 80.34      | 84.125     | 85.585     | 87.05      | 88.515     | 88.515     | 90.06      |
| dif crec |            | 11.56      | 10.17      | 10.2       | 10.17      | 6.07       | 4          | 12.37      | 3.72       | 3.78       | 1.46       | 1.47       | 1.46       | 1.46       | 1.55       |

**crecimiento de brote**

**blo 10-12**

**Fertilización orgánica**

|       |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 47    | 4.875      | 9.25       | 13.66      | 18.07      | 22.5       | 27.125     | 31.625     | 40.875     | 45.06      | 49.25      | 50.31      | 51.37      | 52.43      | 52.43      | 53.5       |
| 83    | 9.71       | 18.142     | 28.47      | 38.8       | 49.14      | 53.8       | 60         | 70.71      | 73.99      | 77.285     | 78.85      | 80.42      | 81.99      | 81.99      | 83.57      |
| 91    | 5.625      | 8.75       | 16.24      | 23.69      | 31.125     | 34.125     | 35.125     | 35.25      | 35.25      | 35.25      | 35.25      | 35.25      | 35.25      | 35.25      | 35.25      |

|          |      |        |        |       |        |         |         |         |         |         |        |        |        |         |
|----------|------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
| 94       | 11.5 | 27.5   | 50.04  | 72.58 | 95.125 | 117.125 | 135     | 172     | 177.75  | 183.5   | 189    | 194.56 | 200.09 | 205.625 |
| 101      | 6.25 | 27.625 | 57.08  | 86.54 | 116    | 135     | 159.875 | 213.75  | 219.56  | 225.375 | 227.24 | 229    | 230.84 | 232.875 |
| promedio | 7.59 | 18.25  | 33.098 | 47.93 | 62.778 | 73.435  | 84.325  | 106.517 | 110.322 | 114.132 | 116.13 | 118.12 | 120.12 | 122.164 |
| dif crec |      | 10.66  | 14.84  | 14.84 | 14.84  | 10.66   | 10.89   | 22.19   | 3.81    | 3.81    | 2      | 1.99   | 2      | 2       |

blo12-14

|          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol    | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 18       |            | 9.25       | 21         | 28.83      | 36.66      | 44.5       | 49.75      | 59         | 65.28      | 65.28      | 65.85      | 66.17      | 66.49      | 66.81      | 67.14      |
| 41       |            | 8.375      | 24.125     | 41.37      | 58.62      | 75.875     | 101.75     | 105.125    | 122.5      | 133.93     | 130.375    | 131.65     | 132.93     | 134.21     | 135.5      |
| 52       |            | 13.875     | 26.375     | 43.37      | 60.37      | 77.375     | 112.87     | 134.75     | 169        | 171.75     | 174.5      | 177.75     | 181        | 184.25     | 187.5      |
| 66       |            | 18.125     | 30.75      | 43.45      | 56.15      | 68.875     | 74.5       | 77         | 89.5       | 91.25      | 93         | 95.82      | 98.64      | 101.46     | 104.28     |
| promedio |            | 12.4       | 25.56      | 39.255     | 52.95      | 66.65      | 84.71      | 93.96      | 111.57     | 115.5525   | 115.93     | 117.84     | 119.765    | 121.68     | 123.06     |
| dif crec |            |            | 13.16      | 13.69      | 13.7       | 13.7       | 18.06      | 9.25       | 17.61      | 3.98       | 0.38       | 1.91       | 1.92       | 1.92       | 1.38       |

blo14-16

|          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol    | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 43       |            | 4.16       | 13.125     | 31.95      | 50.78      | 69.625     | 80.125     | 86         | 95.375     | 98.18      | 101        | 101.87     | 102.74     | 103.61     | 104.5      |
| 53       |            | 5.625      | 14.25      | 26.58      | 38.91      | 51.25      | 56         | 59.125     | 60.25      | 60.25      | 60.25      | 60.25      | 60.25      | 60.25      | 60.25      |
| promedio |            | 4.89       | 13.68      | 29.265     | 44.845     | 60.43      | 68.06      | 72.56      | 77.81      | 79.215     | 80.625     | 81.06      | 81.495     | 81.93      | 82.375     |
| dif crec |            |            | 8.79       | 15.58      | 15.58      | 15.59      | 7.63       | 4.5        | 5.25       | 1.4        | 1.41       | 0.44       | 0.43       | 0.44       | 0.44       |

blo16-18

|          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| árbol    | 07/03/2018 | 14/03/2018 | 21/03/2018 | 28/03/2018 | 04/04/2018 | 11/04/2018 | 18/04/2018 | 25/04/2018 | 09/05/2018 | 16/05/2018 | 23/05/2018 | 30/05/2018 | 06/06/2018 | 13/06/2018 | 20/06/2018 |
| 55       |            | 11.125     | 22         | 31.54      | 41.08      | 50.625     | 56.5       | 58.125     | 59.75      | 59.75      | 59.75      | 59.75      | 59.75      | 59.75      | 60.125     |
| 85       |            | 10.125     | 20.875     | 30.08      | 39.29      | 48.5       | 49         | 49.5       | 50.5       | 50.5       | 50.625     | 50.6       | 50.6       | 50.6       | 50.625     |
| promedio |            | 10.625     | 21.43      | 30.81      | 40.185     | 49.5625    | 52.75      | 53.81      | 55.125     | 55.125     | 55.1875    | 55.175     | 55.175     | 55.175     | 55.375     |
| dif crec |            |            | 10.81      | 9.38       | 9.37       | 9.38       | 3.19       | 1.06       | 1.31       | 1.31       | 1.31       | 1.31       | 1.31       | 1.31       | 0.2        |

### Calidad postcosecha

| Trat         | % ácido cítrico |       |       |       |       |      |       |       |       |       |       |       |     |      |       |       |      |      |      |      |
|--------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|------|-------|-------|------|------|------|------|
| Combinada    | 0.64            | 0.576 | 0.704 | 0.64  | 0.64  | 0.77 | 0.576 | 0.576 | 0.768 | 1.536 | 0.896 | 0.768 | 0.8 | 0.83 | 0.768 | 0.832 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.77 |
| Orgánica     | 0.768           | 0.576 | 0.576 | 0.64  | 0.768 | 0.58 | 0.832 | 0.832 | 0.832 | 0.96  | 0.64  | 0.768 | 0.6 | 0.64 | 0.64  | 0.768 | 0.96 |      |      |      |
| convencional | 0.704           | 0.96  | 0.768 | 0.704 | 0.896 | 0.83 | 0.64  | 0.768 | 0.832 | 0.64  | 0.96  | 0.96  | 0.8 | 0.7  | 0.896 | 0.64  | 0.7  | 0.77 | 0.83 | 0.77 |

### Sólidos solubles totales

| Tratamiento  |          | fruto  |        |        |        |       |
|--------------|----------|--------|--------|--------|--------|-------|
|              | árbol    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5     |
| Combinada    | 13       | 14.6   | 13.6   | 13.5   | 12.2   | 16.6  |
|              | 72       | 10.6   | 12.5   | 13.8   | 11.2   | 9.1   |
|              | 69       | 12.7   | 14.1   | 13.1   | 12.4   | 12.9  |
|              | 26       | 12.4   | 14.6   | 15.2   | 13.7   | 13.6  |
|              | Promedio | 12.575 | 13.7   | 13.9   | 12.375 | 13.05 |
| Convencional | árbol    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5     |
|              | 6        | 14.4   | 15.7   | 13.1   | 14     | 15.5  |
|              | 8        | 14     | 14.7   | 12.6   | 13.8   | 11.4  |
|              | 49       | 10.2   | 13.5   | 12.6   | 12.1   | 13.7  |
|              | 62       | 13.3   | 12.2   | 14.4   | 13.4   | 13.9  |
| Promedio     | 12.975   | 14.025 | 13.175 | 13.325 | 13.625 |       |
| Orgánico     | árbol    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5     |
|              | 47       | 15.5   | 14.7   |        |        |       |
|              | 18       | 13.4   | 15.5   | 13     | 12.8   | 13.9  |
|              | 53       | 12     | 13.9   | 8.6    | 13.5   | 14    |
|              | 55       | 12.5   | 12     | 10.3   | 14.3   | 11.6  |
| Promedio     | 13.35    | 14     | 10.63  | 13.53  | 13.16  |       |

### Ácido ascórbico

| Tratamiento  | Lectura |      |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|---------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | 1       | 2    | 3     | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    |
| Combinada    | 14.95   | 13.2 | 23.73 | 2.67 | 21.98 | 21.98 | 34.26 | 11.44 | 25.49 | 18.47 | 11.44 | 18.47 | 14.95 | 16.71 | 14.95 | 16.71 | 18.47 | 13.2  | 14.95 | 18.47 |
| orgánica     | 16.71   | 4.42 | 16.71 | 16.7 | 14.95 | 13.2  | 20.22 | 16.71 | 18.47 | 16.71 | 14.95 | 20.22 | 14.95 | 13.2  | 16.71 | 18.47 | 23.73 |       |       |       |
| convencional | 18.47   | 18.5 | 18.47 | 18.5 | 18.47 | 11.44 | 18.47 | 18.47 | 18.47 | 18.47 | 11.44 | 16.71 | 18.47 | 14.95 | 14.95 | 16.71 | 14.95 | 23.73 | 7.934 | 11.44 |

### Color de fruto

| 04/06/2018 |      |              |      | 06-jun-18    |          |      |           |       |      |              |      |      | tratamientos |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|--------------|------|--------------|----------|------|-----------|-------|------|--------------|------|------|--------------|------|------|------|------|------|------|
|            |      |              |      | tratamientos |          |      | Combinada |       |      | convencional |      |      | orgánica     |      |      |      |      |      |      |
| Combinada  |      | convencional |      |              | orgánica |      |           | fruto | L    | A            | B    | L    | A            | B    | L    | A    | B    |      |      |
| fruto      | L    | A            | B    | L            | A        | B    | L         | A     | B    |              | L    | A    | B            | L    | A    | B    |      |      |      |
|            |      |              |      |              |          |      |           |       |      | 1            | 61.5 | 10.1 | 33.7         | 63   | 6.8  | 31.9 | 44.1 | 1.7  | 18.4 |
| 1          | 62.5 | 8.9          | 34.5 | 63.9         | 4.7      | 32.7 | 66        | 1     | 34.5 |              | 54   | 11.5 | 27.1         | 61.9 | 5.8  | 30.9 | 65.5 | 5.4  | 34.1 |
|            | 56.8 | 11.6         | 29.5 | 64.6         | 2.2      | 31.3 | 50.9      | 14.7  | 24.2 | 2            | 57.7 | 7.8  | 30.4         | 56.5 | 3.6  | 29.3 | 58.5 | 0.8  | 31.1 |
| 2          | 61.7 | 7.6          | 33.8 | 59.1         | 3.1      | 31.6 | 57.2      | 4.9   | 33.3 |              | 58.1 | 9.5  | 30.7         | 51   | 13.6 | 24.4 | 53.6 | 9.7  | 26.7 |
|            | 60.6 | 8.7          | 32.9 | 59.5         | 2.8      | 31.9 | 59.1      | -1.9  | 31.6 | 3            | 55.7 | 7.6  | 25.1         | 55.3 | 8    | 28.2 | 61.5 | 7.2  | 30.5 |
| 3          | 58.3 | 1.7          | 30.9 | 60.3         | 7.2      | 32.6 | 61        | 7.4   | 33.2 |              | 57.7 | 3.6  | 2.7          | 61.9 | 7.8  | 30.9 | 59.3 | 7.4  | 31.7 |
|            | 61   | 0.5          | 30   | 62.1         | 5.4      | 34.2 | 62.8      | 8.6   | 34.8 | 4            | 61.2 | 2.6  | 30.2         | 56.9 | 8.5  | 29.7 | 57.3 | 0.8  | 30   |
| 4          | 59.1 | -1.4         | 31.6 | 57.2         | 7        | 24.9 | 51.3      | 10.7  | 24.6 |              | 60   | 1.5  | 29.2         | 55.3 | 8    | 24.7 | 52.8 | 10.6 | 26   |
|            | 62.8 | -1           | 31.7 | 63.2         | 8.2      | 35.1 | 53.9      | 7     | 27   | 5            | 64.1 | 2.1  | 32.8         | 58.9 | 8.7  | 31.4 | 62.3 | 4.6  | 31.2 |
| 5          | 56.8 | 3.2          | 29.5 | 61.4         | 3.1      | 33.5 | 55.1      | 6.8   | 28.1 |              | 56.5 | 3.6  | 25.9         | 61.2 | 6.5  | 30.2 | 55.3 | 8.1  | 24.7 |
|            | 58.3 | 3.9          | 27.6 | 62.8         | 2.8      | 3.4  | 50.9      | 73.6  | 28   |              | 56.1 | 7.2  | 29           | 54.4 | 7.3  | 27.9 | 55.7 | 9.9  | 25.1 |
|            | 58.3 | 4.8          | 34.2 | 61.7         | 0.9      | 33.8 | 55.6      | 10.8  | 28.5 | 6            | 57.3 | 8.2  | 30           | 58.5 | 2.9  | 31.1 | 56.9 | 6.5  | 29.7 |
| 6          | 59.9 | 5.5          | 32.2 | 57.6         | 4.6      | 30.2 | 58        | 5.2   | 30.6 |              | 61.2 | 5.6  | 30.2         | 58.5 | 7.1  | 31.1 | 56.1 | 10.5 | 29   |
|            | 56.8 | 5.3          | 29.5 | 59.5         | 5.9      | 31.9 | 61.7      | 6.8   | 33.8 | 7            | 54   | 8.2  | 27.1         | 50.6 | 13   | 20.1 | 59.3 | 8.4  | 31.7 |
| 7          | 61.7 | 2.8          | 33.8 | 56           | 7.1      | 28.8 | 61.4      | 5.1   | 33.5 |              | 61.9 | 6.8  | 34           | 60   | 4.6  | 29.2 | 57.7 | 8.9  | 30.4 |
|            | 57.6 | 7.7          | 33.6 | 57.2         | 7        | 29.9 | 53.9      | 10.3  | 30.6 | 8            | 54   | 9.3  | 27.1         | 56.1 | 10.5 | 25.5 | 5.4  | 10.4 | 27.1 |
| 8          | 63.2 | 5.4          | 35.1 | 59.5         | 3.8      | 39.9 | 59.1      | 8.3   | 31.6 |              | 58.1 | 2.2  | 30.7         | 59.7 | 2.9  | 28.8 | 60.8 | 6.9  | 33   |
|            | 61.7 | -2.1         | 33.8 | 62.1         | 4.4      | 34.2 | 59.9      | 6.5   | 32.2 | 9            | 58.1 | 5.3  | 30.7         | 57.3 | 8.3  | 26.7 | 58.5 | 7.1  | 31.3 |
| 9          | 58.3 | 2.8          | 30.9 | 58           | 4.2      | 30.6 | 63.9      | 2.8   | 35.7 | 10           | 63.7 | 5.2  | 32.5         | 51.4 | 8.4  | 24.8 | 56.5 | 4.7  | 29.3 |

|    |      |      |      |      |      |      |      |     |      |  |      |     |      |      |    |      |      |     |    |
|----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|--|------|-----|------|------|----|------|------|-----|----|
|    | 63.2 | -1.3 | 32   | 58   | -6.2 | 30.6 | 58   | 2.1 | 30.6 |  | 61.9 | 2.9 | 30.9 | 58.1 | -4 | 27.4 | 57.3 | 9.3 | 30 |
| 10 | 63.6 | 3.2  | 32.2 | 52.2 | 7.5  | 25.4 | 53.5 | 9.6 | 26.6 |  |      |     |      |      |    |      |      |     |    |

