

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO EN DOS CULTIVARES BLANCOS  
DE VID (*Vitis Vinífera*) EN EL VALLE DE ICA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**RUTH ELENA GUZMÁN ARDILES**

**LIMA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO EN DOS CULTIVARES BLANCOS  
DE VID (*Vitis Vinífera*) EN EL VALLE DE ICA”**

**RUTH ELENA GUZMÁN ARDILES**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

.....

Ing. M. S. Andrés Casas Díaz  
**PRESIDENTE**

.....

Dr. Jorge Escobedo Álvarez  
**ASESOR**

.....

Dr. Américo Guevara Pérez  
**MIEMBRO**

.....

Ing. M. Sc. Jorge Castillo Valiente  
**MIEMBRO**

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia: padres y hermanos, por ser mis mejores amigos, aquellos en los que sé que puedo confiar, por haberme enseñado lo que es el amor, porque por ustedes soy quien soy. ¡Los amo!

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi baluarte, mi todo, mi primer gran Amor.

A mis papás, Lucho y Sonia, por su entrega total e incondicional a la misión que Dios les dio de cuidarnos y educarnos en lo físico, espiritual e intelectual. Por siempre querer lo mejor para nosotros, aunque tuvieran que olvidarse de ellos, por sus enseñanzas, palizas y paciencia.

A mis hermanos y amigos de toda la vida: Rosa María, Juan José y Luis José. Rose, la nobleza de tu corazón me enseñó que nada es más grande que el amor que se da, me enseñaste la importancia de escoger en quién confiar. Luis Jo, tu bondad, generosidad y pasión por lo que se hace, me dijo que uno puede conseguir sus sueños ayudando a cumplir el de otros. Juan Jo, mi siempre pequeño hermanito, aunque no tuve la dicha de conocerte, te tengo siempre presente y espero con ansias el día en que nos encontremos en el Cielo.

A mi mamá Clara y Compañero, por ese cariño que sólo del corazón de abuelitos puede salir. Por la generosidad para con el prójimo aún en medio de la pobreza, por sus preocupaciones y cuidados.

A JoJob y mi abuelita Olga. Siempre admiré la facilidad que mi abuelito tenía para arreglar artefactos y juguetes, su curiosidad e ingenio me enseñaron de cómo observando se puede llegar a una solución. Olguita, me enseñaste la importancia del ahorro, del saber guardar “pan pa’ Mayo”.

A mis tíos, que siempre que fue necesario estuvieron allí para ayudarnos, en lo económico o en lo moral. En especial a mi papito Ricardo, mi padrino, te mando un beso al Cielo por todo lo que, con cariño hiciste por mí y no supe agradecer.

A los profesores, por ser fuente de conocimientos y por la dirección que dieron a mis estudios, porque cada uno inspiró de forma diferente lo que ahora es mi profesión.

Especialmente a mi orientador Jorge Escobedo, por creer en mí y ayudarme en la culminación de este trabajo profesional.

A los amigos que hice desde los primeros días de la facultad: Jenny Liz, Aida, Cynthia, Karin, Julissa, Marco, Miguel, Karina, por los trabajos, paseos, conversas, fiestas, etc. ¡Gracias!

A Agrícola Don Ricardo S.A.C., por permitirme realizar mis prácticas agronómicas en su institución, la gran oportunidad de un primer trabajo como agrónoma y por permitirme hacer el experimento que llevó a la conclusión de este trabajo profesional. Especialmente al ing. Rafael, por creer en mí y abrir mis ojos a mis habilidades y al ing. Carlos Ferrari, por ser mi mentor desde que entré a la empresa, por no tener reservas al enseñarme todo lo que sabía. A todos mis compañeros de trabajo y amistades que hice mientras estuve en la empresa, en especial a Kari, Shivi, Shofi, Norkis, Higi, Nine.

Al GAV: Grupo de Alumnos Voluntarios, por darme la posibilidad de darle sentido a mis estudios, el saber que lo que hacía iba a servir a otros me ayudó a darle más valor a mi carrera profesional. A todos los que conocí allí, por su amabilidad, aceptación y entrega a los proyectos que realizábamos. A Dalmira Beltrán, por ser esa persona que siempre nos impulsaba a seguir, que nos ordenaba la vida para servir más y mejor.

Al TAJMA: Taller de Artes José María Arguedas, por todos los momentos compartidos, por permitirme amar más a mi país en el conocimiento de las danzas, porque me ayudó ver cuán vinculada está la agricultura a mi cultura peruana.

A todos los que conocí en la bolsa de trabajo, por los trabajos de sábado y domingo, porque me ayudaron a desarrollar el trabajo en equipo.

A todos a los que Dios me permitió encontrar hasta ahora en esta vida... ¡MUCHÍSIMAS GRACIAS!

## INDICE GENERAL

|        |  |    |
|--------|--|----|
| I.     | INTRODUCCION .....                           | 1  |
| II.    | OBJETIVOS .....                              | 3  |
| III.   | REVISIÓN DE LITERATURA Y ANTECEDENTES.....   | 4  |
| 3.1.1. | Thompson Seedless:.....                      | 4  |
| 3.1.2. | Sugraone:.....                               | 5  |
| 3.4.1. | Definición.....                              | 6  |
| 3.4.2. | Origen de la dormancia .....                 | 7  |
| 3.4.3. | Brotación o desborre .....                   | 11 |
| 3.4.4. | Floración.....                               | 14 |
| IV.    | IMPLEMENTACION Y EVALUACION DEL SISTEMA..... | 17 |
| 4.3.1. | Métodos y Procedimientos del sistema .....   | 21 |
| 4.3.2. | Resultados .....                             | 24 |
| 4.4.1. | Equipos y Materiales .....                   | 32 |
| 4.4.2. | Métodos y procedimientos .....               | 33 |
| 4.4.3. | Diseño Experimental .....                    | 36 |
| 4.4.4. | Resultados .....                             | 37 |
| 4.5.1. | Equipos y Materiales .....                   | 48 |
| 4.5.2. | Métodos y Procedimientos .....               | 49 |
| 4.5.3. | Resultados .....                             | 51 |
| 4.6.1. | Registro Meteorológico.....                  | 60 |
| 4.6.2. | Fertilidad de yemas .....                    | 67 |
| 4.6.3. | Nutrición y producción.....                  | 69 |
| 4.6.4. | Cianamida Hidrogenada.....                   | 71 |
| V.     | DISCUSIONES.....                             | 72 |
| VI.    | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....          | 74 |
| VII.   | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....               | 75 |
| VIII.  | ANEXOS .....                                 | 82 |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Sección transversal de una yema dormida, con sus tres conos vegetativos.                   | 8  |
| <b>Figura 2:</b> Efecto de la temperatura en el progreso a través de la dormancia de la yema y la brotación | 11 |
| <b>Figura 3:</b> Estado “A” de la yema, según Baggiolini  | 12 |
| <b>Figura 4:</b> Estado “B” de la yema, según Baggiolini  | 13 |
| <b>Figura 5:</b> Estado “C” de la yema, según Baggiolini  | 13 |
| <b>Figura 6:</b> Microaspersores encima del parrón  | 18 |
| <b>Figura 7:</b> Lote QU4 – Fdo. La Quebrada  | 19 |
| <b>Figura 8:</b> Válvula eléctrica de una pulgada   | 20 |
| <b>Figura 9:</b> Microaspersor con válvula  | 19 |
| <b>Figura 10:</b> Controlador de riego NMC-Junior   | 20 |
| <b>Figura 11:</b> Reservorio con sistema de bombeo  | 18 |
| <b>Figura 12:</b> Distribución de los tratamientos - Lote QU4   | 22 |
| <b>Figura 13:</b> Porcentaje de brotación por tratamiento   | 24 |
| <b>Figura 14:</b> Dinámica de floración por tratamiento   | 25 |
| <b>Figura 15:</b> Número promedio de racimos por planta por tratamiento                                     | 26 |
| <b>Figura 16:</b> Distribución de longitud de racimos por tratamiento                                       | 27 |
| <b>Figura 17:</b> Peso promedio de racimos por tratamiento  | 28 |
| <b>Figura 18:</b> Calibre promedio de bayas por tratamiento   | 29 |
| <b>Figura 19:</b> Distribución de longitud de bayas, en porcentaje  | 30 |
| <b>Figura 20:</b> Peso de baya promedio por tratamiento   | 31 |
| <b>Figura 21:</b> Distribución de tratamientos en cada lote   | 37 |
| <b>Figura 22:</b> Evolución del porcentaje de brotación por cuadrante, lote QU4                             | 39 |
| <b>Figura 23:</b> Evolución del porcentaje de brotación por cuadrante, lote RU10                            | 44 |
| <b>Figura 24:</b> Distribución de cuadrantes y tratamientos en el lote QU4                                  | 49 |
| <b>Figura 25:</b> Ubicación del termohigrómetro   | 50 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 26: Temperaturas por tratamiento .....   | 51 |
| <b>Figura 27:</b> Evolución de la floración por cuadrante y tratamiento.....                                      | 58 |
| <b>Figura 28:</b> Temperatura promedio mensual – San José de los Molinos .....                                    | 60 |
| <b>Figura 29:</b> Temperatura máxima mensual – San José de los Molinos.....                                       | 61 |
| <b>Figura 30:</b> Temperatura mínima mensual – San José de los Molinos.....                                       | 61 |
| <b>Figura 31:</b> Humedad Relativa promedio mensual – San José de los Molinos .....                               | 62 |
| <b>Figura 32:</b> Temperaturas máxima, promedio y mínima, previos a la poda.....                                  | 63 |
| <b>Figura 33:</b> Temperaturas máxima, promedio y mínima, después de la aplicación de cianamida hidrogenada ..... | 64 |
| <b>Figura 34:</b> Humedad Relativa promedio, días previos a la poda .....   | 65 |
| <b>Figura 35:</b> Humedad Relativa promedio, posterior a la aplicación de cianamida hidrogenada .....             | 66 |



## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1:</b> Requerimiento de frío, en horas, por debajo de 7°C, requeridos para romper la dormancia en yemas de algunos frutales caducifolios..... | 10 |
| <b>Tabla 2:</b> Área por tratamiento.....  | 22 |
| <b>Tabla 3:</b> Porcentaje de brotación y significación .....  | 24 |
| <b>Tabla 4:</b> Número de racimos por tratamiento y significancia .....  | 26 |
| <b>Tabla 5:</b> Longitud de racimos por tratamiento y significancia.....   | 27 |
| <b>Tabla 6:</b> Peso de racimos por tratamiento y significancia.....   | 28 |
| <b>Tabla 7:</b> Calibre de bayas por tratamiento y significancia .....   | 29 |
| <b>Tabla 8:</b> Longitud de bayas por tratamiento y significancia .....  | 30 |
| <b>Tabla 9:</b> Peso de baya promedio por tratamiento y significancia.....   | 31 |
| <b>Tabla 10:</b> Relación Sólidos solubles/acidez titulable .....  | 32 |
| <b>Tabla 11:</b> Área y número de plantas por tratamiento por lote .....   | 34 |
| <b>Tabla 12:</b> Evolución del porcentaje de brotación .....   | 38 |
| <b>Tabla 13:</b> Relación Solidos solubles/acidez titulable .....  | 40 |
| <b>Tabla 14:</b> Número de racimos.....  | 41 |
| <b>Tabla 15:</b> Número de racimos por tratamiento .....   | 41 |
| <b>Tabla 16:</b> Análisis de yema (10/Jun/2010) .....  | 42 |
| <b>Tabla 17:</b> Porcentaje de brotación promedio por cuadrante .....  | 43 |
| <b>Tabla 18:</b> Distribución de porcentaje de brotación en el lote .....  | 45 |
| <b>Tabla 19:</b> Promedio de porcentaje de brotación por tratamiento - RU10.....   | 45 |
| <b>Tabla 20:</b> Distribución de número de racimos en el lote .....  | 46 |
| <b>Tabla 21:</b> Número promedio de racimos por tratamiento.....   | 46 |
| <b>Tabla 22:</b> Peso de fruto por tratamiento.....  | 47 |

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| <b>Tabla 23:</b> | Calibre de baya por tratamiento .....   | 47 |
| <b>Tabla 24:</b> | Parámetros de sabor por tratamiento .....                                       | 48 |
| <b>Tabla 25:</b> | Horas-frío acumuladas por semana en San José de los Molinos.....                | 52 |
| <b>Tabla 26:</b> | Horas-frío acumuladas por semana con el tratamiento de Enfriamiento Evaporativo | 53 |
| <b>Tabla 27:</b> | Porcentaje de brotación por cuadrante.....                                      | 54 |
| <b>Tabla 28:</b> | Distribución de porcentaje de brotación en el lote .....                        | 55 |
| <b>Tabla 29:</b> | Porcentaje de brotación promedio por tratamiento.....                           | 55 |
| <b>Tabla 30:</b> | Porcentaje de floración promedio por cuadrante .....                            | 56 |
| <b>Tabla 31:</b> | Porcentaje de floración promedio por cuadrante .....                            | 57 |
| <b>Tabla 32:</b> | Distribución del número de racimos en el lote .....                             | 59 |
| <b>Tabla 33:</b> | Número de racimos promedio por tratamiento.....                                 | 59 |
| <b>Tabla 34:</b> | Análisis de yema y porcentaje de brotación RU10 (Superior Seedless) .....       | 67 |
| <b>Tabla 35:</b> | Análisis de yema y porcentaje de brotación QU4 (Thompson Seedless).....         | 68 |
| <b>Tabla 36:</b> | Fertilización por año de campaña y la producción – RU10 (Superior Seedless)     | 69 |
| <b>Tabla 37:</b> | Fertilización por año de campaña y la producción – QU4 (Thompson Seedless)      | 70 |
| <b>Tabla 38:</b> | Dosis y fechas de cianamida hidrogenada .....                                   | 71 |

## RESUMEN

La uva (*Vitis vinifera*) es una especie originaria de la región del mediterráneo introducida a nuestro país en 1493 aproximadamente. Desde entonces muchas tecnologías han sido desarrolladas y probadas con la finalidad de obtener mayores rendimientos. En el caso de la uva de mesa, una buena producción para exportación se define en términos de cantidad y calidad, determinado por el éxito de cada proceso fenológico, desde la brotación hasta la cosecha. El presente trabajo tuvo como objetivo probar el uso de sistema de enfriamiento evaporativo, su efecto en la brotación de las yemas, además de su incidencia en la producción y calidad en dos cultivares blancas de uva apirena. Para este fin plantas de dos lotes de uva blanca apirena (Thompson Seedless y Superior Seedless) recibieron enfriamiento evaporativo por tres tiempos diferentes, de los cuales se evaluó el porcentaje de brotación, momento de floración, número de racimos y parámetros de producción (peso de racimo, diámetro ecuatorial, diámetro polar, porcentaje de sólidos solubles totales y acidez titulable) a la cosecha. El experimento se repitió por tres años en el valle de Ica. Las diferencias significativas observadas en el porcentaje de brotación, número y peso de racimos en el primer año de evaluación no se repitieron en los años siguientes, siendo atribuida esta variación a las temperaturas ambientales y dosis en las aplicaciones de etephon de cada año. Se observó, además, que las prácticas agronómicas realizadas en la localidad, previas a la poda, pueden estar desarrollando procesos fisiológicos que en su lugar de origen lo hace la baja de temperatura. Por otro lado, los parámetros de calidad no fueron responsivos a los tratamientos en ningún año de evaluación. Se concluye que bajo las condiciones del valle de Ica no es necesario el uso del sistema de enfriamiento evaporativo para la mejora de brotación y producción de uva de mesa.

**Palabras claves:** dormencia, brotación, estados fenológicos, metodología de evaluación, cooling system.

## ABSTRACT

Grape (*Vitis vinifera*) is an original species of Mediterranean countries introduced to our country on 1493 approximately. Since then many technologies have been developed and tested in order to obtain higher yields. In the case of table grapes, good production for export is defined in terms of quantity and quality, determined by the success of each phenological process, from budbreak to harvest. The present work aimed to test the use of an evaporative cooling system, its effect on budbreak, as well as its impact on production and quality in two white apirena grape cultivars. For this purpose, plants from two plots of white apirena grapes (Thompson Seedless and Superior Seedless) received evaporative cooling for three different times, of which the percentage of budbreak, flowering time, number of clusters and production parameters (weight of bunch, equatorial diameter, polar diameter, percentage of total soluble solids and titratable acidity) at harvest were evaluated. The experiment was repeated for three years in the Ica valley. The significant differences observed in the percentage of budbreak, number and weight of clusters in the first year of evaluation were not repeated in the following years, this variation was attributed to environmental temperatures and doses of ethephon application of each year. It was also observed that the agronomic practices carried out in the locality, prior to pruning, may be developing physiological processes that in their place of origin does the drop in temperature. On the other hand, the quality parameters were not responsive to the treatments in any year of evaluation. It is concluded that under the conditions of the Ica valley it is not necessary the use of evaporative cooling system to improve budbreak and production of table grapes.

**Keywords:** dormancy, budburst, phenological stages, evaluation methodology, cooling system.

## I. INTRODUCCION

La uva de mesa (*Vitis vinífera*), es una especie originaria de climas templados y el rango de temperatura requerido depende del estado fenológico en el cual se encuentre. Así, en invierno la planta entra en reposo, periodo en el que acumula horas frío para romper la dormancia e inducir brotación.

Este cultivo se ha adaptado muy bien a la Costa Peruana, ya que responde adecuadamente a todos sus requerimientos, excepto las horas de frío que debe acumular para romper naturalmente la dormancia.