### Color de fruto

| fruto | 08-jun-18 |      |      | tratamientos |   |   |          |      |      |
|-------|-----------|------|------|--------------|---|---|----------|------|------|
|       | Combinada |      |      | convenciona  |   |   | orgánico |      |      |
|       | L         | A    | B    | L            | A | B | L        | A    | B    |
| 1     | 53.7      | 8.8  | 26.6 |              |   |   | 61.7     | 4.5  | 30.4 |
|       | 58.2      | 11.9 | 30.6 |              |   |   | 37.7     | 12.5 | 10.8 |
| 2     | 59        | 11.1 | 31.3 |              |   |   | 55.8     | 4.6  | 28.5 |
|       | 58.2      | 10.8 | 30.6 |              |   |   | 60.2     | 4.8  | 32.3 |
| 3     | 55        | 8.7  | 27.8 |              |   |   | 54.6     | 10.2 | 27.4 |
|       | 46.9      | 16.2 | 20.3 |              |   |   | 52.9     | 10.8 | 25.9 |
| 4     | 53.7      | 7.6  | 26.6 |              |   |   | 54.2     | 6.1  | 27   |
|       | 58.6      | 8.3  | 31   |              |   |   | 55.8     | 4.5  | 28.5 |
| 5     | 55.4      | 11.6 | 28.2 |              |   |   | 58.6     | 7.3  | 31   |
|       | 59.8      | 7.2  | 32   |              |   |   | 58.2     | 8.7  | 30.6 |
| 6     | 54.6      | 6.9  | 27.4 |              |   |   | 55.8     | 13.3 | 28.5 |
|       | 55.4      | 7.2  | 28.2 |              |   |   | 55.4     | 9.4  | 28.7 |
| 7     | 55.8      | 7.9  | 28.5 |              |   |   | 57       | 11   | 29.6 |
|       | 52.9      | 5    | 25.9 |              |   |   | 51.6     | 8.7  | 24.7 |
| 8     | 53.3      | 11.5 | 26.3 |              |   |   | 59.9     | 9    | 31.3 |
|       | 54.2      | 9.5  | 27   |              |   |   | 52       | 10.5 | 28.8 |
| 9     | 51.6      | 9.8  | 24.7 |              |   |   | 56.2     | 11.8 | 28.9 |
|       | 57.7      | 7.8  | 29.6 |              |   |   | 56.2     | 10.7 | 28.9 |
| 10    | 57        | 9.9  | 29.6 |              |   |   | 55       | 10.8 | 27.8 |
|       | 55.4      | 7.2  | 28.2 |              |   |   | 52.9     | 13.1 | 25.9 |



---

## firmeza

---

datos tomados al inicio y al final de evaluación

---

| 04-jun-18 |     |      |     |          |     |     | 08-jun-18 |     |      |     |          |     |     |
|-----------|-----|------|-----|----------|-----|-----|-----------|-----|------|-----|----------|-----|-----|
| combinada |     | conv |     | orgánico |     |     | combinada |     | conv |     | orgánico |     |     |
| fruto     | a   | b    | a   | b        | a   | b   | fruto     | a   | b    | a   | b        | a   | b   |
| 1         | 550 | 465  | 595 | 910      | 575 | 550 | 1         | 215 | 265  | 225 | 285      | 165 | 235 |
| 2         | 485 | 330  | 705 | 785      | 570 | 645 | 2         | 350 | 320  | 380 | 340      | 280 | 315 |
| 3         | 635 | 510  | 840 | 675      | 665 | 335 | 3         | 310 | 240  | 325 | 270      | 295 | 160 |
| 4         | 345 | 500  | 835 | 780      | 745 | 600 | 4         | 255 | 290  | 290 | 315      | 275 | 235 |
| 5         | 610 | 620  | 755 | 350      | 815 | 855 | 5         | 220 | 260  | 285 | 315      | 275 | 290 |
| 6         | 810 | 955  | 450 | 485      | 820 | 535 | 6         | 270 | 265  | 290 | 295      | 220 | 210 |
| 7         | 615 | 585  | 525 | 480      | 600 | 750 | 7         | 340 | 390  | 360 | 395      | 380 | 230 |
| 8         | 500 | 495  | 505 | 540      | 460 | 610 | 8         | 185 | 225  | 225 | 295      | 190 | 265 |
| 9         | 425 | 530  | 530 | 650      | 620 | 580 | 9         | 125 | 395  | 200 | 325      | 220 | 290 |
| 10        | 805 | 710  | 705 | 590      | 360 | 440 | 10        | 415 | 320  | 350 | 400      | 240 | 240 |

### Concentración nutrimental del suelo

| Identificación |      |             | pH               | CE                   | M.O. ( % ) | Nt              | P           | K           | Ca                      | Mg         | Na       | Fe         | Cu         | Zn         | Mn         | CIC        | B          |             |             |
|----------------|------|-------------|------------------|----------------------|------------|-----------------|-------------|-------------|-------------------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
|                |      |             | 1:2 *            | 1:5 H <sub>2</sub> O | Walkley -  | ( % )           | Olsen       | ←           | NH <sub>4</sub> OAc 1 N | →          | ←        | ←          | DTPA       | →          |            |            |            |             |             |
|                |      |             | pH 7             |                      |            |                 |             |             |                         |            |          |            |            |            |            |            |            |             |             |
| tra            | blo  | No de Árbol | Profundidad (cm) | H <sub>2</sub> O     | mmhos/cm   | Black           | ppm         | meq/100g    |                         |            |          | ppm        |            |            | meq/100g   | ppm        |            |             |             |
|                |      |             |                  | dS m <sup>-1</sup>   |            | (cmoles+Kg - 1) |             |             |                         |            |          |            |            |            |            |            |            |             |             |
| comb           | 1    | Árbol 4     | 0-30             | 8.1                  | 0.15       | 2.32            | 0.15        | 151         | 1.8                     | 11         | 7        | 0.3        | 8          | 0.6        | 2.4        | 9          | 21.7       | 1.28        |             |
|                |      | Árbol 4     | 30-60            | 7.1                  | 0.08       | 1.03            | 0.05        | 41          | 1.4                     | 8          | 4        | 0.2        | 7          | 0.3        | 0.8        | 4          | 10.0       | 0.45        |             |
|                | 2    | Árbol 22    | 0-30             | 8.2                  | 0.08       | 1.50            | 0.07        | 24          | 1.7                     | 6          | 5        | 0.2        | 6          | 0.2        | 1.4        | 5          | 10.8       | 0.20        |             |
|                |      | Árbol 22    | 30-60            | 8.2                  | 0.06       | 0.75            | 0.03        | 13          | 1.0                     | 5          | 5        | 0.3        | 5          | 0.1        | 0.8        | 4          | 8.9        | 0.24        |             |
|                | 3    | Árbol 10    | 0-30             | 8.4                  | 0.16       | 2.19            | 0.12        | 113         | 3.2                     | 7          | 6        | 0.2        | 9          | 0.5        | 2.8        | 6          | 13.5       | 1.08        |             |
|                |      | Árbol 10    | 30-60            | 8.3                  | 0.07       | 0.82            | 0.05        | 27          | 1.1                     | 6          | 5        | 0.4        | 5          | 0.2        | 0.5        | 4          | 9.7        | 0.51        |             |
|                | 4    | Árbol 13    | 0-30             | 8.0                  | 0.06       | 1.03            | 0.06        | 21          | 1.2                     | 6          | 4        | 0.2        | 9          | 0.2        | 1.8        | 5          | 9.2        | 0.55        |             |
|                |      | Árbol 13    | 30-60            | 7.9                  | 0.07       | <b>0.75</b>     | <b>0.05</b> | <b>13</b>   | <b>0.9</b>              | <b>6</b>   | <b>4</b> | <b>0.6</b> | <b>5</b>   | <b>0.2</b> | <b>0.5</b> | <b>4</b>   | <b>8.4</b> | <b>0.33</b> |             |
|                | conv | 1           | Árbol 6          | 0-30                 | 8.3        | 0.07            | 1.44        | 0.09        | 36                      | 1.4        | 8        | 5          | 0.6        | 7          | 0.6        | 1.1        | 5          | 11.0        | 0.43        |
|                |      |             | Árbol 6          | 30-60                | 8.4        | 0.10            | 0.82        | 0.06        | 28                      | 1.1        | 10       | 5          | 0.2        | 7          | 0.3        | 0.7        | 4          | 10.8        | 0.53        |
| 2              |      | Árbol 8     | 0-30             | 8.2                  | 0.06       | 1.30            | 0.06        | 10          | 0.7                     | 6          | 5        | 0.2        | 8          | 0.2        | 0.8        | 5          | 10.8       | 0.32        |             |
|                |      | Árbol 8     | 30-60            | 8.4                  | 0.08       | 0.89            | 0.04        | 12          | 0.8                     | 7          | 4        | 0.5        | 5          | 0.2        | 0.4        | 3          | 9.9        | 0.29        |             |
| 3              |      | Árbol 49    | 0-30             | 7.5                  | 0.12       | 1.30            | 0.08        | 10          | 1.7                     | 5          | 4        | 0.2        | 9          | 0.3        | 1.2        | 11         | 10.7       | 0.59        |             |
|                |      | Árbol 49    | 30-60            | 8.0                  | 0.07       | 0.62            | 0.05        | 8           | 0.9                     | 5          | 5        | 0.4        | 5          | 0.2        | 0.4        | 5          | 9.1        | 0.18        |             |
| 4              |      | Árbol 15    | 0-30             | 8.0                  | 0.08       | 1.50            | 0.08        | 9           | 0.9                     | 5          | 5        | 0.3        | 8          | 0.2        | 0.8        | 6          | 9.6        | 0.49        |             |
|                |      | Árbol 15    | 30-60            | 8.0                  | 0.06       | 0.82            | 0.05        | 7           | 0.6                     | 5          | 5        | 0.3        | 6          | 0.2        | 0.6        | 6          | 7.4        | 0.19        |             |
| org            |      | 1           | Árbol 47         | 0-30                 | 8.0        | 0.08            | 2.19        | 0.04        | 10                      | 0.8        | 7        | 5          | 0.3        | 8          | 0.1        | 1.3        | 3          | 9.3         | 0.19        |
|                |      |             | Árbol 47         | 30-60                | 7.9        | 0.11            | <b>1.74</b> | <b>0.10</b> | <b>36</b>               | <b>1.5</b> | <b>7</b> | <b>6</b>   | <b>0.2</b> | <b>9</b>   | <b>0.3</b> | <b>3.3</b> | <b>7</b>   | <b>8.6</b>  | <b>0.65</b> |
|                | 2    | Árbol 18    | 0-30             | 8.2                  | 0.08       | 1.98            | 0.10        | 23          | 1.5                     | 7          | 5        | 0.2        | 9          | 0.2        | 2.0        | 6          | 11.8       | 0.74        |             |
|                |      | Árbol 18    | 30-60            | 8.3                  | 0.11       | 1.78            | 0.11        | 38          | 1.6                     | 7          | 5        | 0.4        | 10         | 0.2        | 2.1        | 6          | 9.6        | 0.70        |             |
|                | 3    | Árbol 43    | 0-30             | 7.9                  | 0.12       | 1.91            | 0.10        | 51          | 1.2                     | 7          | 6        | 0.2        | 9          | 0.2        | 3.2        | 7          | 11.8       | 0.60        |             |
|                |      | Árbol 43    | 30-60            | 8.2                  | 0.06       | 0.55            | 0.03        | 8           | 0.6                     | 5          | 5        | 0.3        | 4          | 0.1        | 2.0        | 3          | 5.1        | 0.06        |             |
|                | 4    | Árbol 55    | 0-30             | 8.0                  | 0.10       | 2.19            | 0.11        | 82          | 1.5                     | 8          | 6        | 0.3        | 8          | 0.3        | 3.2        | 6          | 10.0       | 0.52        |             |
|                |      | Árbol 55    | 30-60            | 8.0                  | 0.07       | 0.62            | 0.04        | 8           | 0.9                     | 5          | 5        | 0.3        | 4          | 0.2        | 2          | 5          | 8.7        | 0.13        |             |

### Concentración nutrimental en hojas y fruto de durazno 2018

| Control interno | Identificación de la muestra | N, %  | P ppm    | K ppm     | Ca ppm    | Mg ppm   | S ppm    | Fe ppm   | Cu ppm | Zn ppm | Mn ppm | B ppm  |
|-----------------|------------------------------|-------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|
| 3626            | 1                            | 3.920 | 1760.470 | 5659.090  | 15230.200 | 4978.510 | 2166.620 | 327.783  | 3.153  | 13.561 | 40.859 | 49.144 |
| 3627            | 2                            | 3.430 | 1626.980 | 5053.280  | 24772.100 | 5950.900 | 2081.560 | 264.219  | 4.623  | 11.595 | 45.308 | 53.487 |
| 3628            | 3                            | 3.325 | 1610.870 | 5628.060  | 17745.900 | 4665.530 | 1977.640 | 301.588  | 2.999  | 11.909 | 37.380 | 51.132 |
| 3629            | 4                            | 3.605 | 1765.240 | 7987.630  | 16414.600 | 4377.540 | 1984.420 | 379.689  | 4.646  | 9.380  | 48.147 | 49.417 |
| 3630            | 5                            | 4.060 | 2044.610 | 12564.000 | 15744.900 | 4898.410 | 2099.480 | 449.937  | 2.785  | 14.696 | 47.802 | 56.021 |
| 3631            | 6                            | 4.410 | 1979.730 | 11880.400 | 18687.200 | 4717.000 | 1968.470 | 521.032  | 4.971  | 10.697 | 49.182 | 54.747 |
| 3632            | 7                            | 3.745 | 1601.910 | 9414.820  | 15885.600 | 4776.020 | 1905.270 | 459.956  | 1.955  | 11.384 | 41.240 | 46.821 |
| 3633            | 8                            | 4.025 | 1910.560 | 12431.900 | 17118.900 | 4684.470 | 1927.190 | 393.729  | 3.224  | 4.908  | 37.311 | 53.124 |
| 3634            | 9                            | 3.500 | 1726.740 | 11737.200 | 19679.900 | 5140.890 | 1789.200 | 453.064  | 3.805  | 9.897  | 33.748 | 54.139 |
| 3635            | 10                           | 3.220 | 1728.060 | 13852.800 | 19974.100 | 5911.460 | 1937.810 | 191.651  | 5.428  | 7.221  | 35.651 | 56.292 |
| 3636            | 11                           | 3.710 | 2126.820 | 7652.680  | 9257.200  | 3199.540 | 1865.700 | 130.453  | 4.524  | 12.781 | 46.772 | 44.798 |
| 3637            | 12                           | 2.940 | 1676.930 | 10037.100 | 29838.300 | 4556.060 | 1611.850 | 168.788  | 3.878  | 9.334  | 38.975 | 50.447 |
| 3638            | 13                           | 3.815 | 1800.480 | 8525.910  | 12449.700 | 4146.310 | 1843.170 | 151.902  | 3.907  | 14.399 | 43.160 | 49.987 |
| 3639            | 14                           | 3.325 | 1560.940 | 10692.800 | 20244.500 | 6416.640 | 1961.390 | 209.431  | 3.987  | 9.289  | 48.578 | 51.329 |
| 3640            | 15                           | 3.570 | 1623.570 | 10422.600 | 23986.800 | 6564.770 | 1921.360 | 180.001  | 4.105  | 13.754 | 67.381 | 56.261 |
| 3641            | 16                           | 3.010 | 1429.890 | 4435.600  | 21024.300 | 5272.520 | 1890.100 | 209.697  | 3.806  | 12.248 | 58.449 | 52.474 |
| 3642            | 17                           | 3.150 | 1729.820 | 7861.590  | 21084.100 | 5419.810 | 1959.850 | 199.152  | 2.967  | 16.081 | 60.554 | 54.358 |
| 3643            | 18                           | 3.885 | 1838.890 | 10345.000 | 17577.800 | 4156.660 | 2088.830 | 249.662  | 2.315  | 10.032 | 58.114 | 53.667 |
| 3644            | 19                           | 2.975 | 1628.930 | 9999.310  | 22830.400 | 6467.670 | 1952.220 | 170.715  | 2.670  | 10.690 | 51.711 | 49.637 |
| 3645            | 20                           | 3.535 | 1695.300 | 10399.500 | 23286.800 | 5965.920 | 1964.720 | 327.790  | 2.953  | 11.583 | 61.262 | 55.367 |
| 3646            | 21                           | 1.995 | 1575.860 | 9479.770  | 24163.500 | 5353.460 | 1859.950 | 1501.220 | 4.798  | 14.373 | 64.208 | 52.700 |
| 3647            | 22                           | 3.640 | 1735.320 | 6825.080  | 21408.500 | 6332.390 | 2083.320 | 215.790  | 10.394 | 14.503 | 71.520 | 55.764 |
| 3648            | 23                           | 3.220 | 1744.080 | 10658.700 | 20649.500 | 5552.150 | 1825.110 | 254.976  | 4.128  | 6.960  | 47.680 | 57.951 |
| 3649            | 24                           | 3.290 | 1786.280 | 8862.740  | 16690.600 | 4450.550 | 1870.910 | 302.457  | 3.618  | 11.123 | 43.910 | 55.514 |
| 3650            | 25                           | 3.150 | 1739.800 | 5831.550  | 21438.500 | 4925.360 | 1652.690 | 136.125  | 4.251  | 8.647  | 37.725 | 52.811 |
| 3651            | 26                           | 3.605 | 1559.080 | 9200.050  | 21522.500 | 5834.720 | 1790.890 | 210.304  | 3.114  | 11.924 | 32.732 | 49.925 |