El sector productor y exportador de uva de mesa es una gran fuente de trabajo y divisas para el Perú, el cual ha ido creciendo considerablemente: de 530 toneladas exportadas en la campaña 1998-1999 a 37,131 toneladas en la campaña 2008-2009 y 219,343 toneladas en la campaña 2013-2014.

Las zonas productoras de vid en el Perú principalmente están en Piura, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna, siendo el departamento de Ica el que presenta las características más apropiadas para la actividad vitivinícola y de donde salieron los primeros embarques de uva de mesa, entre 1998-1999.

En la actualidad, hay cerca de 12,000 hectáreas cultivadas con uvas de mesa para la exportación en la costa peruana, desde Moquegua hasta Piura. Ica es la principal región productora con el 62% del volumen nacional exportado, seguido por Piura con el 28% y Lambayeque con 6%.

Este aumento de producción exportable, se debe tanto al incremento en el área cultivada como a la mejora continua en la tecnología empleada por los productores, quienes innovan día a día el manejo pre y post cosecha. El desarrollo y empleo de nuevas tecnologías van de la mano con el conocimiento de la fenología y los requerimientos de la planta en cada uno de sus estadíos.

Para suplir parcialmente la falta de frío se recurre al uso de la cianamida hidrogenada, sin embargo no reemplaza totalmente la ausencia de frío y el brotamiento muchas veces es escaso, desuniforme y atrasado. Una alternativa de solución a éste inconveniente, que

además ya se emplea en otros países, es la aplicación del enfriamiento evaporativo como método que ayuda a una mejor acumulación de unidades de frío.

En el presente trabajo se detallan los ensayos realizados por 3 años consecutivos en dos variedades blancas de uva de mesa con el sistema de enfriamiento evaporativo

## **II. OBJETIVO**

Evaluar el uso del sistema de enfriamiento evaporativo y su efecto en la brotación de las yemas y su incidencia en la producción y calidad en dos cultivares blancas de uva de mesa apirena.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA Y ANTECEDENTES**

#### **3.1. Variedades**

##### **3.1.1. Thompson Seedless:**

La mayoría de autores coinciden en que la variedad Thompson Seedless tiene su origen en Irán meridional, pero el Vitis International Variety Catalogue sitúa su origen en Turquía.

Constituye una de las variedades más antiguas e importantes de uva cultivada en el mundo. Recibe otras denominaciones como Kishmish, Kichnich, Sultana e Sultanina blanca. Se originó en Asia Menor (parte asiática de Turquía) y constituye la variedad de uva de mesa principal en países como Estados Unidos, Chile e India (Leão, 1999).

Se cree que es un cruce natural entre ‘Sultanina’ y otra *Vitis vinifera* no identificada, pero su estudio comparativo entre los dos cultivares demostró inequívocamente que las dos denominaciones (Sultanina y Thompson) son sinónimos, aunque algunos consideran que ‘Thompson Seedless’ es más productiva que ‘Sultanina’ (Pastena, 1990).

Los racimos son de tamaño medio a grande, cilíndrico-cónico, alado y compacto. Las bayas son elipsoidales, alargadas y pequeñas con un peso medio de 5 gr, de coloración verde amarillenta, siendo la pulpa de una textura crocante, sabor neutro y muy dulce (Camargo, 1998).

Las plantas son muy vigorosas, pero presenta bajo índice de fertilidad, siendo necesarias podas largas. En condiciones tropicales esta variedad se presenta excesivamente vigorosa en detrimento del desenvolvimiento de las inflorescencias, quedando en una producción resumida a pocos y pequeños racimos (Leão, 1999; Leão, 2005).



Esta variedad es estenoespermocárpica, es decir, la polinización y fertilización son normales, seguido por un aborto del embrión aún inmaduro, debido a la ausencia o mal formación del endosperma. De éste proceso se originan frutos maduros con residuos seminales blandos, imperceptibles al consumidor (Stout, 1936, como se citó en Tian & Wang, 2008).

### **3.1.2. Sugraone:**

El cultivar se creó por el viverista John M. Garabedian de Fresno, California y resultó del cruce de Cardinal y una mutación sin semilla, sin nombre y sin patentar (Fidelibus et al., s.f.). Garabedian recibió la protección de la Patente de los Estados Unidos para Sugraone en 1972. Los derechos de Sugraone fueron asignados a la Compañía Agrícola Superior, después de que el vivero de Garabedian fue vendido. En 1986, la Compañía Agrícola Superior vendió su uva, incluyendo las patentes, aplicaciones de patente y los derechos para postular a la protección de alguna variedad en otros países de “Western Fruit Acquisition Inc.”. En consecuencia, Western Fruit cambió de nombre a “Agrícola Superior” pero se unió con “Sun World International” en 1989 asignándoles los derechos de reproductor de la variedad Sugraone. Actualmente la patente ya está liberada y puede ser reproducida por cualquier viverista. (Lund, 2015)

La fruta de esta cultivar es blanca y apirena, la cual se emplea como uva de mesa, para la elaboración de pasas, zumos, macedonias y conservas de almíbar. Los racimos son medianos a grandes. Las bayas son redondas, grandes, crocantes y de baja acidez, lo que le da suave sabor dulce, tipo moscatel cuando maduro (Sun World International, s.f.). Estas características han hecho con que tenga buena aceptación en algunos mercados internacionales, consolidado como una de las variedades más importantes de uva sin semillas en producción.

Leão (2001) observó baja fertilidad de yemas en este cultivar, haciendo con que la productividad se vea reducida, además de ser irregular entre las cosechas. Durante la ocurrencia de lluvias, las bayas se muestran sensibles a la rajadura pedicelar. Puede ser conocida en diversos países como ‘Sugraone’ y en el valle de San Francisco (Brasil) como ‘Festival’ (Leão, 1999)

### **3.2. Clima en el departamento de Ica.**

El departamento de Ica está ubicado en la costa sur central del territorio peruano y presenta un territorio relativamente accidentado, con planicies costeñas, extensas pampas como Lancha y Villacurí, tablazos desérticos, la península de Paracas y algunos valles (Banco Central de Reserva [BCRP], 2016).

Según la clasificación de Werren Thornthwaite, el departamento de Ica presenta en su mayoría un clima de tipo E(d)B'1H3, que se refiere al clima semi calido, desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como húmedo, en promedio inferior a otras zonas costeras (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI], 2002). La temperatura promedio anual de 23°C, temperatura media anual máxima de 32.2°C y la mínima de 9.8°C: De diciembre a marzo la temperatura asciende notoriamente durante el día con un promedio de 30 °C al mediodía, enfriándose ligeramente durante la noche y en los meses de julio y agosto, la temperatura baja, especialmente en la noche, cuando alcanza un mínimo de 8 °C. La insolación promedio es superior a otras zonas de la costa. (Montoro, 2010; BCRP, 2016)

### **3.3. Estados fenológicos de la vid**

A continuación se describirán algunos estados fenológicos de la vid como especie, creciendo en climas templados.

### **3.4. Dormancia**

#### **3.4.1. Definición**

Los fisiólogos Doorenbos y Lang (como se citó en Hawerth et. al., 2010) definen la dormancia como cualquier caso en que un tejido predispuesto a elongar no lo hace, una suspensión de crecimiento visible de cualquier estructura de la planta que contenga un meristemo regulada de manera endógena e influenciada por factores externos. Otros lo definen como la incapacidad para iniciar el crecimiento desde los meristemos (u otros órganos) bajo condiciones favorables (Rohde y Bhalerao, 2007)

Existen muchos modos y grados de dormancia, dependiendo de la forma de crecimiento de la planta, del órgano o del tejido considerado y de los factores por medio de los cuales es inducido. En árboles de regiones templadas, el cese de la elongación del brote y la aparición de yemas da indicios de dormancia de yema (Wareing, 1956; Wareing, 1965; Viemont y Crabbe, 2000).

### **3.4.2. Origen de la dormancia**

El origen de la condición de dormancia es el resultado de la adaptación de las plantas a las condiciones ambientales que prevalecen en el lugar de origen de las especies caducifolias y sus respectivas variedades.

La vid es originaria de Asia Menor, lo que implica que se haya adaptado a las estaciones de dicho lugar, donde en invierno, por ejemplo, bajan las temperaturas, pudiendo dañarse las hojas, brotes nuevos y demás, quemándolos; para adaptarse la planta tuvo lignificar sus órganos, proceso por el cual el brote, primero entra a un estado semileñoso para luego llegar el estado leñoso propiamente dicho (Leão y Possídio, 2000; Weaver, 1976). Además de la lignificación, las yemas entran en reposo, es en este momento cuando se dice que la planta entra en “Dormancia”. Los órganos en estado latente tienen especial resistencia; de esta manera la detención del crecimiento y el inicio de la dormancia antes de la estación desfavorable de invierno, asegura la supervivencia de las plantas (Williams, 2000).