|              |    |       |          |           |           |          |          |         |       |        |        |        |
|--------------|----|-------|----------|-----------|-----------|----------|----------|---------|-------|--------|--------|--------|
| 3652         | 27 | 3.465 | 1782.620 | 5073.020  | 20915.100 | 6062.970 | 1947.220 | 144.909 | 3.682 | 11.353 | 30.150 | 59.807 |
| <b>fruto</b> |    |       |          |           |           |          |          |         |       |        |        |        |
| 3653         | 28 | 3.955 | 2050.860 | 13355.700 | 17214.700 | 5127.490 | 2080.590 | 130.717 | 3.719 | 11.447 | 38.445 | 59.217 |
| 3654         | 29 | 3.815 | 1920.180 | 12944.200 | 20835.500 | 5678.730 | 2157.700 | 290.744 | 3.891 | 7.283  | 39.416 | 57.597 |
| 3655         | 30 | 3.255 | 1907.000 | 10929.500 | 17331.500 | 5397.280 | 2100.680 | 161.587 | 3.752 | 15.271 | 39.251 | 49.932 |
| 3656         | 31 | 4.620 | 2028.370 | 10012.400 | 14629.000 | 4771.210 | 2246.530 | 213.477 | 3.468 | 8.039  | 31.006 | 60.475 |
| 3657         | 32 | 4.060 | 1968.850 | 12379.700 | 15546.200 | 5062.170 | 2115.820 | 199.708 | 3.015 | 8.901  | 33.033 | 56.820 |
| 3658         | 33 | 3.710 | 1956.180 | 11649.300 | 16082.500 | 4789.120 | 1962.300 | 166.841 | 4.073 | 10.130 | 31.601 | 57.760 |
| 3659         | 34 | 3.990 | 1834.970 | 10072.700 | 16995.200 | 5270.440 | 1967.870 | 240.005 | 3.655 | 16.464 | 40.836 | 52.022 |
| 3660         | 35 | 3.010 | 1616.730 | 8692.200  | 22067.000 | 5752.110 | 1775.010 | 328.367 | 4.179 | 14.825 | 31.481 | 48.398 |
| 3661         | 36 | 3.010 | 1773.400 | 9381.670  | 17978.300 | 5163.850 | 1661.610 | 134.260 | 3.264 | 8.614  | 29.177 | 53.623 |
| 3662         | 37 | 3.185 | 1865.150 | 10681.700 | 21482.000 | 5390.190 | 1808.330 | 156.456 | 3.768 | 12.910 | 37.049 | 57.360 |
| 3663         | 38 | 3.255 | 1989.280 | 9012.330  | 22861.900 | 6355.910 | 1850.950 | 143.727 | 3.685 | 10.125 | 31.015 | 59.934 |
| 3664         | 39 | 3.360 | 1548.080 | 7744.660  | 18948.100 | 6359.260 | 1724.090 | 157.563 | 5.228 | 9.716  | 24.882 | 51.801 |
| 3665         | 40 | 2.520 | 2264.620 | 9764.030  | 772.495   | 1098.170 | 1076.840 | 139.686 | 2.888 | 12.156 | 12.067 | 78.005 |
| 3666         | 41 | 1.540 | 1424.920 | 7840.510  | 1950.170  | 719.994  | 504.900  | 107.422 | 1.763 | 6.146  | 7.404  | 52.775 |
| 3667         | 42 | 2.310 | 1504.270 | 8913.230  | 728.457   | 712.308  | 712.670  | 93.823  | 1.437 | 3.358  | 8.383  | 56.059 |
| 3668         | 43 | 3.150 | 2505.800 | 9767.460  | 787.455   | 1163.980 | 1155.720 | 140.502 | 3.610 | 13.078 | 12.792 | 75.743 |
| 3669         | 44 | 1.120 | 2521.500 | 6986.680  | 918.845   | 1102.670 | 1031.790 | 173.067 | 4.453 | 8.028  | 12.254 | 67.668 |
| 3670         | 45 | 1.505 | 1583.860 | 8273.610  | 708.283   | 725.268  | 592.899  | 113.406 | 1.270 | 2.062  | 7.677  | 59.373 |
| 3671         | 46 | 1.435 | 2074.270 | 8637.140  | 633.737   | 846.971  | 722.895  | 109.520 | 1.772 | 7.374  | 9.860  | 60.334 |
| 3672         | 47 | 1.750 | 2382.890 | 8114.580  | 855.993   | 1053.410 | 989.694  | 137.217 | 2.335 | 8.719  | 11.762 | 69.768 |
| 3673         | 48 | 1.050 | 1438.690 | 6266.600  | 701.437   | 645.421  | 622.697  | 69.554  | 4.727 | 1.945  | 7.565  | 49.364 |
| 3674         | 49 | 2.590 | 3255.280 | 5767.810  | 987.892   | 1293.990 | 1317.010 | 144.486 | 3.415 | 12.200 | 13.135 | 95.713 |
| 3675         | 50 | 2.660 | 2948.660 | 6585.370  | 781.823   | 1196.730 | 1248.850 | 188.952 | 3.483 | 8.707  | 14.110 | 74.402 |
| 3676         | 51 | 1.820 | 2942.980 | 10006.900 | 833.062   | 1017.520 | 1049.860 | 115.831 | 4.445 | 7.829  | 12.288 | 74.909 |
| 3677         | 52 | 1.260 | 1804.300 | 7994.330  | 730.156   | 735.956  | 661.508  | 159.397 | 2.733 | 7.502  | 9.859  | 55.530 |
| 3678         | 53 | 1.400 | 1673.010 | 7580.560  | 699.768   | 742.901  | 703.562  | 107.525 | 2.998 | 8.753  | 9.425  | 53.176 |

|      |    |       |          |           |          |          |          |         |       |        |        |         |
|------|----|-------|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|-------|--------|--------|---------|
| 3679 | 54 | 1.400 | 1577.730 | 10277.500 | 776.185  | 702.826  | 693.942  | 145.319 | 2.705 | 4.433  | 8.135  | 58.784  |
| 3680 | 55 | 1.470 | 1690.560 | 9262.670  | 723.205  | 774.534  | 781.828  | 118.888 | 3.894 | 4.382  | 8.918  | 62.273  |
| 3681 | 56 | 1.330 | 1515.900 | 7850.550  | 757.269  | 649.704  | 572.281  | 60.552  | 2.808 | 6.390  | 6.890  | 50.554  |
| 3682 | 57 | 1.225 | 1435.830 | 9300.050  | 862.138  | 761.870  | 673.086  | 69.422  | 1.592 | 5.947  | 7.308  | 58.014  |
| 3683 | 58 | 1.505 | 1875.990 | 9146.170  | 854.056  | 916.159  | 877.486  | 105.652 | 3.124 | 11.140 | 11.107 | 55.277  |
| 3684 | 59 | 1.190 | 1552.440 | 7509.940  | 670.482  | 748.294  | 660.763  | 145.336 | 3.064 | 4.459  | 7.186  | 51.645  |
| 3685 | 60 | 1.050 | 1423.130 | 10782.800 | 888.643  | 663.487  | 575.992  | 96.107  | 7.789 | 4.546  | 8.077  | 60.956  |
| 3686 | 61 | 0.980 | 1367.590 | 10194.800 | 769.563  | 701.512  | 536.475  | 72.564  | 4.769 | 3.969  | 6.401  | 56.438  |
| 3687 | 62 | 1.330 | 1500.980 | 8290.290  | 703.153  | 761.902  | 683.817  | 112.774 | 2.628 | 5.657  | 8.209  | 53.387  |
| 3688 | 63 | 1.190 | 1301.860 | 8608.930  | 746.350  | 641.972  | 632.461  | 90.447  | 2.321 | 7.160  | 8.774  | 56.257  |
| 3689 | 64 | 1.365 | 1423.570 | 9758.040  | 938.420  | 798.919  | 774.015  | 83.707  | 2.086 | 4.047  | 10.100 | 58.086  |
| 3690 | 65 | 1.575 | 1670.990 | 3041.370  | 794.151  | 677.984  | 700.568  | 75.692  | 2.671 | 7.726  | 8.052  | 53.227  |
| 3691 | 66 | 1.400 | 1666.740 | 10165.200 | 1005.010 | 780.450  | 695.719  | 97.455  | 1.266 | 4.160  | 9.506  | 68.066  |
| 3692 | 67 | 1.400 | 1460.640 | 8746.580  | 825.581  | 765.689  | 738.474  | 66.830  | 1.772 | 4.501  | 8.791  | 61.374  |
| 3693 | 68 | 1.155 | 1417.040 | 6608.050  | 685.776  | 630.005  | 569.596  | 203.774 | 2.136 | 5.278  | 8.419  | 53.432  |
| 3694 | 69 | 2.135 | 2485.140 | 8915.260  | 684.804  | 957.337  | 1114.670 | 98.735  | 3.329 | 8.791  | 10.416 | 80.321  |
| 3695 | 70 | 1.015 | 1437.310 | 7177.770  | 628.169  | 626.990  | 528.459  | 69.877  | 1.591 | 5.916  | 7.208  | 58.447  |
| 3696 | 71 | 1.995 | 3219.200 | 14017.800 | 953.357  | 1396.210 | 1231.060 | 508.983 | 7.917 | 16.665 | 18.065 | 93.663  |
| 3697 | 72 | 1.890 | 2903.080 | 6974.600  | 1187.270 | 1236.580 | 1154.680 | 186.648 | 2.812 | 8.759  | 15.585 | 94.577  |
| 3698 | 73 | 2.135 | 3415.700 | 14127.300 | 1012.600 | 1484.910 | 1338.060 | 246.107 | 4.363 | 12.819 | 18.002 | 77.400  |
| 3699 | 74 | 1.400 | 1469.910 | 9565.540  | 800.937  | 754.544  | 681.574  | 95.889  | 2.099 | 4.391  | 9.770  | 67.232  |
| 3700 | 75 | 1.330 | 1530.060 | 10620.000 | 791.685  | 774.768  | 747.029  | 101.636 | 3.096 | 6.888  | 7.844  | 58.451  |
| 3701 | 76 | 1.820 | 2874.050 | 9754.110  | 1060.150 | 1280.380 | 1149.780 | 137.170 | 4.600 | 13.018 | 12.913 | 83.999  |
| 3702 | 77 | 1.330 | 2027.640 | 11962.300 | 946.790  | 853.074  | 810.756  | 177.689 | 3.331 | 6.127  | 9.909  | 67.835  |
| 3703 | 78 | 2.100 | 2524.010 | 10957.300 | 1137.550 | 1080.630 | 1062.340 | 135.777 | 6.210 | 10.274 | 11.664 | 78.850  |
| 3704 | 79 | 1.890 | 2305.800 | 12646.600 | 878.137  | 889.482  | 885.450  | 377.480 | 4.233 | 8.086  | 11.762 | 72.792  |
| 3705 | 80 | 2.240 | 3248.350 | 15269.700 | 1045.930 | 1417.280 | 1373.280 | 197.575 | 4.220 | 9.702  | 15.561 | 87.259  |
| 3706 | 81 | 2.590 | 3318.280 | 18918.400 | 1179.920 | 1490.370 | 1445.810 | 145.138 | 5.776 | 14.401 | 22.300 | 108.860 |

|      |    |       |          |           |         |          |          |         |       |        |        |        |
|------|----|-------|----------|-----------|---------|----------|----------|---------|-------|--------|--------|--------|
| 3707 | 82 | 1.120 | 1497.840 | 7590.690  | 721.195 | 608.618  | 617.885  | 62.005  | 2.195 | 8.957  | 6.974  | 55.449 |
| 3708 | 83 | 2.450 | 2600.140 | 9064.320  | 883.329 | 1161.830 | 1165.850 | 125.428 | 3.409 | 11.355 | 12.758 | 64.530 |
| 3709 | 84 | 0.875 | 1804.640 | 9326.730  | 774.930 | 837.285  | 695.917  | 66.196  | 3.199 | 5.482  | 8.752  | 68.629 |
| 3710 | 85 |       | 3196.070 | 16242.900 | 887.617 | 1361.200 | 1341.840 | 227.652 | 5.199 | 10.466 | 16.288 | 95.020 |
| 3711 | 86 | 1.015 | 1282.990 | 6754.540  | 704.103 | 576.095  | 518.500  | 44.283  | 1.608 | 5.865  | 5.961  | 46.546 |
| 3712 | 87 | 1.960 | 2458.980 | 11464.800 | 973.612 | 909.768  | 1094.730 | 107.726 | 3.166 | 9.404  | 10.312 | 65.397 |

### Datos 2019

#### Porcentaje de floración

#### porcentaje de amarr e

| Tratamiento  | B1    | B2     | B3    | B4    | Tratamiento  | B1   | B2   | B3   | B4   |
|--------------|-------|--------|-------|-------|--------------|------|------|------|------|
| Combinada    | 52.76 | 52.225 | 58.7  | 55.5  | Combinada    | 13.9 | 15.5 | 14.3 | 13.5 |
| Convencional | 55.94 | 47.225 | 68.85 | 58.25 | Convencional | 13.4 | 16.9 | 12.9 | 15.4 |
| Orgánica     | 55.5  | 59.025 | 57.7  | 44.1  | Orgánica     | 15.5 | 16.8 | 16.3 | 7.5  |

#### Rendimiento

| bloq | total kg de cosecha / trat |              |          |
|------|----------------------------|--------------|----------|
|      | combinada                  | Convencional | Orgánica |
| B1   | 15.3                       | 19.2         | 6.1      |
| B2   | 12.1                       | 9            | 38.1     |
| B3   | 13.7                       | 13.7         | 12.4     |
| B4   | 19.1                       | 16.8         | 7.8      |
|      | 15.05                      | 14.675       | 16.1     |