Los factores de entrada en dormancia son internos, sin embargo, este proceso fisiológico es inmensamente influenciado por condiciones externas, como: bajas temperaturas durante el día y la noche, días más cortos, calidad de luz, condiciones nutritivas, suministro de agua, etc. (Arora et al., 2003)

#### **a. Diferenciación floral**

La diferenciación de los primordios florales está relacionado con la dormancia porque se lleva a cabo en la yema primaria de la yema compuesta latente formada en el brote del año anterior. Esta yema compuesta se muestra en un corte transversal en la Figura 1. (Mullins et al., 1992, Boss et al., 2003)

El momento en que esta diferenciación se lleva a cabo en referencia a la dormancia no está establecido para todo el género *Vitis*, pues también se encuentra influenciada por diversos factores como: el cultivar, la ubicación de la yema en el brote, vigor del brote, balance hormonal y nivel nutricional de la planta y ambiente en la cual ésta se desarrolla (May, 2000, Vasconcelos et al., 2009).

## **b. Etapas de la dormancia**

Tradicionalmente la dormancia se ha dividido en tres etapas:



FUENTE: Mullins et al., 1992

**Figura 1:** Sección transversal de una yema dormida, con sus tres conos vegetativos.

**Paradormancia:** Ocurre desde que la yema es formada y consiste en que la brotación de las yemas es reprimida por factores originados en otros órganos de la planta, como por ejemplo, las auxinas del meristemo apical (Lang, 1987 como se citó en Hawerth et. al., 2010; Lavee y May, 1997), que ejercen dominancia en el crecimiento.

**Entrada a endodormancia:** La disminución de fotoperiodo y temperatura durante el otoño induce a que la capacidad potencial de brotar se vaya perdiendo paulatinamente y el sarmiento termina su proceso de crecimiento, que puede ocurrir antes de lo normal si la

temperatura es menor que la requerida. Como muestra de ello va perdiendo desde la base su color verde por desintegración de la clorofila en las células epidermales y tornándose paulatinamente desde café claro a oscuro debido a la acumulación de lignina y otros compuestos fenólicos en las paredes celulares.

**Endodormancia:** Estado en el cual la brotación se reprime por factores internos de la yema (Lang 1987, Lavee y May 1997): cambios en el contenido de agua y carbohidratos presente en los tejidos, hormonas vegetales ligadas al crecimiento y senescencia (ácidos indolacético y absícico, respectivamente), presencia y actividad de determinadas enzimas en la membrana celular de las yemas y tejidos adyacentes, y también el pH intracelular.

**Salida de endodormancia:** Hasta hace algunos años, la medida de las necesidades de frío estaba siempre relacionada con temperaturas por debajo de 7.2°C, como es el caso de Chandler (1937), que indica que para romper la endolancia la planta debe estar expuesta a un número determinado de horas a 45°F (7°C) o menos. Sin embargo, es difícil aceptar que un proceso regulado internamente por cambios bioquímicos pueda ser sujeto a una temperatura fija. Trabajos más recientes muestran que temperaturas por encima de 7.2°C tiene también influencia, principalmente en cultivares de menor exigencia en frío. Temperaturas tanto por debajo de 7.2°C, como por debajo de 0°C no indican eficiencia en la acumulación de horas de frío. Las diferentes temperaturas pueden tener diferentes valores efectivos de cantidades de horas de frío acumuladas para permitir la salida de la dormancia. También debe tenerse en consideración que en condiciones naturales las temperaturas se presentan de forma cíclica y que lo más importante es la regularidad con la que las temperaturas bajas ocurren, las fluctuaciones de temperatura hacen que sea necesario un mayor número de horas de frío para satisfacer las exigencias de la planta (Erez y Lavee, 1971).

Pouget, citado por Andreini et al. (2009), indicaron que la vid necesita entre 50 y 400 horas por debajo de 7°C, mientras que otros investigadores citados por Pinto et al (s.f.) opinan que son necesarias entre 150 y 1200 horas de frío, este amplio rango se debe a que la vid es uno de los cultivos con mayor variabilidad genética con una enorme cantidad de variedades existentes en la actualidad y repartidas en los más diversos climas. Todos los autores antes mencionados están de acuerdo que, en comparación con otras especies leñosas de clima templado, la vid tiene menos necesidad de horas-frío (Tabla 1).

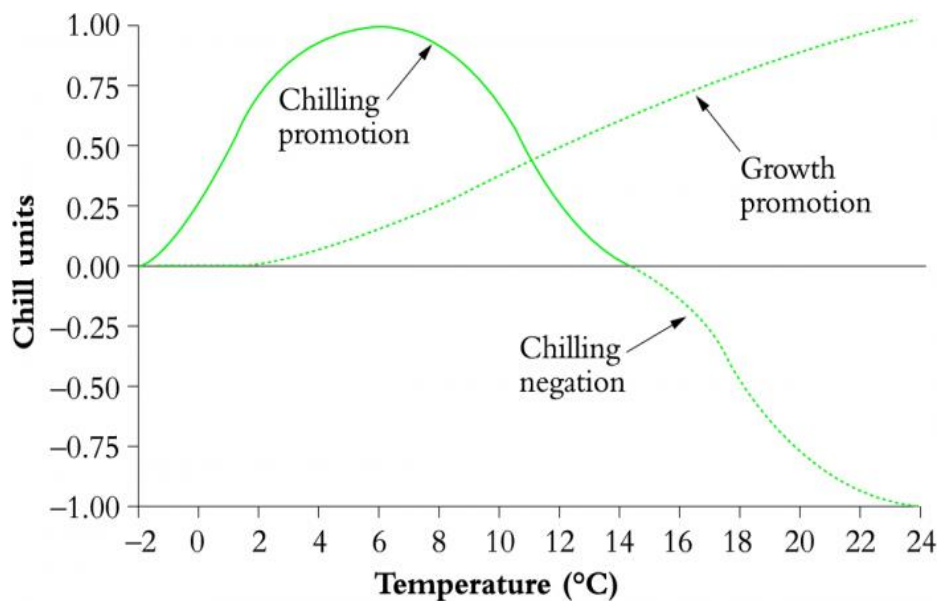
Una evolución más profunda de la yema durante la dormancia requiere exposiciones adecuadas de bajas temperaturas, que finalmente conduce a la salida de la endodormancia (Lavee y May, 1997; Dokoozlian, 2000). El número de yemas activas frecuentemente mejora con el incremento a la exposición a temperaturas frías, así, para obtener una adecuada brotación es necesario que se cumpla el requerimiento de horas de frío del cultivar (Dokoozlian et al., 1995, Dokoozlian, 1999). Una vez conseguido el requerimiento de horas-frío, las yemas brotarán de manera rápida y eficiente cuando la temperatura sea adecuada para que ello ocurra. Al final del periodo de dormancia hay un aumento de la concentración de fito-hormonas, responsables por la promoción de la actividad genética y de enzimas. El metabolismo basal, la movilización de reservas y la biosíntesis son nuevamente retomados y la división celular se inicia gradualmente.

**Tabla 1:** Requerimiento de frío, en horas, por debajo de 7°C, requeridos para romper la dormancia en yemas de algunos frutales caducifolios

| Cultivo              | Horas-frío |
|----------------------|------------|
| Vid                  | 200 – 300  |
| Higuera              | Pocas      |
| Almendro             | 0 – 800    |
| Kiwi                 | 450 – 700  |
| Duraznero y nectarin | 50 – 1250  |
| Manzano y peral      | 200 – 3000 |
| Cerezo               | 800 - 1700 |

(Fuente: Saure, 1985)

**Ecodormancia:** También se conoce como dormancia impuesta, pues la planta, estando lista para el crecimiento y aparición de nuevas ramas solo es inhibida por condiciones climáticas inadecuadas para mantener el crecimiento, principalmente por el frío (Lang 1987, Or et al. 1999). Con temperaturas más elevadas y con el aumento de las horas del día, la intensidad de la brotación aumenta rápidamente. Para *Vitis vinifera L.* la temperatura base de 10 °C es aceptada en su mayoría, valores más bajos inhiben el crecimiento vegetativo. (Oliveira, 1998). En la Figura 2 se muestra gráficamente éste cambio de necesidad térmica en los cultivos caducifolios.



**Figura 2:** Efecto de la temperatura en el progreso a través de la dormancia de la yema y la brotación

Importancia del frío para la salida de la dormancia:

En resumen, la falta de frío invernal en la vid ocasiona el retraso y desuniformidad en la brotación de las yemas, ocasionando la disminución del número de brotes y racimos por sarmiento, además de la desuniformidad en el desarrollo de los racimos y retraso en la maduración de las bayas. Con esto, el resultado es la baja producción en cantidad y calidad (Pinto et al, s.f.)

### 3.4.3. Brotación o desborre

Como visto anteriormente, una vez que la vid acumula las horas-frío necesarias, sale de la dormancia, permaneciendo endormente hasta que las temperaturas se eleven. Con el aumento de la temperatura ambiental, las reservas acumuladas en las raíces comienzan a circular por toda la planta en forma de savia. Esta movilización de reservas ocasiona la multiplicación y elongación de las células de los conos vegetativos del meristema apical y de toda la parte preformada de las yemas, además de la apertura de las escamas que recubre a la yema, dejando en visto a la borra. Por esto último, a la brotación también se le conoce como desborre (Reynier, 2004). En este momento llega al umbral de crecimiento aparente

con medias diarias de 10 °C o más, también llamado cero de vegetación, bajo el cual el crecimiento vegetativo es inhibido (Oliveira, 1998)

Baggiolini estableció, en el año 1952, tres estados fenológicos en la apertura de yemas (Andreini et al., 2009):

Estado “A”: En éste estado la yema está en estado de reposo invernal, recubierta por escamas protectoras (Figura 3).



**Figura 3:** Estado “A” de la yema, según Baggiolini

*Fuente:* Gobierno de La Rioja (s.f.)

Estado “B”: A éste estado también se le conoce como “Yema Hinchada” y, como muestra la Figura 4, las escamas se separan apareciendo claramente visible la borra, una especie de lana protectora de los fríos invernales.





**Figura 4:** Estado “B” de la yema, según Baggiolini  
*Fuente:* archivo personal

Estado “C”: Punta verde, la yema continúa hinchándose y alargándose hasta aparecer en el exterior una punta verde constituida por la extremidad del joven brote (Figura 5).



**Figura 5:** Estado “C” de la yema, según Baggiolini  
*Fuente:* Archivo personal

Algunos autores consideran como fecha de brotación o desborre cuando el 50% de las yemas están en el estado C de Baggiolini, mientras que otros lo consideran cuando en el mismo estado está el 10% de las yemas.

La brotación se ve influenciada tanto por el clima en que la planta se desenvuelve como por el estado energético de la planta. Así, la brotación se muestra más tardía y homogénea en climas continentales y septentrionales que en los meridionales templados, e irregular con

pronunciada dominancia apical en climas subtropicales o tropicales. Los inviernos secos y crudos parecen adelantar el brote. Las cepas muy vigorosas, jóvenes o muy debilitadas brotan generalmente más tarde que las que no tan vigorosas, las viejas o las que tienen más reservas (Hidalgo e Hidalgo, 2011).

#### **3.4.4. Floración**

Durante la brotación las inflorescencias son aun inmaduras y sus flores terminan de desarrollarse fuera de la yema (Boss et al., 2003), la cual consiste en la diferenciación de los órganos florales, que se da de forma acropétala, culminando con la formación de los óvulos. Esta diferenciación no es sincrónica en todas las flores que componen el racimo, varía con su posición en el brazo del racimo, el nivel nutricional, nivel de estrés, concentración de almidón en el óvulo, además de otras condiciones del ambiente y su interacción con el genotipo (Boss et al., 2003; Lebon et al., 2004; Lebon et al., 2005; Vasconcelos et al., 2009).

Una vez que el desarrollo de la flor completa ha sido culminado, con la presencia de polen maduro y saco embrionario, se da inicio a la formación de un tejido de abscisión en la base de uno de los pétalos para luego extenderse en los pétalos vecinos. (Kozma, como se citó en Vasconcelos et al., 2009). Las células que componen el tejido de abscisión necesita acumular carbohidratos para que finalmente se lleve a cabo la abscisión de los pétalos (Gu et al., como se citó en Lebon et al., 2005)

Para efectos didácticos, dos investigadores establecieron parámetros para determinar el momento del inicio de floración. En la tabla fenológica de Eichhorn y Lorenz, modificada por Coombe (1995), es definida cuando las caliptras comienzan a caer y coincide aproximadamente con 16 hojas separadas en el brote. Por su lado, Baggiolini lo identifica cuando la caliptra comienza a separarse de la base del ovario (Lorenz et al., 1995).

Tanto el suceso de la floración como la posterior cuaja y fructificación dependen principalmente de la fisiología de carbohidratos dentro de la planta, el cual se puede ver influenciado por factores ambientales, genéticos y de manejo del cultivo (Sommer et al., 2000; Lebon et al., 2005)

### 3.5. Enfriamiento evaporativo

También llamado enfriamiento adiabático, es el descenso de la temperatura que se consigue mediante la evaporación del agua en el aire; consecuentemente la temperatura seca disminuye mientras aumenta la humedad.

En climas que no son templados, las temperaturas altas durante el día pueden anular el beneficio del frío de la noche previa (Linsley-Noakes et al., 1994; Allan et al., 1995). Esto ocurre en la zona de Ica, donde las temperaturas durante el día en cualquier estación del año siempre son altas (información meteorológica de la empresa), por lo que el enfriamiento evaporativo (EE) ayudará a la acumulación de horas frío e a reducir el número de horas con altas temperaturas, que pueden revertir el efecto de las bajas temperaturas nocturnas (Lavee, 2000).

Este sistema fue probado en Israel, más específicamente en Gilbal al sur del Valle Jordan, el año 1985. El experimento se llevó a cabo en 2 variedades de uva (Perlette y Thompson Seedless) durante el otoño e invierno. El enfriamiento se consiguió alternando el mojado y secado de las viñas durante el día usando microaspersores Dan (modelo 7755) a 40 cm por encima del parrón, espaciado en 3 metros, con una descarga de 100 L/Hr sobre las líneas. Los microaspersores se operaron en ciclos de 1.5 minutos de mojado, seguido de 15-20 minutos de secado, de forma diaria desde mediados de Noviembre hasta la poda a inicios de Enero. Para este caso la temperatura de las yemas se midieron con termistores, los cuales señalaron que en días de invierno (con temperaturas de 20°C) la temperatura de las yemas está por encima de los 30°C; aquellas yemas que recibieron el tratamiento de enfriamiento evaporativo reducían su temperatura en 10 a 14°C, dependiendo de la humedad relativa (Nir et al., 1988).

En la facultad de Agricultura en Pietermaritzburg, Sudáfrica, se probó el Sistema de EE en macadamia y en kiwi, de 1980 a 1993 (Allan et al., 1994). En este caso se usó un controlador que se encendía cuando las condiciones climáticas salían del rango establecido, que para el caso de la macadamia fue de temperaturas mayores a 28-30°C, radiación solar por encima de 100-300 W/m<sup>2</sup> y humedad relativa menor a 70-80%; para el caso del kiwi fue de temperaturas por encima de 10-16°C, radiación solar mayor a 100 W/m<sup>2</sup> y humedad relativa por debajo de 80%. Se obtuvieron buenos resultados en ambos cultivos, siendo poco rentable para el cultivo de macadamia, pero bastante beneficioso para el kiwi. El autor de estos

ensayos menciona que el mejor potencial económico con mayor variedad lo tienen las variedades tempranas de uva de mesa.

Burnett citado por Myburgh y Walt (2005), mencionó que algunos agricultores de uva de mesa en la parte más caliente de Sudáfrica, usan el sistema de EE durante la postcosecha a fin de disminuir la temperatura en 4°C aproximadamente y así inducir la dormancia. Por su lado, Osorio-Acosta y Díaz (1992), probaron el efecto del EE solo o en combinación con 2.5%v/v de cianamida hidrogenada. Los microaspersores funcionaron por 2 meses y 3 días después del término se aplicó cianamida hidrogenada, un día después de la poda. Resultando en una acción sinérgica de la cianamida y el sistema de EE para abrir las yemas más temprano y de manera uniforme, aunque no en el resultado final.

Además de este último, otros experimentos en uva de mesa usando EE en combinación con otro tratamiento adicional (aplicación de cianamida hidrogenada, etephon, momento de poda, defoliación, mulch, etc) o no, se han realizado en lugares de clima cálido, obteniéndose resultados diversos dependiendo del cultivar. Entre los efectos positivos encontrados al hacer uso del sistema de EE se han mencionado: el adelanto y uniformidad en la brotación, aumento el número de racimos de calidad de exportación, mejora de la calidad del racimo (racimos más largos, con hombros largos y bien desarrollados), mejora del proceso de desarrollo interno de la yema al permitir al proceso expresarse por sí mismo en la fase dormante de la yema y en algunos casos adelanto de la cosecha y mejor calidad de la fruta (Gilbert et al., 1970; Nir et al., 1988; Osorio-Acosta y Díaz, 1992; Osorio-Acosta y Siller-Cepeda, 1994).

Por otro lado, en Texas, este sistema fue usado para retrasar la brotación, evitando así que elevaciones repentinas de temperatura a fines del invierno, promuevan la brotación, con el riesgo del congelamiento de los mismos cuando la temperatura regrese a la normalidad (Lipe et al., 1990), mostrando así que el uso del sistema de EE y sus efectos no sólo dependen del cultivo y del cultivar, si no también del clima en donde éste es usado.

## **IV. IMPLEMENTACION Y EVALUACION DEL SISTEMA**

Durante 3 años consecutivos se evaluaron los efectos de ésta tecnología, intentando mejorarla cada año.