### Crecimiento vegetativo

| combinada | ubicación | Bloque 10-12 cm |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------|-----------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|           |           | 12/03/2019      | 19/03/2019 | 26/03/2019 | 02/04/2019 | 09/04/2019 | 16/04/2019 | 23/04/2019 | 29/04/2019 | 06/05/2019 | 13/05/2019 | 20/05/2019 | 27/05/2019 | 03/06/2019 | 10/06/2019 | 17/06/2019 |
| 4         | N         | 10              | 25         | 37         |            | 53         |            | 56         |            |            | 56         |            | 56         |            |            | 57         |
|           | S         | 1               | 2          | 26         |            | 3          |            | 3          |            |            | 3          |            | 5          |            |            | 5          |
|           | E         | 6               | 12         | 18         |            | 84         |            | 216        |            |            | 286        |            | 322        |            |            | 337        |
|           | O         | 2               | 4          | 7          |            | 7          |            | 7          |            |            | 7          |            | 8          |            |            | 8          |
| promedio  |           | 4.75            | 10.75      | 22         | 29         | 36.75      | 53         | 70.5       | 76         | 82         | 88         | 92         | 97.75      | 98         | 99         | 101.75     |
| 26        | N         | 9               | 19         | 29         |            | 43         |            | 115        |            |            | 157        |            | 163        |            |            | 163        |
|           | S         | 12              | 26         | 61         |            | 86         |            | 140        |            |            | 150        |            | 150        |            |            | 189        |
|           | E         | 14              | 31         | 60         |            | 73         |            | 121        |            |            | 141        |            | 146        |            |            | 148        |
|           | O         | 9               | 19         | 21         |            | 29         |            | 62         |            |            | 127        |            | 131        |            |            | 131        |
| promedio  |           | 11              | 23.75      | 42.75      | 49         | 57.75      | 83         | 109.5      | 120        | 131        | 143.75     | 145        | 147.5      | 150        | 153        | 157.75     |
| 76        | N         | 45              | 103        | 144        |            | 189        |            | 216        |            |            | 248        |            | 248        |            |            | 248        |
|           | S         | 25              | 65         | 87         |            | 116        |            | 137        |            |            | 138        |            | 138        |            |            | 138        |
|           | E         | 28              | 95         | 137        |            | 183        |            | 271        |            |            | 350        |            | 461        |            |            | 596        |
|           | O         | 51              | 110        | 143        |            | 189        |            | 189        |            |            | 215        |            | 224        |            |            | 224        |
| promedio  |           | 37.25           | 93.25      | 127.75     | 148        | 169.25     | 186        | 203.25     | 215        | 226        | 237.75     | 252        | 267.75     | 278        | 289        | 301.5      |
| 80        | N         | 20              | 55         | 73         |            | 35         |            | 78         |            |            | 90         |            | 90         |            |            | 90         |
|           | S         | 14              | 33         | 49         |            | 76         |            | 74         |            |            | 80         |            | 80         |            |            | 85         |
|           | E         | 21              | 53         | 75         |            | 83         |            | 141        |            |            | 183        |            | 203        |            |            | 205        |
|           | O         | 19              | 57         | 76         |            | 103        |            | 146        |            |            | 146        |            | 148        |            |            | 150        |
| promedio  |           | 18.5            | 49.5       | 68.25      | 71         | 74.25      | 91         | 109.75     | 114        | 119        | 124.75     | 127        | 130.25     | 131.5      | 132        | 132.5      |
| 89        | N         | 11              | 31         | 46         |            | 81         |            | 151        |            |            | 207        |            | 221        |            |            | 221        |
|           | S         | 2               | 3          | 3          |            | 4          |            | 10         |            |            | 10         |            | 10         |            |            | 13         |
|           | E         | 15              | 43         | 76         |            | 127        |            | 241        |            |            | 306        |            | 341        |            |            | 341        |
|           | O         | 12              | 46         | 99         |            | 164        |            | 267        |            |            | 321        |            | 325        |            |            | 335        |
| promedio  |           | 10              | 30.75      | 56         | 75         | 94         | 130        | 167.25     | 181        | 195        | 211        | 217        | 224.25     | 225        | 226        | 227.5      |
|           |           | Bloque 12-14    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |

|          |   |              |       |       |    |        |     |        |     |     |        |     |        |     |     |        |
|----------|---|--------------|-------|-------|----|--------|-----|--------|-----|-----|--------|-----|--------|-----|-----|--------|
| 22       | N | 15           | 36    | 55    |    | 83     |     | 139    |     |     | 221    |     | 276    |     |     | 302    |
|          | S | 12           | 34    | 45    |    | 51     |     | 51     |     |     | 51     |     | 51     |     |     | 55     |
|          | E | 2            | 3     | 4     |    | 8      |     | 12     |     |     | 12     |     | 12     |     |     | 12     |
|          | O | 35           | 87    | 116   |    | 156    |     | 231    |     |     | 251    |     | 251    |     |     | 251    |
| promedio |   | 16           | 40    | 55    | 64 | 74.5   | 91  | 108.25 | 116 | 124 | 133.75 | 140 | 147.5  | 149 | 152 | 155    |
| 34       | N | 39           | 87    | 120   |    | 162    |     | 231    |     |     | 251    |     | 255    |     |     | 256    |
|          | S | 2            | 4     | 4     |    | 3      |     | 3      |     |     | 3      |     | 5      |     |     | 5      |
|          | E | 3            | 9     | 19    |    | 40     |     | 99     |     |     | 221    |     | 306    |     |     | 357    |
|          | O | 10           | 25    | 35    |    | 53     |     | 132    |     |     | 171    |     | 240    |     |     | 410    |
| promedio |   | 13.5         | 31.25 | 44.5  | 54 | 64.5   | 90  | 116.25 | 131 | 146 | 161.5  | 179 | 201.5  | 219 | 237 | 257    |
| 45       | N | 11           | 34    | 54    |    | 75     |     | 75     |     |     | 75     |     | 75     |     |     | 75     |
|          | S | 12           | 37    | 61    |    | 69     |     | 146    |     |     | 160    |     | 160    |     |     | 160    |
|          | E | 3            | 9     | 30    |    | 44     |     | 75     |     |     | 91     |     | 91     |     |     | 91     |
|          | O | 16           | 51    | 73    |    | 110    |     | 175    |     |     | 215    |     | 225    |     |     | 225    |
| promedio |   | 10.5         | 32.75 | 54.5  | 64 | 74.5   | 95  | 117.75 | 123 | 129 | 135.25 | 136 | 137.75 | 137 | 137 | 137.75 |
| 72       | N | 33           | 96    | 120   |    | 132    |     | 132    |     |     | 132    |     | 133    |     |     | 133    |
|          | S | 2            | 3     | 20    |    | 81     |     | 167    |     |     | 181    |     | 189    |     |     | 255    |
|          | E | 21           | 66    | 117   |    | 163    |     | 271    |     |     | 315    |     | 345    |     |     | 352    |
|          | O | 15           | 38    | 49    |    | 57     |     | 64     |     |     | 69     |     | 69     |     |     | 69     |
| promedio |   | 17.75        | 50.75 | 76.5  | 92 | 108.25 | 133 | 158.5  | 163 | 169 | 174.25 | 179 | 184    | 190 | 196 | 202.25 |
|          |   | Bloque 14-16 |       |       |    |        |     |        |     |     |        |     |        |     |     |        |
| 10       | N | 15           | 40    | 55    |    | 70     |     | 76     |     |     | 76     |     | 76     |     |     | 76     |
|          | S | 22           | 64    | 65    |    | 67     |     | 67     |     |     | 67     |     | 68     |     |     | 68     |
|          | E | 20           | 60    | 87    |    | 115    |     | 137    |     |     | 138    |     | 138    |     |     | 166    |
|          | O | 18           | 40    | 66    |    | 78     |     | 78     |     |     | 83     |     | 83     |     |     | 83     |
| promedio |   | 18.75        | 51    | 68.25 | 75 | 82.5   | 85  | 89     | 89  | 90  | 91     | 91  | 91.25  | 93  | 96  | 98.25  |
| 69       | N | 11           | 24    | 33    |    | 43     |     | 40     |     |     | 45     |     | 45     |     |     | 45     |
|          | S | 2            | 12    | 12    |    | 35     |     | 40     |     |     | 49     |     | 49     |     |     | 49     |
|          | E | 12           | 57    | 58    |    | 166    |     | 222    |     |     | 230    |     | 266    |     |     | 325    |
|          | O | 11           | 38    | 82    |    | 65     |     | 93     |     |     | 93     |     | 92     |     |     | 94     |



|          |   |              |       |       |     |       |     |       |     |     |        |     |     |     |     |        |
|----------|---|--------------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|--------|
| promedio |   | 9            | 32.75 | 46.25 | 60  | 77.25 | 87  | 98.75 | 100 | 102 | 104.25 | 109 | 113 | 117 | 122 | 128.25 |
|          |   | bloque 16-18 |       |       |     |       |     |       |     |     |        |     |     |     |     |        |
| 13       | N | 6            | 13    | 33    |     | 91    |     | 113   |     |     | 133    |     | 135 |     |     | 135    |
|          | S | 19           | 115   | 131   |     | 137   |     | 137   |     |     | 137    |     | 137 |     |     | 137    |
|          | E | 12           | 90    | 112   |     | 138   |     | 139   |     |     | 139    |     | 139 |     |     | 151    |
|          | O | 14           | 55    | 88    |     | 120   |     | 120   |     |     | 120    |     | 120 |     |     | 121    |
| promedio |   | 12           | 98    | 91    | 101 | 121   | 124 | 127   | 128 | 130 | 132    | 132 | 132 | 133 | 134 | 136    |
| 32       | N | 3            | 8     | 11    |     | 25    |     | 25    |     |     | 25     |     | 25  |     |     | 24     |
|          | S | 8            | 33    | 32    |     | 52    |     | 52    |     |     | 52     |     | 52  |     |     | 52     |
|          | E | 2            | 3     | 3     |     | 6     |     | 15    |     |     | 15     |     | 15  |     |     | 15     |
|          | O | 3            | 7     | 44    |     | 46    |     | 186   |     |     | 271    |     | 302 |     |     | 347    |
| promedio |   | 4            | 12    | 22    | 15  | 32    | 48  | 69.5  | 76  | 82  | 90     | 94  | 98  | 102 | 105 | 109    |

| conv  | Bloque 10-12 cm |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-------|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|       | ubicación       | 12/03/2019 | 19/03/2019 | 26/03/2019 | 02/04/2019 | 09/04/2019 | 16/04/2019 | 23/04/2019 | 29/04/2019 | 06/05/2019 | 13/05/2019 | 20/05/2019 | 27/05/2019 | 03/06/2019 | 10/06/2019 | 17/06/2019 |
| árbol |                 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 6     | N               | 10         | 30         | 30         |            | 35         |            | 36         |            |            | 36         |            | 36         |            |            | 36         |
|       | S               | 4          | 14         | 35         |            | 40         |            | 43         |            |            | 243        |            | 33         |            |            | 40         |
|       | E               | 9          | 38         | 80         |            | 128        |            | 210        |            |            | 287        |            | 358        |            |            | 417        |
|       | O               | 5          | 13         | 13         |            | 14         |            | 14         |            |            | 14         |            | 14         |            |            | 14         |
|       | 7               | 23         | 39.5       | 47         | 54         | 64         | 75         | 85         | 95         | 105        | 108        | 110        | 116        | 121        | 126        |            |
| 20    | N               | 3          | 8          | 47         |            | 122        |            | 289        |            |            | 390        |            | 367        |            |            | 389        |
|       | S               | 2          | 3          | 3          |            | 3          |            | 6          |            |            | 6          |            | 6          |            |            | 6          |
|       | E               | 5          | 13         | 30         |            | 55         |            | 55         |            |            | 91         |            | 86         |            |            | 86         |
|       | O               | 6          | 25         | 61         |            | 81         |            | 81         |            |            | 85         |            | 85         |            |            | 85         |
|       | 4               | 12         | 35         | 48         | 65.25      | 85         | 107        | 118        | 130        | 133        | 134        | 136        | 13         | 139        | 141        |            |
| 57    | N               | 2          | 4          | 4          |            | 4          |            | 4          |            |            | 4          |            | 5          |            |            | 5          |

|              |   |      |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------|---|------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|              | S | 8    | 19 | 40  |    | 55  |     | 55  |     |     | 55  |     | 61  |     |     | 61  |
|              | E | 4    | 10 | 25  |    | 121 |     | 231 |     |     | 234 |     | 234 |     |     | 234 |
|              | O | 3    | 8  | 9   |    | 8   |     | 8   |     |     | 8   |     | 8   |     |     | 9   |
|              |   | 4    | 10 | 19  | 31 | 47  | 60  | 74  | 74  | 74  | 75  | 76  | 77  | 77  | 77  | 77  |
| 59           | N | 10   | 32 | 71  |    | 31  |     | 105 |     |     | 112 |     | 115 |     |     | 119 |
|              | S | 11   | 41 | 61  |    | 61  |     | 71  |     |     | 75  |     | 75  |     |     | 75  |
|              | E | 4    | 11 | 30  |    | 61  |     | 134 |     |     | 153 |     | 153 |     |     | 153 |
|              | O | 5    | 20 | 39  |    | 62  |     | 120 |     |     | 121 |     | 123 |     |     | 127 |
|              |   | 7.5  | 26 | 50  | 51 | 53  | 78  | 107 | 110 | 112 | 115 | 115 | 116 | 116 | 117 | 118 |
| 98           | N | 12   | 43 | 65  |    | 78  |     | 75  |     |     | 79  |     | 82  |     |     | 82  |
|              | S | 11   | 43 | 55  |    | 57  |     | 59  |     |     | 59  |     | 62  |     |     | 62  |
|              | E | 16   | 66 | 87  |    | 112 |     | 196 |     |     | 320 |     | 413 |     |     | 881 |
|              | O | 18   | 51 | 74  |    | 90  |     | 153 |     |     | 171 |     | 464 |     |     | 673 |
|              |   | 14   | 50 | 70  | 76 | 84  | 101 | 120 | 130 | 143 | 157 | 201 | 255 | 320 | 390 | 424 |
| Bloque 12-14 |   |      |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 8            | N | 3    | 5  | 33  |    | 48  |     | 48  |     |     | 48  |     | 48  |     |     | 48  |
|              | S | 15   | 39 | 93  |    | 136 |     | 184 |     |     | 201 |     | 201 |     |     | 201 |
|              | E | 2    | 2  | 4   |    | 4   |     | 7   |     |     | 7   |     | 7   |     |     | 8   |
|              | O | 15   | 50 | 112 |    | 183 |     | 310 |     |     | 412 |     | 428 |     |     | 428 |
|              |   | 8.75 | 24 | 60  | 75 | 92  | 115 | 137 | 147 | 157 | 167 | 169 | 171 | 171 | 171 | 171 |
| 36           | N | 2    | 9  | 20  |    | 34  |     | 65  |     |     | 70  |     | 70  |     |     | 70  |
|              | S | 2    | 7  | 20  |    | 39  |     | 61  |     |     | 69  |     | 69  |     |     | 69  |
|              | E | 9    | 38 | 59  |    | 66  |     | 160 |     |     | 190 |     | 205 |     |     | 206 |
|              | O | 11   | 21 | 36  |    | 56  |     | 159 |     |     | 225 |     | 263 |     |     | 264 |
|              |   | 6    | 18 | 33  | 40 | 48  | 82  | 111 | 120 | 129 | 138 | 144 | 151 | 151 | 151 | 152 |
| 74           | N | 2    | 5  | 47  |    | 8   |     | 8   |     |     | 8   |     | 8   |     |     | 8   |
|              | S | 13   | 41 | 58  |    | 86  |     | 110 |     |     | 110 |     | 112 |     |     | 112 |

|    |              |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |        |
|----|--------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
|    | E            | 10 | 34 | 34  |     | 69  |     | 147 |     |     | 167 |     | 168 |     |     | 168    |
|    | O            | 14 | 41 | 70  |     | 97  |     | 191 |     |     | 225 |     | 230 |     |     | 234    |
|    |              | 9  | 30 | 52  | 58  | 65  | 85  | 114 | 120 | 124 | 127 | 128 | 129 | 129 | 129 | 130    |
| 87 | N            | 3  | 10 | 10  |     | 10  |     | 10  |     |     | 10  |     | 11  |     |     | 102    |
|    | S            | 19 | 77 | 117 |     | 171 |     | 219 |     |     | 221 |     | 215 |     |     | 217    |
|    | E            | 17 | 67 | 94  |     | 151 |     | 280 |     |     | 423 |     | 581 |     |     | 765    |
|    | O            | 23 | 86 | 131 |     | 188 |     | 335 |     |     | 441 |     | 526 |     |     | 654    |
|    |              | 15 | 60 | 88  | 108 | 130 | 165 | 211 | 231 | 255 | 273 | 300 | 333 | 360 | 395 | 434    |
|    | Bloque 14-16 |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |        |
| 49 | N            | 8  | 89 | 89  |     | 18  |     | 370 |     |     | 425 |     | 475 |     |     | 475    |
|    | S            | 10 | 43 | 43  |     | 54  |     | 54  |     |     | 54  |     | 55  |     |     | 57     |
|    | E            | 7  | 18 | 150 |     | 166 |     | 251 |     |     | 255 |     | 256 |     |     | 263    |
|    | O            | 9  | 32 | 41  |     | 60  |     | 66  |     |     | 71  |     | 71  |     |     | 71     |
|    |              | 8  | 45 | 80  | 90  | 104 | 135 | 185 | 190 | 195 | 201 | 208 | 214 | 214 | 215 | 216    |
| 64 | N            | 6  | 22 | 33  |     | 49  |     | 53  |     |     | 55  |     | 55  |     |     | 55     |
|    | S            | 2  | 4  | 11  |     | 19  |     | 19  |     |     | 19  |     | 19  |     |     | 19     |
|    | E            | 9  | 40 | 50  |     | 51  |     | 54  |     |     | 54  |     | 54  |     |     | 54     |
|    | O            | 11 | 52 | 82  |     | 96  |     | 195 |     |     | 203 |     | 209 |     |     | 211    |
|    |              | 7  | 29 | 44  | 48  | 53  | 65  | 80  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 84  | 84  | 84     |
|    | Bloque 16-18 |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |        |
| 15 | N            | 14 | 63 | 121 |     | 151 |     | 156 |     |     | 164 |     | 165 |     |     | 165    |
|    | S            | 18 | 98 | 180 |     | 261 |     | 442 |     |     | 605 |     | 720 |     |     | 759    |
|    | E            | 11 | 44 | 76  |     | 121 |     | 178 |     |     | 209 |     | 209 |     |     | 209    |
|    | O            | 16 | 68 | 95  |     | 106 |     | 106 |     |     | 106 |     | 106 |     |     | 106    |
|    |              | 14 | 68 | 118 | 135 | 159 | 190 | 220 | 235 | 250 | 271 | 288 | 300 | 303 | 306 | 309.75 |
| 62 | N            | 2  | 3  | 4   |     | 5   |     | 6   |     |     | 6   |     | 6   |     |     | 6      |
|    | S            | 2  | 2  | 3   |     | 3   |     | 3   |     |     | 3   |     | 3   |     |     | 4      |