### **4.1. Lugar:**

Departamento: Ica

Provincia: Ica

Distrito: San José de los Molinos

Empresa: Agrícola Don Ricardo S.A.C.

Lotes: QU4, Fundo La Quebrada, variedad Thompson Seedless

RU10, Fundo Santa Rosa, variedad Superior Seedless

### **4.2. Descripción del sistema**

Los componentes del sistema de EE son los mismos usados en un sistema de riego y el tamaño de cada un varia con el caudal del agua. Este sistema comienza en un pequeño reservorio ubicado al lado del lote de donde se bombea el agua que luego pasa por un filtro antes de llegar al campo (Figura 6). En campo consta de microaspersores modulares de la marca NaanDan de 35 lt/hr ubicados 40 cm por encima de las plantas (Figura 7), a 3.5 m x 3.5 m de distanciamiento entre sí, lo cual se consiguió ubicándolos en todas las líneas y a cada dos plantas por líneas (Figura 8). A su vez, cada microaspersor tiene una válvula antidrenante para así evitar el drenaje después de cada ciclo, que podría ocurrir por las diferencias de nivel en el campo, evitando así que se humedezca el suelo (Figura 9).

Cada lote se dividió en ocho espacios cuyos microaspersores son gobernados por una válvula eléctrica de una pulgada (Figura 10). Cada válvula es encendida por medio de pulsos eléctricos enviados desde el controlador de riego NMC-Junior (Figura 11), permitiendo así el paso, o no, del agua, de acuerdo al tiempo e intervalo de encendido establecido previamente en el controlador. Esta programación fue realizada de acuerdo a la evapotranspiración relativa observada 7 días antes.



**Figura 6:** Reservorio con sistema de bombeo



**Figura 7:** Microaspersores encima del parrón



**Figura 8:** Lote QU4 – Fdo. La Quebrada



**Figura 9:** Microaspersor con válvula



**Figura 11:** Válvula eléctrica de una pulgada



**Figura 10:** Controlador de riego NMC-Junior

#### **4.3. Año 2009**

Se realizó en el lote QU4 del Fundo La Quebrada, en el cultivar Thompson Seedless.

Los tratamientos se llevaron a cabo en los meses de Abril, Mayo y Junio y las evaluaciones tuvieron lugar a partir de Junio hasta inicios de Diciembre.

La poda se realizó el 17 de Junio y la fórmula de poda fue:  $14c \times 20y + 4p (3y)$ .



La aplicación de cianamida fue el día 20 de Junio del 2009, al 5% a una dosis de 100 lt/Ha con 2000 lt de mojamiento.

26 días antes de la poda, el campo estaba sin riegos.

El riego de machaco se dividió en tres etapas: pre-poda, poda y post-cianamida. En total se regó con 1206.5 m<sup>3</sup>/Ha y se dieron en las siguientes fechas:

- Pre-poda: 8/Junio/09 (29 m<sup>3</sup>), 9/Junio/09 (183.4 m<sup>3</sup>), 10/Junio/09 (77.2 m<sup>3</sup>), 11/Junio/09 (86.9 m<sup>3</sup>), 14/Junio/09 (67.6 m<sup>3</sup>)
- Poda: 15/ Junio/09 (115.8 m<sup>3</sup>), 16/Junio/09 (38.6 m<sup>3</sup>), 17/Junio/09 (193 m<sup>3</sup>)
- Post-cianamida: 24/Junio/09 (222 m<sup>3</sup>), 25/Junio/09 (19.3 m<sup>3</sup>), 26/Junio/09 (173.7 m<sup>3</sup>)

#### **4.3.1. Métodos y Procedimientos del sistema**

Según la evapotranspiración, se programó el encendido de los aspersores en intervalos de tiempo que permitan que los sarmientos permanezcan fríos y húmedos, más no mojados, es decir, sin que escurra agua de las hojas. El sistema funcionó desde las 6:30 a.m. hasta las 5 p.m.

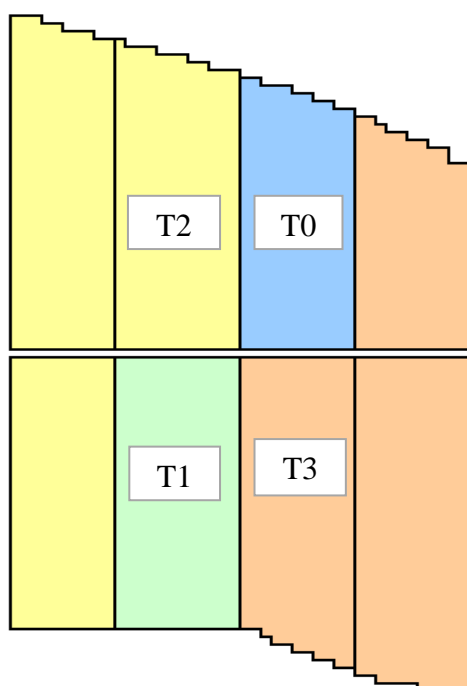
En el Anexo 1 se muestra la programación de encendido de válvulas en este año (2009).

Las válvulas se programaron dependiendo del tratamiento al cual estaban sujetos, siendo los tratamientos los siguientes:

- T0: Sin enfriamiento evaporativo (testigo)
- T1: Enfriamiento evaporativo empezó 35 días antes de la poda.
- T2: Enfriamiento evaporativo empezó 40 días antes de la poda.
- T3: Enfriamiento evaporativo empezó 50 días antes de la poda.

El experimento se llevó a cabo en el lote QU4 del fundo La Quebrada, con un área de 3.92 Has. Tal como se muestra en la Figura 12, de las ocho válvulas que hay en el lote, se tomaron las cuatro válvulas centrales para llevar a cabo el experimento.

Debido a la forma desregular del lote, el número de plantas para cada tratamiento no fue el mismo (Tabla 2).



**Figura 12:** Distribución de los tratamientos - Lote QU4

**Tabla 2:** Área por tratamiento

| Tratamiento        | N° plantas | Área (Has) |
|--------------------|------------|------------|
| Testigo (T0)       | 364        | 0.22       |
| Tratamiento 1 (T1) | 420        | 0.26       |
| Tratamiento 2 (T2) | 453        | 0.28       |
| Tratamiento 3 (T3) | 414        | 0.25       |

Sin embargo, las evaluaciones fenológicas se realizaron en 21 plantas por tratamiento previamente elegidas en el lote QU4 (Thompson Seedless) en el fundo La Quebrada. Las 21 plantas se distribuyeron en siete repeticiones de tres plantas cada una.

Para evaluar la floración, se marcaron cinco racimos por cada una de las 21 plantas, es decir, 105 racimos por tratamiento.

Las 21 plantas por tratamiento se evaluaron en etapas fijadas desde la brotación hasta la cosecha:

**a. Momentos Fenológicos**

- Brotación
- Floración
- Cosecha

**b. Evaluaciones por estado fenológico:**

- Porcentaje de brotación: Se evaluaron diez plantas de cada tratamiento. Considerando la totalidad de las yemas de cada una de las 10 plantas, se contó el número yemas brotadas, calculando con estos datos el porcentaje (%) de brotación. Se considera que una yema está brotada cuando se encuentre en el estado de “punta verde” o en uno más adelantado.
- Floración: Día a día se fueron observando los racimos marcados. Se considera que un racimo ha floreado cuando tiene al menos una flor.
- Cosecha: Se cosecharon los racimos que estaban maduros y después de haber sido limpiados se pesaron. De cada estación se cogió un racimo, del cual sacamos 25 bayas (ocho racimos del lado superior del racimo, ocho del inferior y nueve de la parte media), las cuales fueron pesadas y medidas en diámetro ecuatorial (obteniendo el calibre) y diámetro polar (obteniendo la longitud de la baya). Luego, estas mismas bayas se exprimieron. Se echó un poco del zumo en el refractómetro para medir el % de sólidos solubles expresado en °Brix. Por tratamiento se escogieron 2 zumos (aquellos con mayor y menor porcentaje de sólidos solubles) para ser titulados con NaOH al 0.1N, el gasto de hidróxido de sodio (NaOH) se multiplicó por 0.075 para tener el porcentaje de acidez del zumo de cada racimo evaluado. Finalmente con estos dos datos se obtuvo la relación sólidos solubles – acidez.

## 4.3.2. Resultados

### a. Porcentaje de brotación

35 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada, el porcentaje de brotación muestra relación directa con el número de días que las plantas recibieron el tratamiento de EE, obteniendo valores máximos con un promedio de 64.1 por ciento cuando las plantas estuvieron con enfriamiento evaporativo por 50 días y valores mínimos (53.5 por ciento en promedio) en plantas que no recibieron el tratamiento (Figura 13), entre estos tratamientos se encontraron diferencias significativas por el test de Duncan, ya los tratamientos 1 y 2 no tuvieron diferencias significativas entre sí ni ellos con el testigo o con el T3 (Tabla 3).

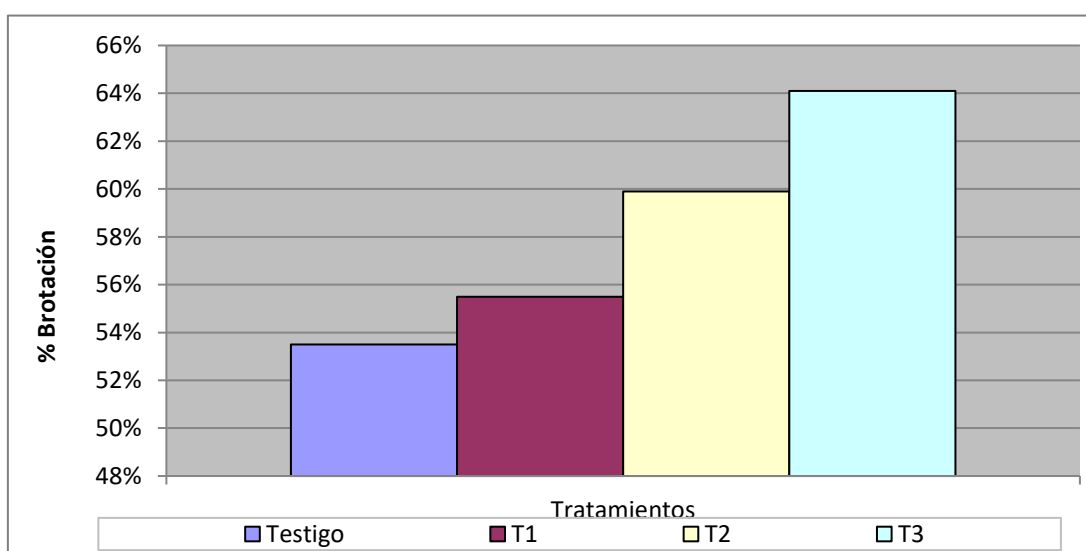


Figura 13: Porcentaje de brotación por tratamiento

Tabla 3: Porcentaje de brotación y significación

| Tratamiento      | % de brotación | Duncan |
|------------------|----------------|--------|
| T0 Sin EE        | 53.5%          | b      |
| T1 35 días de EE | 55.5%          | ab     |
| T2 40 días de EE | 59.9%          | ab     |
| T3 50 días de EE | 64.1%          | a      |

## b. Floración

Las plantas que recibieron el tratamiento por 40 días (T2) florecieron antes, pues 78 días después de cianamida hidrogenada estaba en 60 por ciento de floración, mientras que el testigo requirió cuatro días más para llegar al mismo porcentaje (Figura 14). Las plantas que recibieron los tratamientos 1 y 3 tuvieron un comportamiento similar para dicho parámetro, alcanzando 60 por ciento de floración a los 79 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada.

Esto supone un pronto desarrollo de bayas y, por lo tanto, con mayor posibilidad de crecimiento.

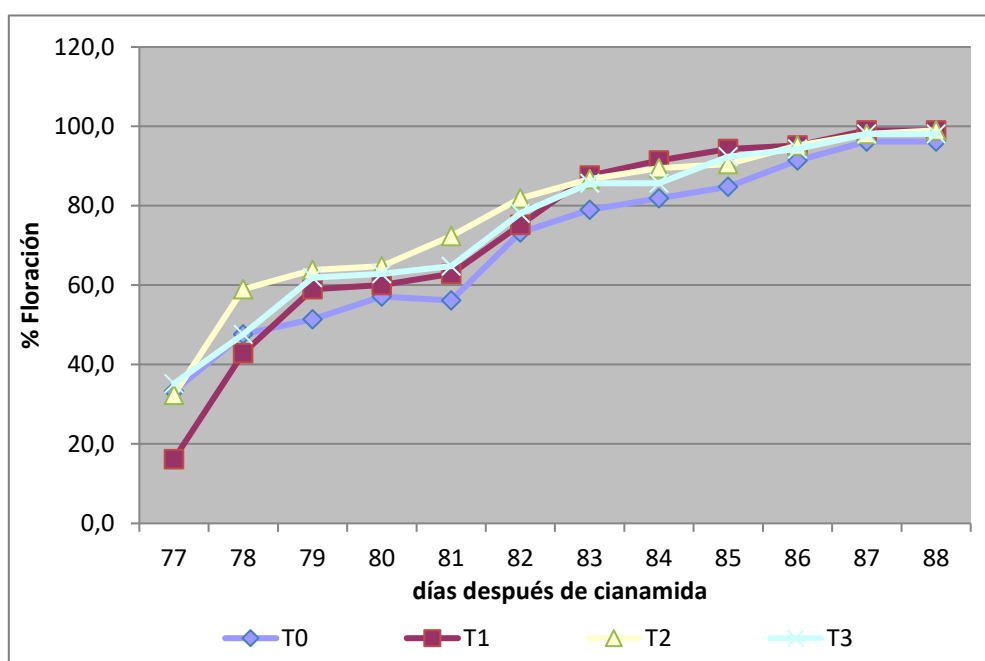
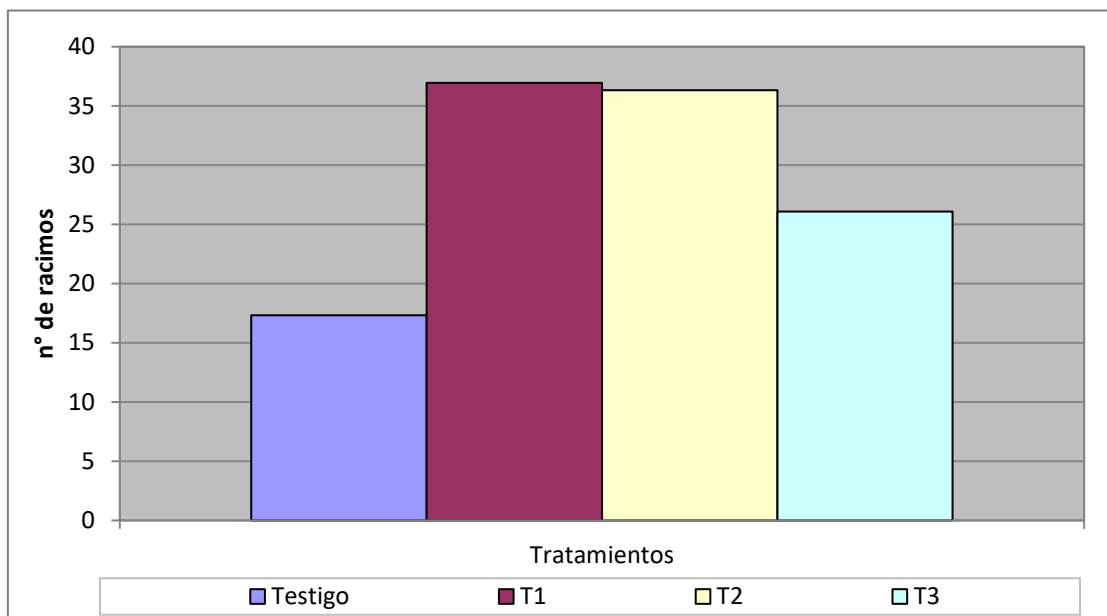


Figura 14: Dinámica de floración por tratamiento

## c. Número de racimos

Se puede apreciar que con el tratamiento 1 se obtuvo el valor más alto, en promedio 37 racimos por planta, mientras que con el tratamiento testigo sólo se obtuvo 17 racimos por planta, siendo estos tratamientos significativamente diferentes entre sí. A su vez, el resultado obtenido con el tratamiento 2 (36 racimos promedio por planta) es estadísticamente similar al obtenido con el tratamiento 1 (Tabla 4 y Figura 15).



**Figura 15:** Número promedio de racimos por planta por tratamiento

**Tabla 4:** Número de racimos por tratamiento y significancia

| Tratamiento      | Número promedio de racimos | Duncan |
|------------------|----------------------------|--------|
| T0 Sin EE        | 17.33                      | c      |
| T1 35 días de EE | 36.95                      | a      |
| T2 40 días de EE | 36.33                      | ab     |
| T3 50 días de EE | 26.09                      | bc     |

#### **d. Longitud de racimos**

Cabe indicar que este parámetro fue evaluado antes del descole de los racimos, de modo que esta labor no modifique los resultados.