|  |   |    |    |    |    |    |    |     |    |    |     |    |     |    |    |     |
|--|---|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|
|  | E | 11 | 33 | 51 |    | 70 |    | 75  |    |    | 78  |    | 78  |    |    | 80  |
|  | O | 8  | 21 | 53 |    | 96 |    | 157 |    |    | 193 |    | 221 |    |    | 221 |
|  |   | 5  | 14 | 27 | 35 | 43 | 51 | 60  | 62 | 65 | 70  | 73 | 77  | 77 | 77 | 77  |

| org | Bloque 10-12 cm |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-----|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|     | ubicación       | 12/03/2019 | 19/03/2019 | 26/03/2019 | 02/04/2019 | 09/04/2019 | 16/04/2019 | 23/04/2019 | 29/04/2019 | 06/05/2019 | 13/05/2019 | 20/05/2019 | 27/05/2019 | 03/06/2019 | 10/06/2019 | 17/06/2019 |
| 47  | N               | 10         | 44         | 74         |            | 115        |            | 210        |            |            | 308        |            | 392        |            |            | 454        |
|     | S               | 3          | 7          | 7          |            | 7          |            | 433        |            |            | 433        |            | 525        |            |            | 525        |
|     | E               | 11         | 27         | 63         |            | 136        |            | 166        |            |            | 170        |            | 191        |            |            | 191        |
|     | O               | 7          | 21         | 54         |            | 33         |            | 159        |            |            | 230        |            | 300        |            |            | 327        |
|     |                 | 7          | 24         | 49         | 59         | 72         | 155        | 242        | 258        | 269        | 285        | 321        | 352        | 358        | 368        | 374        |
| 83  | N               | 12         | 53         | 70         |            | 163        |            | 241        |            |            | 365        |            | 455        |            |            | 591        |
|     | S               | 11         | 45         | 60         |            | 97         |            | 115        |            |            | 115        |            | 115        |            |            | 115        |
|     | E               | 13         | 74         | 93         |            | 123        |            | 215        |            |            | 320        |            | 417        |            |            | 551        |
|     | O               | 15         | 44         | 62         |            | 74         |            | 81         |            |            | 89         |            | 89         |            |            | 89         |
|     |                 | 12         | 54         | 71         | 85         | 114        | 133        | 163        | 185        | 201        | 222        | 245        | 269        | 292        | 315        | 336        |
| 91  | N               | 11         | 44         | 63         |            | 89         |            | 136        |            |            | 141        |            | 144        |            |            | 144        |
|     | S               | 12         | 40         | 75         |            | 143        |            | 163        |            |            | 163        |            | 163        |            |            | 163        |
|     | E               | 9          | 18         | 40         |            | 81         |            | 176        |            |            | 285        |            | 410        |            |            | 540        |
|     | O               | 12         | 34         | 64         |            | 96         |            | 157        |            |            | 196        |            | 196        |            |            | 203        |
|     |                 | 11         | 34         | 60         | 85         | 102        | 130        | 158        | 171        | 182        | 196        | 211        | 228        | 238        | 248        | 262        |
| 94  | N               | 9          | 27         | 45         |            | 56         |            | 56         |            |            | 56         |            | 56         |            |            | 56         |
|     | S               | 12         | 53         | 91         |            | 126        |            | 224        |            |            | 271        |            | 280        |            |            | 283        |
|     | E               | 7          | 23         | 50         |            | 84         |            | 112        |            |            | 112        |            | 113        |            |            | 113        |
|     | O               | 8          | 38         | 66         |            | 91         |            | 155        |            |            | 193        |            | 224        |            |            | 241        |
|     |                 | 9          | 35         | 63         | 73         | 89         | 105        | 136        | 141        | 150        | 158        | 163        | 168        | 170        | 171        | 173        |
| 101 | N               | 12         | 60         | 85         |            | 112        |            | 109        |            |            | 218        |            | 292        |            |            | 321        |
|     | S               | 6          | 28         | 60         |            | 110        |            | 151        |            |            | 155        |            | 156        |            |            | 156        |
|     | E               | 15         | 62         | 96         |            | 140        |            | 236        |            |            | 281        |            | 281        |            |            | 282        |

|    |              |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----|--------------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    | O            | 4  | 10 | 22  |    | 33  |     | 144 |     |     | 266 |     | 314 |     |     | 314 |
|    |              | 9  | 40 | 65  | 88 | 98  | 120 | 160 | 190 | 211 | 230 | 245 | 260 | 263 | 265 | 268 |
|    | Bloque 12-14 |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 18 | N            | 2  | 2  | 2   |    | 3   |     | 4   |     |     | 4   |     | 64  |     |     | 64  |
|    | S            | 10 | 31 | 71  |    | 110 |     | 110 |     |     | 110 |     | 110 |     |     | 110 |
|    | E            | 5  | 20 | 77  |    | 181 |     | 353 |     |     | 538 |     | 680 |     |     | 710 |
|    | O            | 7  | 34 | 85  |    | 141 |     | 361 |     |     | 480 |     | 640 |     |     | 883 |
|    |              | 6  | 21 | 58  | 78 | 108 | 165 | 207 | 235 | 258 | 283 | 335 | 373 | 395 | 425 | 441 |
| 41 | N            | 5  | 21 | 36  |    | 53  |     | 53  |     |     | 58  |     | 58  |     |     | 58  |
|    | S            | 3  | 3  | 4   |    | 7   |     | 10  |     |     | 10  |     | 10  |     |     | 13  |
|    | E            | 6  | 31 | 55  |    | 78  |     | 125 |     |     | 125 |     | 125 |     |     | 125 |
|    | O            | 6  | 27 | 35  |    | 54  |     | 120 |     |     | 170 |     | 173 |     |     | 173 |
|    |              | 5  | 20 | 32  | 39 | 48  | 58  | 77  | 83  | 86  | 90  | 90  | 91  | 91  | 91  | 92  |
| 52 | N            | 5  | 24 | 33  |    | 45  |     | 59  |     |     | 65  |     | 65  |     |     | 65  |
|    | S            | 2  | 4  | 12  |    | 31  |     | 109 |     |     | 186 |     | 225 |     |     | 257 |
|    | E            | 11 | 61 | 85  |    | 106 |     | 149 |     |     | 205 |     | 262 |     |     | 361 |
|    | O            | 12 | 54 | 87  |    | 106 |     | 170 |     |     | 220 |     | 257 |     |     | 304 |
|    |              | 7  | 35 | 54  | 62 | 72  | 91  | 121 | 135 | 148 | 169 | 185 | 202 | 221 | 232 | 246 |
| 66 | N            | 4  | 14 | 15  |    | 15  |     | 15  |     |     | 15  |     | 15  |     |     | 15  |
|    | S            | 3  | 5  | 5   |    | 7   |     | 10  |     |     | 10  |     | 11  |     |     | 11  |
|    | E            | 14 | 63 | 93  |    | 110 |     | 135 |     |     | 140 |     | 143 |     |     | 147 |
|    | O            | 13 | 45 | 68  |    | 91  |     | 107 |     |     | 109 |     | 109 |     |     | 117 |
|    | 8            | 31 | 42 | 48  | 55 | 60  | 66  | 66  | 67  | 68  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  |     |
|    | Bloque 14-16 |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 43 | N            | 11 | 33 | 45  |    | 46  |     | 53  |     |     | 53  |     | 53  |     |     | 58  |
|    | S            | 3  | 3  | 3   |    | 25  |     | 33  |     |     | 38  |     | 38  |     |     | 141 |
|    | E            | 7  | 62 | 115 |    | 143 |     | 139 |     |     | 139 |     | 139 |     |     | 141 |
|    | O            | 3  | 5  | 36  |    | 37  |     | 37  |     |     | 37  |     | 37  |     |     | 37  |
|    |              | 6  | 25 | 49  | 55 | 62  | 63  | 65  | 66  | 66  | 66  | 66  | 66  | 66  | 76  | 85  |
| 53 | N            | 5  | 16 | 34  |    | 37  |     | 40  |     |     | 40  |     | 40  |     |     | 40  |

|    |              |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |
|----|--------------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|-----|
|    | S            | 7  | 24 | 47  |    | 63  |     | 71  |     |     | 71  |     | 71  |     |     |  | 81  |
|    | E            | 4  | 11 | 54  |    | 61  |     | 158 |     |     | 256 |     | 340 |     |     |  | 341 |
|    | O            | 4  | 25 | 34  |    | 80  |     | 214 |     |     | 365 |     | 550 |     |     |  | 646 |
|    |              | 5  | 19 | 42  | 52 | 60  | 85  | 120 | 145 | 165 | 183 | 220 | 250 | 258 | 268 |  | 277 |
|    | Bloque 16-18 |    |    |     |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |  |     |
| 55 | N            | 4  | 22 | 49  |    | 113 |     | 285 |     |     | 440 |     | 453 |     |     |  | 464 |
|    | S            | 7  | 45 | 64  |    | 96  |     | 135 |     |     | 145 |     | 147 |     |     |  | 147 |
|    | E            | 6  | 31 | 60  |    | 96  |     | 205 |     |     | 260 |     | 291 |     |     |  | 312 |
|    | O            | 3  | 6  | 18  |    | 33  |     | 55  |     |     | 55  |     | 59  |     |     |  | 60  |
|    |              | 5  | 26 | 47  | 65 | 84  | 135 | 170 | 195 | 211 | 225 | 230 | 237 | 240 | 242 |  | 245 |
| 85 | N            | 18 | 83 | 116 |    | 136 |     | 187 |     |     | 215 |     | 258 |     |     |  | 258 |
|    | S            | 3  | 6  | 21  |    | 80  |     | 130 |     |     | 196 |     | 196 |     |     |  | 196 |
|    | E            | 11 | 33 | 47  |    | 55  |     | 55  |     |     | 60  |     | 60  |     |     |  | 60  |
|    | O            | 13 | 46 | 66  |    | 32  |     | 91  |     |     | 91  |     | 92  |     |     |  | 92  |
|    |              | 11 | 42 | 62  | 68 | 75  | 85  | 115 | 125 | 132 | 140 | 145 | 151 | 151 | 151 |  | 151 |

### Concentración nutrimental del suelo

|      |          |     |       |    | pH     | CE       | M.O.<br>(%) | N<br>kjeldahl | P     | B   | K   | Ca              | Mg  | Na  | CIC | Fe  | Cu   | Zn   | Mn |
|------|----------|-----|-------|----|--------|----------|-------------|---------------|-------|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|-----|------|------|----|
| No.  |          |     |       |    | 1:2 *  | 1:5 H2O  | Walkley -   | (%)           | Olsen |     | ←   | NH4OAc 1 N pH 7 |     |     | →   | ←   | DTPA |      | →  |
| Lab. |          |     |       |    | H2O    | mmhos/cm | Black       |               | ppm   |     |     | meq/100g        |     |     |     | ppm |      |      |    |
|      | tra      | Blo | árbol |    | dS m-1 |          |             |               |       |     |     | (cmoles+Kg -1)  |     |     |     |     |      |      |    |
| 3669 | com<br>b | 1   | 4     | 1  | 7.9    | 0.22     | 3.4         | 0.2           | 145   | 1.2 | 1.8 | 11.1            | 6.7 | 0.2 | 13  | 7   | 0.8  | 4.2  | 7  |
| 3670 |          |     |       | 2  | 7.7    | 0.12     | 2.8         | 0.1           | 38    | 0.9 | 1.7 | 10.1            | 5.8 | 0.1 | 11  | 8   | 0.7  | 3.4  | 8  |
| 3675 |          | 2   | 22    | 15 | 7.9    | 0.12     | 0.9         | 0.1           | 12    | 0.5 | 0.9 | 6.6             | 4.6 | 0.4 | 11  | 6   | 0.3  | 0.8  | 7  |
| 3676 |          |     |       | 16 | 7.7    | 0.14     | 3.4         | 0.1           | 103   | 1.1 | 1.6 | 8.6             | 6.0 | 0.4 | 13  | 10  | 0.5  | 3.8  | 9  |
| 3677 |          | 3   | 10    | 7  | 8.1    | 0.19     | 4.2         | 0.2           | 47    | 2.1 | 4.1 | 15.0            | 6.6 | 0.3 | 19  | 12  | 0.5  | 6.3  | 8  |
| 3678 |          |     |       | 8  | 8.0    | 0.23     | 4.0         | 0.2           | 68    | 2.6 | 4.7 | 23.0            | 9.5 | 0.2 | 20  | 14  | 0.7  | 10.7 | 11 |
| 3683 |          | 4   | 13    | 9  | 7.8    | 0.44     | 5.4         | 0.3           | 44    | 1.7 | 2.5 | 11.9            | 6.9 | 0.3 | 13  | 8   | 0.8  | 6.6  | 9  |

|      |      |   |    |     |            |             |            |            |           |            |            |            |            |            |           |          |            |            |          |
|------|------|---|----|-----|------------|-------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|----------|------------|------------|----------|
| 3684 |      |   |    | 10  | 7.9        | 0.12        | <b>0.9</b> | <b>0.1</b> | 24        | <b>0.6</b> | <b>0.9</b> | <b>4.9</b> | <b>4.9</b> | <b>0.3</b> | <b>10</b> | <b>5</b> | <b>0.3</b> | <b>0.6</b> | <b>4</b> |
| 3671 | conv | 1 | 6  | 3   | 7.6        | 0.09        | 2.3        | 0.1        | 10        | 0.8        | 0.8        | 5.2        | 3.8        | 0.2        | 11        | 9        | 0.5        | 1.8        | 8        |
| 3672 |      |   |    | 4   | 8.0        | 0.22        | 4.9        | 0.3        | 64        | 2.3        | 2.9        | 13.2       | 6.9        | 0.3        | 14        | 9        | 1.0        | 7.8        | 11       |
| 3673 |      | 2 | 8  | 5   | 7.8        | 0.15        | 2.7        | 0.2        | 130       | 1.3        | 2.6        | 8.8        | 5.5        | 0.2        | 11        | 8        | 0.6        | 4.3        | 8        |
| 3674 |      |   |    | 6   | 7.7        | 0.10        | 2.0        | 0.1        | 9         | 0.8        | 0.9        | 5.6        | 5.4        | 0.2        | 10        | 9        | 0.3        | 1.4        | 10       |
| 3679 |      | 3 | 49 | 21  | 7.7        | 0.09        | 0.9        | 0.1        | <b>18</b> | 0.4        | 0.8        | 5.4        | 5.2        | 0.3        | 14        | 6        | 0.3        | 0.7        | 7        |
| 3680 |      |   |    | 22  | 7.9        | 0.12        | 2.9        | 0.2        | 45        | 2.0        | 3.3        | 14.8       | 7.2        | 0.3        | 14        | 12       | 0.5        | 6.4        | 8        |
| 3689 |      | 4 | 15 | 11  | 7.2        | 0.08        | 2.5        | 0.1        | <b>11</b> | 0.8        | 1.5        | 5.3        | 4.0        | 0.2        | 18        | 15       | 0.3        | 1.9        | 9        |
| 3690 |      |   |    | 12  | 7.7        | 0.09        | 1.1        | 0.1        | 17        | 0.6        | 0.9        | 4.4        | 4.1        | 0.2        | 11        | 6        | 0.2        | 0.6        | 9        |
| 3681 |      | 1 | 47 | 19  | 7.7        | 0.22        | 3.2        | 0.2        | 59        | 1.9        | 2.3        | 9.2        | 5.3        | 0.8        | 14        | 14       | 0.4        | 3.6        | 9        |
| 3682 |      |   |    | 20  | <b>7.6</b> | <b>0.23</b> | <b>1.3</b> | <b>0.1</b> | 22        | <b>0.6</b> | <b>0.8</b> | <b>4.6</b> | <b>4.4</b> | <b>0.7</b> | <b>9</b>  | 7        | 0.2        | <b>1.3</b> | 7        |
| 3685 |      | 2 | 18 | 13  | 7.9        | 0.07        | 1.1        | 0.1        | 24        | 0.5        | 0.9        | 6.0        | 4.8        | 0.3        | 11        | 6        | 0.3        | 0.9        | 7        |
| 3686 |      |   |    | 14  | 7.7        | 0.16        | 1.1        | 0.1        | 11        | 0.4        | 1.0        | 6.3        | 5.0        | 0.6        | 11        | 6        | 0.3        | 0.8        | 6        |
| 3687 |      | 3 | 43 | 17  | 7.8        | 0.09        | 0.8        | 0.1        | 30        | 0.5        | 1.3        | 4.6        | 4.4        | 0.3        | 12        | 5        | 0.2        | 0.6        | 4        |
| 3688 |      |   |    | 18  | 7.6        | 0.10        | 0.9        | 0.1        | 9         | 5.8        | 0.4        | 3.4        | 3.0        | 0.2        | 10        | 7        | 0.3        | 0.7        | 10       |
| 3691 |      | 4 | 55 | 23  | 7.9        | 0.04        | 2.9        | 0.1        | 40        | 0.5        | 0.8        | 4.5        | 5.0        | 0.3        | 8         | 5        | 0.2        | 0.5        | 4        |
| 3692 | 24   |   |    | 7.9 | 0.11       | 2.8         | 0.2        | 11         | 1.7       | 2.0        | 12.4       | <b>7.1</b> | 0.2        | 13         | 8         | 0.5      | 5.6        | 8          |          |

#### Concentración nutrimental en follaje

| Control interno | Identificación de la muestra | N, %  | P, ppm   | K, ppm   | Ca, ppm   | Mg, ppm  | S, ppm   | Fe, ppm | Cu, ppm | Zn, ppm | Mn, ppm | B, ppm |
|-----------------|------------------------------|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 2546            | 1                            | 2.905 | 1339.290 | 9026.350 | 12417.300 | 5330.680 | 1345.190 | 141.599 | 2.913   | 7.157   | 31.755  | 78.958 |
| 2547            | 2                            | 2.835 | 1289.550 | 9606.550 | 17348.800 | 6278.890 | 1397.730 | 172.077 | 3.518   | 9.213   | 24.094  | 79.244 |
| 2548            | 3                            | 2.765 | 1507.020 | 9822.880 | 16003.200 | 5166.420 | 1379.290 | 148.517 | 3.871   | 7.495   | 28.323  | 77.607 |
| 2549            | 4                            | 2.835 | 1177.420 | 9873.380 | 16088.600 | 5429.210 | 1270.200 | 135.172 | 3.252   | 8.690   | 25.717  | 75.447 |
| 2550            | 5                            | 2.345 | 1370.180 | 9143.300 | 13901.500 | 4998.990 | 1475.700 | 161.031 | 2.078   | 11.632  | 22.703  | 75.860 |
| 2551            | 6                            | 3.220 | 1237.570 | 9221.010 | 16393.800 | 5403.510 | 1243.060 | 143.058 | 2.624   | 9.028   | 29.052  | 79.260 |
| 2552            | 7                            | 1.855 | 1436.390 | 8687.490 | 15901.400 | 5312.570 | 1236.470 | 128.795 | 2.739   | 9.111   | 25.792  | 79.557 |
| 2553            | 8                            | 2.940 | 1365.210 | 8934.030 | 11003.700 | 4267.190 | 1507.390 | 146.185 | 2.637   | 9.330   | 26.479  | 78.093 |
| 2554            | 9                            | 2.695 | 1294.550 | 8940.350 | 17252.300 | 5803.500 | 1374.320 | 212.596 | 2.651   | 9.670   | 23.472  | 78.567 |
| 2555            | 10                           | 3.115 | 1543.110 | 8754.240 | 13462.600 | 4917.180 | 1428.690 | 154.445 | 2.892   | 9.084   | 29.535  | 75.106 |
| 2556            | 11                           | 3.045 | 1620.000 | 8743.170 | 11008.000 | 3432.600 | 1404.980 | 140.373 | 2.319   | 9.559   | 26.092  | 72.629 |

|      |    |       |          |          |           |          |          |         |       |        |        |        |
|------|----|-------|----------|----------|-----------|----------|----------|---------|-------|--------|--------|--------|
| 2557 | 12 | 3.115 | 1362.050 | 7725.930 | 14280.600 | 4461.460 | 1305.010 | 131.455 | 2.471 | 9.067  | 27.498 | 69.750 |
| 2558 | 13 | 2.135 | 1333.900 | 8537.800 | 12301.800 | 4090.650 | 1165.860 | 100.405 | 2.224 | 7.629  | 23.783 | 77.737 |
| 2559 | 14 | 2.695 | 1676.740 | 9022.750 | 13423.500 | 4689.880 | 1337.490 | 137.487 | 3.044 | 7.910  | 18.538 | 73.735 |
| 2560 | 15 | 2.765 | 1502.240 | 8056.420 | 18424.800 | 5899.370 | 1323.840 | 136.570 | 3.091 | 9.510  | 26.013 | 77.212 |
| 2561 | 16 | 2.905 | 1427.740 | 8830.330 | 14719.700 | 4806.660 | 1178.280 | 160.791 | 2.130 | 9.464  | 21.375 | 77.142 |
| 2562 | 17 | 2.555 | 1749.690 | 8619.300 | 12768.800 | 4853.680 | 1365.450 | 163.912 | 3.181 | 8.549  | 20.509 | 72.663 |
| 2563 | 18 | 3.045 | 1315.590 | 8901.190 | 21742.200 | 6657.070 | 1371.950 | 152.396 | 2.488 | 7.572  | 31.571 | 76.086 |
| 2564 | 19 | 3.185 | 1393.170 | 9770.760 | 12689.200 | 4977.330 | 1293.910 | 135.870 | 2.606 | 9.434  | 20.580 | 72.782 |
| 2565 | 20 | 3.010 | 1519.270 | 6985.540 | 10842.900 | 3911.880 | 1312.290 | 131.566 | 3.690 | 11.049 | 26.034 | 72.854 |
| 2566 | 21 | 3.010 | 1400.810 | 9536.820 | 14971.600 | 5060.100 | 1288.060 | 155.872 | 2.308 | 9.493  | 24.524 | 74.309 |
| 2567 | 22 | 3.045 | 1415.740 | 5970.920 | 17620.300 | 5091.630 | 1474.670 | 187.575 | 2.986 | 8.460  | 33.316 | 73.821 |
| 2568 | 23 | 2.765 | 1530.730 | 6700.770 | 17004.000 | 4541.790 | 1299.450 | 206.264 | 3.288 | 11.338 | 29.035 | 71.840 |
| 2569 | 24 | 2.695 | 1386.650 | 8257.740 | 21423.500 | 6086.220 | 1219.880 | 195.092 | 3.107 | 10.027 | 35.896 | 79.581 |
| 2570 | 25 | 2.905 | 1329.180 | 7941.950 | 13740.700 | 4744.320 | 1276.480 | 183.083 | 2.382 | 8.514  | 25.969 | 71.862 |
| 2571 | 26 | 2.625 | 1459.040 | 7526.860 | 15447.800 | 5482.840 | 1283.290 | 174.020 | 1.868 | 9.769  | 23.382 | 69.042 |
| 2572 | 27 | 2.905 | 1482.010 | 6397.530 | 15792.900 | 4496.990 | 1362.260 | 132.390 | 2.374 | 10.742 | 30.069 | 73.795 |
| 2573 | 28 | 2.555 | 1386.910 | 6824.540 | 16578.300 | 4979.860 | 1259.710 | 132.942 | 2.271 | 9.962  | 20.687 | 70.049 |
| 2574 | 29 | 2.135 | 1262.880 | 8760.730 | 15519.400 | 4760.650 | 1152.580 | 135.729 | 3.099 | 9.581  | 24.319 | 71.612 |
| 2575 | 30 | 2.765 | 1273.110 | 7076.730 | 6503.580  | 2817.830 | 1249.410 | 156.864 | 2.493 | 10.810 | 34.257 | 68.734 |
| 2576 | 31 | 2.625 | 1275.690 | 9148.680 | 14783.100 | 5286.450 | 1200.170 | 131.346 | 2.366 | 10.334 | 25.827 | 74.152 |
| 2577 | 32 | 2.765 | 1415.690 | 8841.000 | 14138.000 | 4684.200 | 1254.880 | 133.545 | 2.443 | 9.149  | 35.191 | 76.710 |
| 2578 | 33 | 2.415 | 1536.670 | 6233.830 | 12562.200 | 4457.310 | 1216.410 | 135.530 | 2.554 | 7.606  | 28.138 | 77.605 |
| 2579 | 34 | 2.275 | 1801.330 | 8724.510 | 17079.400 | 5349.210 | 1124.590 | 189.159 | 2.826 | 8.516  | 24.885 | 74.125 |
| 2580 | 35 | 2.485 | 1664.170 | 7471.560 | 13159.100 | 4476.060 | 1238.210 | 131.871 | 3.238 | 9.118  | 25.311 | 76.202 |
| 2581 | 36 | 2.170 | 1298.510 | 8644.480 | 17428.800 | 5815.310 | 1160.230 | 138.421 | 2.907 | 8.109  | 23.387 | 75.558 |
| 2582 | 37 | 2.520 | 1233.680 | 7683.190 | 17989.400 | 5754.370 | 1446.230 | 181.309 | 2.502 | 10.187 | 28.129 | 77.455 |
| 2583 | 38 | 2.555 | 1201.290 | 9279.980 | 16677.300 | 5982.900 | 1300.030 | 167.542 | 2.395 | 8.452  | 26.232 | 78.007 |
| 2584 | 39 | 2.765 | 1188.940 | 7024.840 | 13352.600 | 5466.890 | 1304.870 | 146.521 | 3.249 | 9.528  | 20.162 | 70.298 |

**Concentración nutrimental de fruto**



| Control interno | Identificación de la muestra | N, %  | P, ppm   | K, ppm    | Ca, ppm  | Mg, ppm  | S, ppm   | Fe, ppm | Cu, ppm | Zn, ppm | Mn, ppm | B, ppm  |
|-----------------|------------------------------|-------|----------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 2585            | 1                            | 1.960 | 2188.450 | 5746.010  | 691.642  | 877.777  | 832.865  | 144.117 | 2.581   | 14.160  | 8.778   | 94.090  |
| 2586            | 2                            | 1.050 | 1467.410 | 6105.440  | 577.508  | 613.719  | 419.555  | 126.998 | 1.016   | 11.222  | 6.088   | 93.862  |
| 2587            | 3                            | 1.400 | 1914.590 | 6884.140  | 684.354  | 752.986  | 533.650  | 129.039 | 2.436   | 8.579   | 7.292   | 86.261  |
| 2588            | 4                            | 0.490 | 1742.950 | 7182.840  | 457.838  | 711.590  | 489.874  | 85.512  | 0.920   | 9.768   | 5.898   | 98.724  |
| 2589            | 5                            | 0.980 | 1632.270 | 6806.680  | 489.244  | 608.777  | 385.857  | 111.357 | 2.482   | 7.108   | 4.571   | 91.059  |
| 2590            | 6                            | 1.680 | 2584.210 | 6930.860  | 693.454  | 921.027  | 801.869  | 108.304 | 2.192   | 14.462  | 8.769   | 109.458 |
| 2591            | 7                            | 1.260 | 1834.070 | 6559.750  | 469.017  | 613.643  | 496.537  | 94.205  | 1.301   | 6.325   | 6.559   | 95.915  |
| 2592            | 8                            | 0.770 | 1431.740 | 5908.970  | 649.119  | 654.016  | 444.282  | 161.044 | 1.532   | 7.488   | 5.704   | 84.940  |
| 2593            | 9                            | 1.680 | 1882.460 | 6302.500  | 556.279  | 654.476  | 557.019  | 103.527 | 1.637   | 8.808   | 5.805   | 95.173  |
| 2594            | 10                           | 2.100 | 2965.540 | 10243.600 | 726.738  | 1148.100 | 802.080  | 150.954 | 2.712   | 12.729  | 8.858   | 120.796 |
| 2595            | 11                           | 0.560 | 1865.260 | 7890.430  | 715.779  | 765.684  | 511.995  | 139.840 | 2.032   | 19.120  | 6.427   | 99.317  |
| 2596            | 12                           | 1.120 | 1716.600 | 7184.970  | 533.234  | 667.933  | 516.599  | 100.364 | 2.096   | 8.408   | 6.602   | 87.583  |
| 2597            | 13                           | 3.220 | 4392.350 | 16074.100 | 1128.690 | 1586.330 | 1265.710 | 211.327 | 4.214   | 24.842  | 14.795  | 137.332 |
| 2598            | 14                           | 0.840 | 1765.120 | 6933.000  | 742.613  | 755.091  | 588.531  | 96.711  | 1.544   | 14.604  | 6.813   | 99.701  |
| 2599            | 15                           | 1.225 | 1681.300 | 7075.670  | 749.946  | 774.253  | 516.342  | 115.875 | 0.950   | 8.609   | 8.857   | 103.731 |
| 2600            | 16                           | 2.555 | 4113.140 | 16879.300 | 1016.350 | 1594.730 | 1178.260 | 165.279 | 2.679   | 22.565  | 13.039  | 146.130 |
| 2601            | 17                           | 2.205 | 2862.560 | 10574.000 | 856.128  | 1202.500 | 1008.890 | 182.678 | 1.655   | 16.705  | 13.156  | 107.293 |
| 2602            | 18                           | 2.135 | 3028.390 | 7655.530  | 641.865  | 1114.570 | 888.080  | 173.251 | 2.834   | 18.140  | 10.407  | 110.164 |
| 2603            | 19                           | 1.050 | 2152.080 | 8646.530  | 866.546  | 934.468  | 670.586  | 72.995  | 1.646   | 12.034  | 8.684   | 102.801 |
| 2604            | 20                           | 0.875 | 1937.780 | 7511.910  | 494.864  | 748.081  | 488.206  | 76.316  | 0.969   | 5.608   | 8.426   | 94.627  |
| 2605            | 21                           | 1.085 | 2071.930 | 6918.360  | 610.389  | 808.689  | 518.227  | 109.275 | 1.953   | 19.310  | 7.190   | 103.717 |
| 2606            | 22                           | 1.190 | 2532.210 | 8896.430  | 704.463  | 946.004  | 810.868  | 99.529  | 1.514   | 9.874   | 9.239   | 114.074 |
| 2607            | 23                           | 1.960 | 2169.080 | 7600.300  | 595.021  | 805.487  | 708.475  | 152.332 | 5.928   | 48.772  | 8.837   | 94.797  |
| 2608            | 24                           | 1.610 | 2161.590 | 7076.930  | 714.456  | 865.595  | 645.693  | 266.951 | 2.332   | 11.807  | 9.253   | 98.774  |
| 2609            | 25                           | 1.680 | 2379.660 | 7533.250  | 529.632  | 833.087  | 667.394  | 156.916 | 2.531   | 11.589  | 9.057   | 105.504 |
| 2610            | 26                           | 1.890 | 2475.210 | 7628.840  | 681.799  | 955.232  | 855.892  | 211.015 | 1.625   | 12.369  | 10.971  | 110.020 |
| 2611            | 27                           | 1.120 | 1429.210 | 5695.730  | 598.543  | 627.184  | 460.414  | 102.659 | 1.490   | 7.958   | 6.444   | 88.499  |
| 2612            | 28                           | 2.870 | 4552.440 | 10938.100 | 870.297  | 1524.120 | 1507.490 | 123.315 | 7.079   | 22.931  | 14.176  | 128.372 |

|      |    |       |          |          |          |          |         |         |       |        |        |         |
|------|----|-------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|
| 2613 | 29 | 1.540 | 1831.310 | 6355.600 | 577.001  | 656.951  | 578.049 | 83.519  | 1.598 | 7.422  | 6.433  | 88.975  |
| 2614 | 30 | 0.980 | 1324.710 | 4966.540 | 616.205  | 589.868  | 430.734 | 97.908  | 0.925 | 5.464  | 5.753  | 84.615  |
| 2615 | 31 | 0.805 | 1270.070 | 5361.900 | 512.382  | 565.742  | 380.794 | 106.051 | 1.633 | 5.635  | 5.331  | 80.888  |
| 2616 | 32 | 1.330 | 1487.220 | 5656.290 | 456.950  | 581.655  | 498.930 | 114.652 | 1.738 | 7.946  | 6.213  | 77.935  |
| 2617 | 33 | 1.190 | 1412.640 | 5046.360 | 670.269  | 617.526  | 484.559 | 82.309  | 2.116 | 9.992  | 6.506  | 82.003  |
| 2618 | 34 | 2.380 | 3344.370 | 9666.900 | 1148.230 | 1285.180 | 975.499 | 210.857 | 4.746 | 19.495 | 15.497 | 120.617 |
| 2619 | 35 | 2.170 | 1641.290 | 4846.580 | 578.141  | 696.191  | 587.723 | 79.113  | 1.338 | 8.068  | 6.801  | 84.961  |
| 2620 | 36 | 1.190 | 1468.870 | 4722.620 | 594.809  | 585.450  | 471.914 | 71.167  | 1.644 | 7.353  | 5.883  | 85.156  |

Almidón

| raíz  |         |         |         | brotes  |         |         |  |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|       |         | R1      | R2      |         | R1      | R2      |  |
| ÁRBOL | muestra | lectura | lectura | muestra | lectura | lectura |  |
| 4     | 1       | 1.04    | 0.815   | 1       | 1.56    | 0.13    |  |
| 6     | 2       | 1.52    | 0.742   | 2       | 0.706   | 0.474   |  |
| 8     | 3       | 1.56    | 0.606   | 3       | 1.19    | 0.067   |  |
| 10    | 4       | 0.47    | 0.955   | 4       | 1.29    | 0.542   |  |
| 13    | 5       | 0.065   | 0.87    | 5       | 1.22    | 1.3     |  |
| 15    | 6       | 0.604   | 0.92    | 6       | 0.766   | 0.43    |  |
| 18    | 7       | 0.039   | 0.89    | 7       | 1.35    | 1.46    |  |
| 20    | 8       | 0.905   | 0.93    | 8       | 1       | 0.178   |  |
| 22    | 9       | 0.183   | 0.694   | 9       | 0.985   | 1.28    |  |
| 26    | 10      | 1.2     | 0.91    | 10      | 1.35    | 0.31    |  |
| 36    | 11      | 1.27    | 0.885   | 11      | 1.28    | 1.44    |  |
| 32    | 12      | 0.042   | 0.89    | 12      | 0.89    | 0.04    |  |
| 34    | 13      | 1.6     | 0.84    | 13      | 1.5     | 1.21    |  |
| 41    | 14      | 0.052   | 0.87    | 14      | 1.36    | 0.035   |  |
| 43    | 15      | 0.935   | 0.89    | 15      | 1.4     | 1.04    |  |
| 47    | 16      | 1.12    | 0.94    | 16      | 1.03    | 1.17    |  |
| 49    | 17      | 0.069   | 0.905   | 17      | 1.24    | 0.041   |  |

|    |    |       |       |    |       |       |
|----|----|-------|-------|----|-------|-------|
| 53 | 18 | 1.22  | 0.87  | 18 | 1.4   | 1.48  |
| 55 | 19 | 0.055 | 0.8   | 19 | 1.11  | 0.44  |
| 62 | 20 | 0.656 | 0.95  | 20 | 0.57  | 1.5   |
| 64 | 21 | 0.038 | 0.524 | 21 | 1.22  | 0.075 |
| 69 | 22 | 0.83  | 0.71  | 22 | 0.782 | 1.015 |
| 83 | 23 | 1.23  | 0.808 | 23 | 0.845 | 0.064 |
| 85 | 24 | 0.127 | 0.704 | 24 | 0.72  | 1.08  |

Microorganismos

### Lecturas de actividad microbiológica

| Tratamiento        | Horas de incubación |            |            |            |            |
|--------------------|---------------------|------------|------------|------------|------------|
|                    | 24                  | 48         | 72         | 96         | 120        |
| F. Orgánica 47     | 0.08888172          | 0.30817204 | 0.46978495 | 0.4967957  | 0.57791398 |
| F. Orgánica 85     | 0.17224731          | 0.63022581 | 0.79078495 | 1.00044086 | 1.10552688 |
| F. Orgánica 43     | 0.13995699          | 0.77593548 | 0.9093871  | 1.16463441 | 1.25887097 |
| F. Orgánica 18     | 0.25145161          | 0.72956989 | 0.8532043  | 1.01776344 | 1.12615054 |
| F. Combinada 4     | 0.09591398          | 0.50943011 | 0.77974194 | 0.9736129  | 1.03488172 |
| F. Combinada 13    | 0.10045161          | 0.52446237 | 0.86566667 | 1.08891398 | 1.19877419 |
| F. Combinada 10    | 0.11531183          | 0.52966667 | 0.74624731 | 0.89666667 | 0.98303226 |
| F. Combinada 22    | 0.06395699          | 0.31832258 | 0.469      | 0.6411828  | 0.74053763 |
| F. Convencional 64 | 0.10749462          | 0.46807527 | 0.56996774 | 0.73698925 | 0.79923656 |
| F. Convencional 8  | 0.07725806          | 0.47583871 | 0.70812903 | 0.87164516 | 0.97883871 |
| F. Convencional 15 | 0.15                | 0.59019355 | 0.787      | 0.96016129 | 1.045      |
| F: Convencional 6  | 0.08535484          | 0.41767742 | 0.59351613 | 0.82180645 | 0.89851613 |

### Índice de Shannon

| H' = Índice de diversidad de Shannon |        |         |        |        |         |         |         |         |          |          |           |
|--------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-----------|
| Org 47                               | Org 85 | Org 43  | Org 18 | comb 4 | comb 13 | comb 10 | comb 22 | conv 64 | Conv 8   | Conv 15  | Conv 6    |
| 3.1104                               | 3.1302 | 3.18211 | 3.2452 | 3.1556 | 3.09887 | 3.14911 | 2.97645 | 3.04703 | 2.977551 | 3.202794 | 3.0993403 |

Calidad organoléptica  
° Brix

| 27/05/2019 |       |       |      | 31/05/2019 |       |       |       | 31/05/2019 |       |      |      |
|------------|-------|-------|------|------------|-------|-------|-------|------------|-------|------|------|
| fruto      | tra   |       |      | fruto      | tra   |       |       | fruto      | tra   |      |      |
|            | comb  | conv  | org  |            | comb  | conv  | org   |            | comb  | conv | org  |
| 1          | 13.9  | 12    | 11.9 | 1          | 12.3  | 15.5  | 13.7  | 1          | 11.3  | 13.3 | 12.5 |
| 2          | 13.5  | 13.1  | 11.7 | 2          | 11.5  | 8.3   | 13.4  | 2          | 15    | 12.5 | 13.3 |
| 3          | 12    | 13    | 10.9 | 3          | 13    | 14    | 14.1  | 3          | 10.5  | 11.5 | 10   |
| 4          | 8     | 12.7  | 12.9 | 4          | 11.1  | 11.2  | 16.2  | 4          | 12.9  | 11.5 | 13.1 |
| 5          | 11.8  | 12.7  | 14.9 | 5          | 12.7  | 12.1  | 14    | 5          | 9     | 12.2 | 13   |
| 6          | 7     | 12.5  | 14.1 | promedio   | 12.12 | 12.22 | 14.28 | promedio   | 11.74 | 12.2 | 12.4 |
| 7          | 13.1  | 6.5   | 13.9 |            |       |       |       |            |       |      |      |
| 8          | 10.2  | 9     | 13.6 |            |       |       |       |            |       |      |      |
| 9          | 12    | 13.8  | 10.3 |            |       |       |       |            |       |      |      |
| 10         | 10    | 14.1  | 12   |            |       |       |       |            |       |      |      |
| promedio   | 11.15 | 11.94 | 12.6 |            |       |       |       |            |       |      |      |

Acidez titulable

| 27/05/2019 |               |      |      | 31/05/2019 |               |      |      | 04/06/2019 |               |      |      |
|------------|---------------|------|------|------------|---------------|------|------|------------|---------------|------|------|
| fruto      | gasto NaOH mL |      |      | fruto      | gasto NaOH mL |      |      | fruto      | gasto NaOH mL |      |      |
|            | org           | conv | comb |            | org           | conv | comb |            | org           | conv | comb |
| 1          | 1.5           | 1.1  | 0.9  | 1          | 1.6           | 1.6  | 1.3  | 1          | 1.1           | 1.7  | 0.9  |
| 2          | 1.1           | 1.6  | 1.6  | 2          | 1.4           | 1.3  | 1.4  | 2          | 1.1           | 1.3  | 1.4  |
| 3          | 1.3           | 1.7  | 1.5  | 3          | 1.2           | 1.4  | 1.5  | 3          | 0.9           | 1.3  | 1    |
| 4          | 1.6           | 1.6  | 1.4  | 4          | 1.4           | 1.3  | 1.1  | 4          | 1.1           | 1.2  | 1.2  |
| 5          | 1.5           | 1.3  | 1.5  | 5          | 1.7           | 1.8  | 1.5  | 5          | 0.9           | 1.3  | 1.2  |

**Color**

| 27/05/2019 |      |     |      |      |     |      |      |     |      | 29/05/2019 |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 31/05/2019 |      |     |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| org        |      |     | conv |      |     | comb |      |     | org  |            |      | conv |      |      | comb |      |      | org  |      |            | conv |     |      | comb |      |      |      |      |      |
| fruto      | L    | A   | B    | L    | A   | B    | L    | A   | B    | fruto      | L    | A    | B    | L    | A    | B    | L    | A    | B    | fruto      | L    | A   | B    | L    | A    | B    |      |      |      |
|            | 37.8 | 3.7 | 20.7 | 52.6 | 2.2 | 24.3 | 52.6 | 4.6 | 28.5 |            | 58   | 3.9  | 28.4 | 59.7 | 3.7  | 35.5 | 57   | 2.9  | 27.3 |            | 54.4 | 5.3 | 30.3 | 44.3 | 0.6  | 26   | 54.3 | 1.2  | 29.7 |
| 1          | 46.3 | 2.4 | 22.9 | 41.2 | 8.4 | 18.2 | 54.3 | 5.4 | 25.9 | 1          | 54.7 | 5.9  | 29.1 | 56.7 | 9.2  | 30.9 | 55.9 | 4.8  | 30.2 | 1          | 53.9 | 8.2 | 24.4 | 42.8 | 1.8  | 24.7 | 26.7 | 3.6  | 18.7 |
|            | 56.3 | 1.4 | 27.7 | 59.4 | 1.1 | 30.5 | 56.7 | 2.3 | 28.1 |            | 56.7 | 2    | 30.9 | 57.8 | 0.1  | 28   | 56.7 | 3.1  | 30.2 |            | 55.1 | 3.7 | 30.4 | 51.3 | 1.4  | 27.2 | 50.4 | 3.3  | 26.4 |
| 2          | 55.5 | 0.1 | 27   | 60.1 | -1  | 31.1 | 42.8 | 2.7 | 19.7 | 2          | 56.3 | 2.3  | 30.5 | 54.2 | -1   | 28.8 | 56.7 | -0.1 | 26.9 | 2          | 59.4 | 1.3 | 30.3 | 57.5 | 0.9  | 28.6 | 34.7 | 6    | 24.3 |
|            | 57.5 | 3.8 | 28.8 | 53   | -1  | 24.7 | 56.3 | -1  | 27.7 |            | 59.7 | 1.7  | 29.7 | 56.3 | -2   | 30.5 | 59   | -0.8 | 29.1 |            | 52.6 | 1.4 | 28.3 | 56.3 | -2.5 | 31.5 | 60.5 | 1.5  | 31.3 |
| 3          | 49.6 | 1   | 25.8 | 49.6 | -1  | 25.8 | 50   | 0.9 | 21.8 | 3          | 56.3 | 2.3  | 30.5 | 50   | 1.8  | 25   | 52.6 | 2.2  | 27.3 | 3          | 51.8 | 2.2 | 27.7 | 42.8 | 3.4  | 24.7 | 44.8 | 0.3  | 21.4 |
|            | 55.1 | 0.2 | 26.6 | 52.6 | 3.3 | 28.5 | 57.5 | -3  | 28.8 |            | 59   | 0.2  | 29.1 | 50.4 | 0.3  | 25.4 | 61.2 | -2.4 | 34.7 |            | 59.4 | 2.3 | 30.3 | 48.6 | 1.1  | 24.8 | 40.6 | -0.7 | 22.9 |
| 4          | 59   | 1.3 | 30.1 | 57.1 | 3   | 28.4 | 51.8 | 0.7 | 23.5 | 4          | 55.1 | 5.5  | 29.5 | 55.5 | 0.8  | 29.8 | 53.8 | 1.1  | 28.4 | 4          | 58.6 | 2.9 | 33.1 | 47.7 | 3.1  | 28.7 | 49.1 | 3.3  | 25.3 |
|            | 52.2 | 4.9 | 23.9 | 57.9 | 2.4 | 29.1 | 59.8 | -0  | 30.8 |            | 55.1 | 4.6  | 25.5 | 48.1 | 4.6  | 23.3 | 56.7 | 0    | 30.9 |            | 43.3 | 4.1 | 25.1 | 44.8 | 5.7  | 26.4 | 32   | 3.1  | 15.4 |
| 5          | 49.1 | 3.8 | 25.4 | 57.9 | 5.5 | 29.1 | 60.9 | -4  | 31.8 | 5          | 55.5 | 6.3  | 29.8 | 54.7 | 6    | 29.1 | 50   | 4.2  | 25   | 5          | 50   | 6   | 26   | 51.8 | 5.7  | 27.6 | 59.8 | -0.9 | 30.6 |
|            | 51.3 | 3.3 | 23.1 | 50.9 | 2.4 | 27   | 60.1 | 0.6 | 31.1 |            | 60.1 | 3.4  | 30.1 | 60.5 | 3.2  | 30.4 | 57.4 | 2.4  | 31.5 |            | 42.8 | 3.3 | 24.7 | 57.9 | 2.7  | 28.9 | 34.1 | 6.7  | 23.8 |
| 6          | 50.9 | 2.3 | 27   | 47.7 | 0.1 | 24.2 | 58.6 | 0.7 | 29.8 | 6          | 52.1 | 1.2  | 26.9 | 55.1 | 1.3  | 29.5 | 40.6 | 1.3  | 27.1 | 6          | 52.2 | 2.9 | 27.9 | 53.9 | 1.6  | 29.4 | 33.4 | 15   | 23.4 |
|            | 32.7 | 8.5 | 16.2 | 62.3 | 1.8 | 33.1 | 60.1 | -0  | 31.1 |            | 52.6 | 4.3  | 27.3 | 61.9 | 3.9  | 31.7 | 61.2 | -0.4 | 31.1 |            | 42.8 | 1.8 | 24.7 | 60.5 | 5.5  | 31.3 | 52.2 | 0.7  | 24.7 |
| 7          | 53.5 | 0.4 | 25.1 | 50.9 | 4.8 | 27   | 57.9 | -1  | 29.1 | 7          | 55.1 | 1.3  | 29.5 | 59.7 | 4.8  | 33.5 | 57   | -0.3 | 31.2 | 7          | 53   | 2.3 | 28.7 | 57.5 | 7.1  | 32.4 | 57.1 | 0    | 32.1 |
|            | 49.1 | 1.5 | 21   | 56.7 | 5.5 | 28.1 | 53   | -4  | 28.8 |            | 43.8 | 1.6  | 19.3 | 55.1 | 5.5  | 29.5 | 51.7 | -0.6 | 26.6 |            | 37.2 | 1.2 | 20   | 46.8 | 6.5  | 28   | 54.3 | 0.1  | 29.7 |
| 8          | 55.9 | 0.6 | 27.4 | 47.2 | -1  | 23.8 | 47.2 | 4.3 | 23.8 | 8          | 58.2 | 1.9  | 32.2 | 54.2 | -0   | 28.8 | 55.5 | 0.9  | 29.8 | 8          | 38.4 | 4.2 | 21   | 51.3 | 1.4  | 27.2 | 57.1 | 1.2  | 32.1 |
|            | 53.9 | 4.5 | 25.5 | 53.9 | 4.7 | 25.5 | 55.5 | 5.5 | 27   |            | 57   | 3.9  | 27.3 | 53.4 | 3.7  | 23.9 | 55.1 | 5.7  | 29.5 |            | 56.3 | 6.2 | 27.5 | 25.9 | 4.5  | 18.1 | 36   | 4.8  | 25.2 |
| 9          | 52.6 | 5.6 | 28.5 | 60.9 | 0.1 | 28.2 | 62   | 2.1 | 32.7 | 9          | 63   | 3.9  | 36.2 | 59.7 | -2   | 29.7 | 51.3 | 4.3  | 30.5 | 9          | 45.3 | 19  | 26.8 | 48.6 | 1.1  | 24.8 | 30.6 | 2.2  | 21.4 |
|            | 56.3 | 1.8 | 27.7 | 52.6 | 1   | 28.5 | 56.7 | 1.2 | 28.1 |            | 56.3 | 2.5  | 30.5 | 51.7 | 0.4  | 26.6 | 48.1 | -0.4 | 27.9 |            | 39.5 | 3.2 | 22   | 35.4 | 2    | 24.7 | 28.3 | 4.5  | 14.8 |
| 10         | 49.1 | 1.5 | 21   | 60.1 | 2.6 | 31.1 | 59.4 | 1.1 | 30.5 | 10         | 55.5 | 0.8  | 29.8 | 59   | 2.3  | 29.1 | 52.1 | 3.6  | 26.9 | 10         | 57.5 | 2.9 | 32.4 | 43.3 | 8.5  | 25.1 | 45.8 | 2.2  | 27.2 |

| 03/06/2019 |   |   |      |   |   |     |   |   |     | 05/06/2019 |   |      |   |   |     |   |  |  |  |
|------------|---|---|------|---|---|-----|---|---|-----|------------|---|------|---|---|-----|---|--|--|--|
| org        |   |   | conv |   |   | int |   |   | org |            |   | conv |   |   | int |   |  |  |  |
| fruto      | L | A | B    | L | A | B   | L | A | B   | fruto      | L | A    | B | L | A   | B |  |  |  |

|    |      |     |      |      |     |      |      |     |      |    |      |     |      |      |      |      |      |     |      |
|----|------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|
| 1  | 58.4 | 8.5 | 29.4 | 59.2 | 6.6 | 30.1 | 53.2 | 2   | 24.7 |    | 53.4 | 8.9 | 28.1 | 52.2 | 6.6  | 27   | 51   | 6.7 | 31.9 |
|    | 55.7 | 12  | 26.9 | 59.9 | 7   | 30.7 | 52.4 | 3.9 | 23.9 | 1  | 51.3 | 13  | 30.5 | 53   | 6.9  | 27.7 | 57.4 | 4.1 | 31.5 |
| 2  | 57.6 | 5.9 | 28.7 | 54.9 | 7.3 | 30.3 | 58   | 6.6 | 29.1 |    | 53.4 | 8.6 | 32.2 | 59.9 | 2.9  | 29.1 | 56.7 | 1.6 | 30.9 |
|    | 58.8 | 7.1 | 29.7 | 56.1 | 4.2 | 27.3 | 58.4 | 5.4 | 25.6 | 2  | 58.2 | 5.6 | 32.2 | 56.7 | 3.8  | 27   | 55.9 | 0.2 | 26.2 |
| 3  | 58.4 | 7.4 | 29.4 | 58.8 | 3   | 29.7 | 60.3 | 3.8 | 31.1 |    | 53.9 | 7.2 | 32.6 | 59.3 | 3.6  | 33.1 | 53.9 | 2.8 | 28.4 |
|    | 56.5 | 7   | 27.6 | 55.3 | 5.9 | 26.6 | 47.5 | 3   | 23.8 | 3  | 50.5 | 6.9 | 29.8 | 53   | 3.5  | 27.7 | 51.8 | 5.7 | 30.9 |
| 4  | 61.4 | 6.8 | 28.4 | 55.3 | 1.5 | 26.6 | 62.1 | 1.3 | 29.1 |    | 59   | 6   | 32.8 | 58.6 | -0.9 | 28.7 | 54.3 | 2.6 | 28.6 |
|    | 61.7 | 7.5 | 32.3 | 55.3 | 5.9 | 26.6 | 49.8 | 4.9 | 21.4 | 4  | 54.7 | 5.4 | 33.2 | 51.3 | 3.9  | 26.2 | 53.4 | 5.3 | 28.1 |
| 5  | 56.9 | 7.7 | 28   | 57.3 | 4.1 | 28.4 | 58.8 | 3   | 29.7 |    | 50.5 | 9.3 | 29.8 | 59.5 | 2.3  | 33.4 | 51.3 | 3.8 | 26.2 |
|    | 58   | 8.8 | 29.1 | 54.1 | 8.1 | 25.4 | 59.2 | 2.7 | 30.1 | 5  | 52.6 | 9.5 | 31.6 | 61.5 | 0.9  | 31.4 | 51.3 | 7.4 | 26.2 |
| 6  | 59.2 | 7.7 | 30.1 | 57.3 | 9.6 | 28.4 | 61.9 | 1.9 | 28.4 |    | 53.9 | 9.5 | 32.6 | 58.2 | 6.6  | 32.2 | 55.5 | 7   | 25.8 |
|    | 55.7 | 7.7 | 26.9 | 47.3 | 3   | 23.8 | 62.5 | 0   | 29.4 | 6  | 54.3 | 7   | 28.8 | 53.4 | 2    | 28.1 | 54.3 | 1.3 | 28.8 |
| 7  | 60.3 | 6.8 | 31.3 | 59.5 | 6.3 | 30.4 | 62.5 | 2.1 | 29.4 |    | 55.9 | 5.4 | 30.2 | 58.2 | 2.6  | 28.4 | 57.4 | 4.1 | 31.5 |
|    | 56.1 | 5.3 | 27.3 | 59.9 | 5   | 30.7 | 59.9 | 6.1 | 30.7 | 7  | 50.5 | 3.3 | 25.4 | 57.4 | 4.2  | 31.5 | 52.2 | 8.8 | 27   |
| 8  | 50.2 | 7   | 21.8 | 49.3 | 11  | 25.5 | 49.8 | 1.3 | 25.9 |    | 48.7 | 6   | 28.4 | 49.6 | 2.7  | 29.1 | 52.2 | 6.4 | 27   |
|    | 53.2 | 5.4 | 24.7 | 54.1 | 3.6 | 29.6 | 46.1 | 3.1 | 22.5 | 8  | 55.1 | 6.3 | 29.5 | 52.2 | 4.3  | 27   | 51.8 | 1.1 | 26.6 |
| 9  | 53.2 | 5.4 | 24.7 | 53.7 | 7.3 | 25   | 61.4 | 5.8 | 32   |    | 53   | 8   | 27.7 | 55.1 | 8.5  | 29.5 | 51.8 | 7   | 26.6 |
|    | 62.5 | 8.8 | 33   | 61.4 | 0.9 | 28.4 | 59.5 | 3.4 | 30.4 | 9  | 58.2 | 6.5 | 32.2 | 57.8 | 6    | 31.9 | 58.1 | 1.2 | 32.5 |
| 10 | 52.4 | 8.5 | 23.9 | 53.7 | 6.2 | 25   | 58.4 | 2.1 | 29.4 |    | 54.7 | 6.6 | 29.1 | 54.3 | 1.3  | 28.8 | 52.2 | 3   | 27   |
|    | 56.5 | 4.9 | 27.6 | 59.2 | 4.6 | 30.1 | 58   | 4.5 | 29.1 | 10 | 53.4 | 3.1 | 28.1 | 56.3 | 5.2  | 30.5 | 57   | 4.5 | 31.2 |

#### Firmeza

| firmeza | 27-may-19 |      |      |      |          |      | firmeza 5 de junio 2019 |       |      |      |          |      |      |
|---------|-----------|------|------|------|----------|------|-------------------------|-------|------|------|----------|------|------|
|         | Comb      |      | conv |      | organico |      | Comb                    |       | conv |      | organico |      |      |
|         | fruto     | a    | b    | a    | b        | a    | b                       | fruto | a    | b    | a        | b    |      |
| 1       | 2.42      | 2.36 | 2.56 | 2.44 | 3.2      | 3.2  | 1                       | 2.6   | 3    | 3.54 | 3.86     | 4.56 | 4.64 |
| 2       | 4.12      | 4.24 | 2.7  | 3.38 | 3.14     | 3.06 | 2                       | 3.6   | 2.78 | 4    | 3.78     | 5.16 | 5.22 |
| 3       | 3.38      | 3.84 | 3.44 | 3.16 | 3.3      | 2.8  | 3                       | 4.36  | 4.4  | 2.96 | 3.7      | 3.66 | 3.24 |
| 4       | 4.2       | 4.24 | 4.26 | 4    | 3.5      | 3.8  | 4                       | 2.7   | 3.34 | 4.42 | 3.84     | 3    | 3    |
| 5       | 2.96      | 2.88 | 4.64 | 4.76 | 4.7      | 3.7  | 5                       | 3.32  | 4.1  | 4.5  | 4.3      | 4.4  | 3.2  |

|    |      |      |     |      |     |      |    |      |      |      |      |     |     |
|----|------|------|-----|------|-----|------|----|------|------|------|------|-----|-----|
| 6  | 2.5  | 2.82 | 3.1 | 3.68 | 2.9 | 3.06 | 6  | 3.38 | 3.74 | 2.36 | 2.42 | 2.7 | 3.7 |
| 7  | 3.28 | 3.96 | 3   | 3.46 | 3.3 | 3.6  | 7  | 3    | 4    | 3.28 | 3.64 | 4.7 | 4.5 |
| 8  | 2.82 | 2.5  | 3.3 | 2.9  | 2.5 | 1.6  | 8  | 3.12 | 4.34 | 4    | 3.52 | 3.8 | 4.3 |
| 9  | 2.38 | 2.96 | 3.1 | 3.28 | 2.5 | 2.7  | 9  | 2.96 | 4.14 | 3    | 3.64 | 2.9 | 3.8 |
| 10 | 2.68 | 3.42 | 4.4 | 5    | 2.2 | 1.6  | 10 | 3.46 | 3.74 | 3.94 | 2.96 | 4.2 | 3.9 |

#### Vitamina C

| Vit C 27/05/2019 |     |      |      | Vit C 31/05/2019 |     |      |      |
|------------------|-----|------|------|------------------|-----|------|------|
| fruto            | org | conv | comb | fruto            | org | conv | comb |
| 1                | 2   | 1.1  | 1.2  | 1                | 1.8 | 1.9  | 1.2  |
| 2                | 1.3 | 1.3  | 1.2  | 2                | 2.2 | 1.6  | 1.4  |
| 3                | 1.2 | 0.8  | 0.9  | 3                | 1.8 | 1.7  | 1.6  |
| 4                | 1.3 | 1    | 0.7  | 4                | 1.9 | 1.6  | 2    |
| 5                | 1.5 | 1    | 1.1  | 5                | 1.8 | 1.6  | 2.1  |

#### Calidad nutraceútica

| Tratamiento  | Fenoles (765 nm) |          |       |          | Tratamiento  | carotenoides |                     |         |
|--------------|------------------|----------|-------|----------|--------------|--------------|---------------------|---------|
|              | muestra          | peso (g) | Abs   | dilución |              | muestra      | tamaño muestra (mL) | lectura |
| combinada    | 1                | 1        | 0.338 |          | combinada    | 1            | 23                  | 0.464   |
|              | 2                | 1        | 0.388 |          |              | 2            | 23                  | 0.777   |
|              | 3                | 1.1      | 0.516 |          |              | 3            | 24                  | 0.483   |
|              | 4                | 1.1      | 0.545 |          |              | 4            | 24                  | 0.681   |
|              | 5                | 1.1      | 0.529 |          |              | 5            | 24                  | 0.596   |
| convencional | 6                | 1.1      | 0.529 |          | convencional | 6            | 51                  | 0.289   |
|              | 7                | 1.1      | 0.776 |          |              | 7            | 51                  | 0.236   |
|              | 8                | 1.2      | 0.538 |          |              | 8            | 51                  | 0.413   |
|              | 9                | 1        | 0.527 |          |              | 9            | 47                  | 0.204   |
|              | 10               | 1        | 0.403 |          |              | 10           | 23                  | 0.698   |

|              |    |     |                         |              |    |    |       |
|--------------|----|-----|-------------------------|--------------|----|----|-------|
|              | 11 | 1   | 0.499                   |              | 11 | 23 | 0.762 |
|              | 12 | 1.1 | 0.602                   |              | 12 | 24 | 0.541 |
| orgánico     | 13 | 1.1 | 0.486                   | orgánico     | 13 | 18 | 0.689 |
|              | 14 | 1.1 | 0.578                   |              | 14 | 20 | 0.545 |
|              | 15 | 1   | 0.948 dilución 1:1=.470 |              | 15 | 21 | 0.631 |
|              | 16 | 1   | 0.654                   |              | 16 | 23 | 0.557 |
|              | 17 | 1   | 0.395                   |              | 17 | 23 | 0.579 |
| combinada    | 18 | 1   | 0.426                   | combinada    | 18 | 21 | 0.482 |
|              | 19 | 1.1 | 0.908                   |              | 19 | 23 | 0.519 |
|              | 20 | 1   | 0.53                    |              | 20 | 21 | 0.656 |
|              | 21 | 1.2 | 0.799                   |              | 21 | 23 | 0.452 |
|              | 22 | 1.1 | 0.728                   |              | 22 | 22 | 0.678 |
| convencional | 23 | 1   | 0.543                   | convencional | 23 | 19 | 0.583 |
|              | 24 | 1   | 0.952 dilución 1:1=.475 |              | 24 | 22 | 0.548 |
|              | 25 | 1.1 | 0.593                   |              | 25 | 24 | 0.605 |
|              | 26 | 1.1 | 0.815                   |              | 26 | 21 | 0.449 |
|              | 27 | 1.1 | 0.672                   |              | 27 | 20 | 0.482 |
|              | 28 | 1   | 0.554                   | orgánico     | 28 | 24 | 0.56  |
| orgánico     | 29 | 1.1 | 0.527                   |              | 29 | 21 | 0.596 |
|              | 30 | 1   | 1.109 dilución 1:1=.567 |              | 30 | 22 | 0.551 |



**Nitrógeno en brotes y raíces de durazno**

| Control interno | raíces | Identificación de la muestra | N, %  | Control interno | brotes | Identificación de la muestra | N, %  |
|-----------------|--------|------------------------------|-------|-----------------|--------|------------------------------|-------|
| 1087            | 1      | 1r                           | 1.295 | 1111            | 1      | 1b                           | 0.420 |
| 1088            | 2      | 2r                           | 1.225 | 1112            | 2      | 2b                           | 0.350 |
| 1089            | 3      | 3r                           | 1.050 | 1113            | 3      | 3b                           | 0.420 |
| 1090            | 4      | 4r                           | 1.120 | 1114            | 4      | 4b                           | 0.420 |
| 1091            | 5      | 5r                           | 1.050 | 1115            | 5      | 5b                           | 0.420 |
| 1092            | 6      | 6r                           | 1.015 | 1116            | 6      | 6b                           | 0.280 |
| 1093            | 7      | 7r                           | 0.910 | 1117            | 7      | 7b                           | 0.350 |
| 1094            | 8      | 8r                           | 1.190 | 1118            | 8      | 8b                           | 0.455 |
| 1095            | 9      | 9r                           | 1.050 | 1119            | 9      | 9b                           | 0.280 |
| 1096            | 10     | 10r                          | 0.910 | 1120            | 10     | 10b                          | 0.385 |
| 1097            | 11     | 11r                          | 1.260 | 1121            | 11     | 11b                          | 0.245 |
| 1098            | 12     | 12r                          | 0.910 | 1122            | 12     | 12b                          | 0.420 |
| 1099            | 13     | 13r                          | 0.910 | 1123            | 13     | 13b                          | 0.350 |
| 1100            | 14     | 14r                          | 1.190 | 1124            | 14     | 14b                          | 0.420 |
| 1101            | 15     | 15r                          | 0.875 | 1125            | 15     | 15b                          | 0.420 |
| 1102            | 16     | 16r                          | 0.910 | 1126            | 16     | 16b                          | 0.455 |
| 1103            | 17     | 17r                          | 1.120 | 1127            | 17     | 17b                          | 0.560 |
| 1104            | 18     | 18r                          | 0.840 | 1128            | 18     | 18b                          | 0.385 |
| 1105            | 19     | 19r                          | 1.120 | 1129            | 19     | 19b                          | 0.595 |
| 1106            | 20     | 20r                          | 0.980 | 1130            | 20     | 20b                          | 0.385 |
| 1107            | 21     | 21r                          | 1.260 | 1131            | 21     | 21b                          | 0.385 |
| 1108            | 22     | 22r                          | 1.540 | 1132            | 22     | 22b                          | 0.350 |
| 1109            | 23     | 23r                          | 1.295 | 1133            | 23     | 23b                          | 0.315 |
| 1110            | 24     | 24r                          | 1.120 | 1134            | 24     | 24b                          | 0.315 |