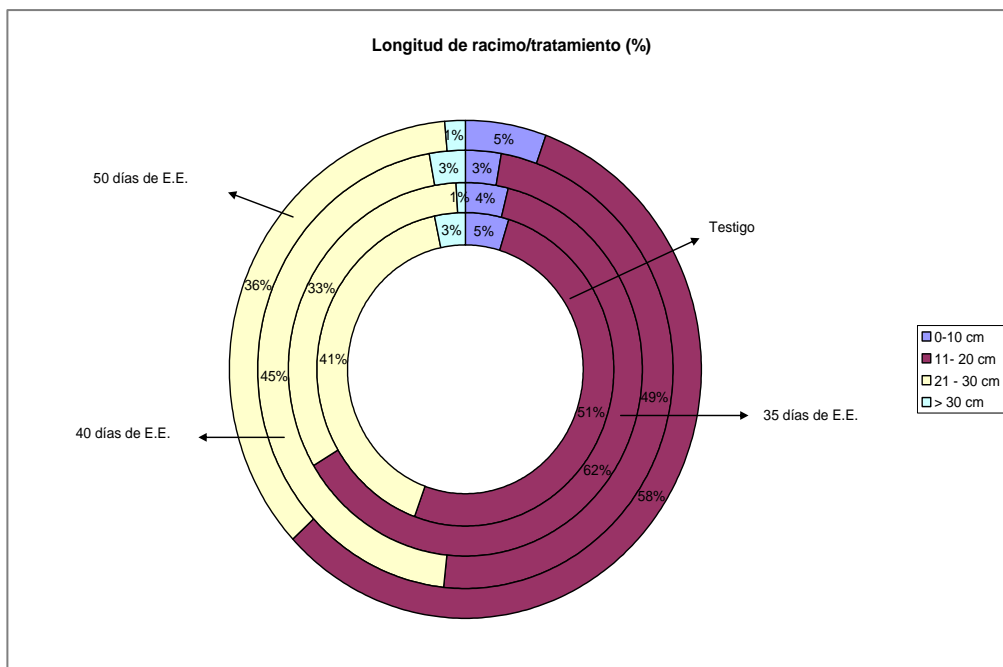
El promedio de tamaño de racimos, en cuanto a longitud, no se vio significativamente afectado por el tiempo de ejecución de enfriamiento evaporativo (Tabla 5). Sin embargo el mayor porcentaje de racimos grandes (por encima de 21 cm) se encontraron en las plantas que no recibieron el tratamiento y en las plantas que recibieron el tratamiento 2 (40 días de enfriamiento evaporativo) (Figura 16).

**Tabla 5:** Longitud de racimos por tratamiento y significancia

| Tratamiento      | Longitud de Racimos (cm) | Duncan |
|------------------|--------------------------|--------|
| T0 Sin EE        | 19.88                    | a      |
| T1 35 días de EE | 18.72                    | a      |
| T2 40 días de EE | 20.08                    | a      |
| T3 50 días de EE | 18.85                    | a      |

**e. Peso de racimo**

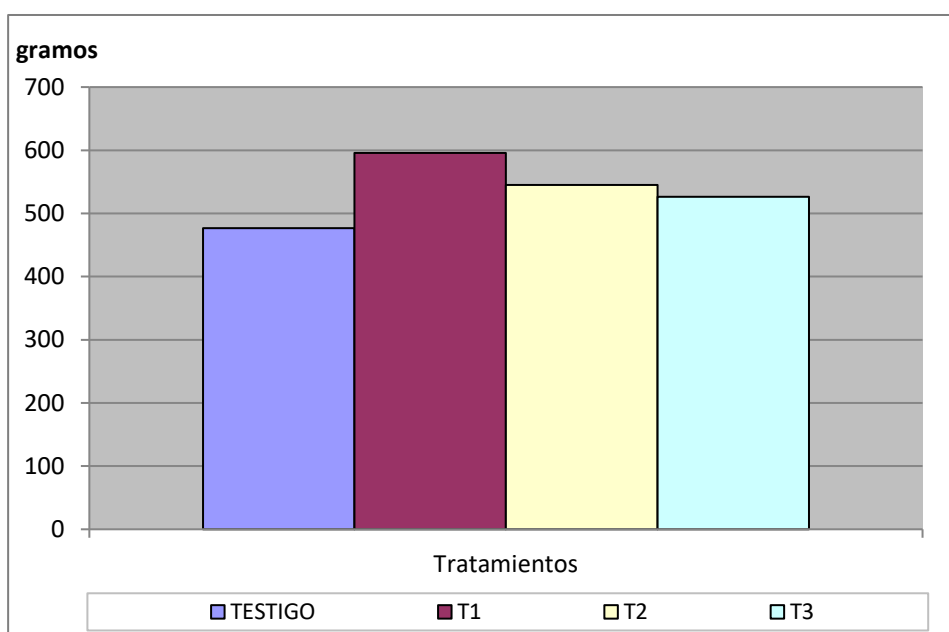
Se obtuvieron diferencias significativas en éste parámetro (peso de racimo) entre los tratamientos 0 y 1, siendo el tratamiento con mayor peso de racimo el que recibió 35 días de enfriamiento evaporativo con 595.6 gramos, en promedio, por racimo (Tabla 6, Figura 17).



**Figura 16:** Distribución de longitud de racimos por tratamiento

**Tabla 6:** Peso de racimos por tratamiento y significancia

|    | Tratamiento   | Peso de Racimo (gr) | Duncan |
|----|---------------|---------------------|--------|
| T0 | Sin EE        | 476.6               | b      |
| T1 | 35 días de EE | 595.6               | a      |
| T2 | 40 días de EE | 545.0               | ab     |
| T3 | 50 días de EE | 525.2               | ab     |



**Figura 17:** Peso promedio de racimos por tratamiento

Gal et al. (1996) observaron una disminución del peso de los racimos al aumentar el número de brotes y una disminución aún mayor al mantener un alto número de racimos por planta, lo cual no se cumple en este experimento, pues a pesar de que las plantas que recibieron el tratamiento 1 tuvieron la mayor cantidad de número de racimos también tienen el mayor peso de racimo. Se puede pensar entonces que las plantas estaban dentro de su capacidad productiva, esto se cumple para las plantas que recibieron los tratamientos 1 y 2, más no así con las que recibieron los tratamientos 0 y 3, pues fueron los que menor producción tuvieron.

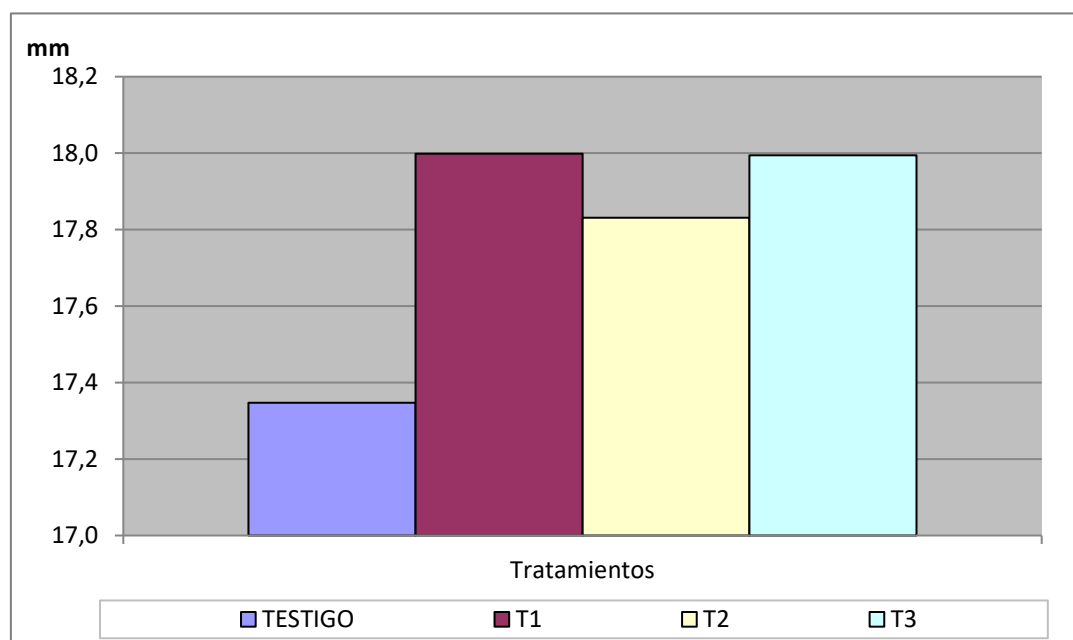


## f. Calibre de baya

Con respecto al calibre o diámetro ecuatorial de la baya, se observaron algunas diferencias entre los tratamientos con respecto al testigo, siendo el testigo el que produjo bayas más angostas (Figura 18). Sin embargo, según el test de Duncan a 5% de significancia, estas diferencias no se mostraron significativas, como para decir que hubo algún efecto por parte del tratamiento. (Tabla 7)

**Tabla 7:** Calibre de bayas por tratamiento y significancia

|    | Tratamiento   | Calibre (mm) | Duncan |
|----|---------------|--------------|--------|
| T0 | Sin EE        | 17.3         | a      |
| T1 | 35 días de EE | 18.0         | a      |
| T2 | 40 días de EE | 17.8         | a      |
| T3 | 50 días de EE | 18.0         | a      |



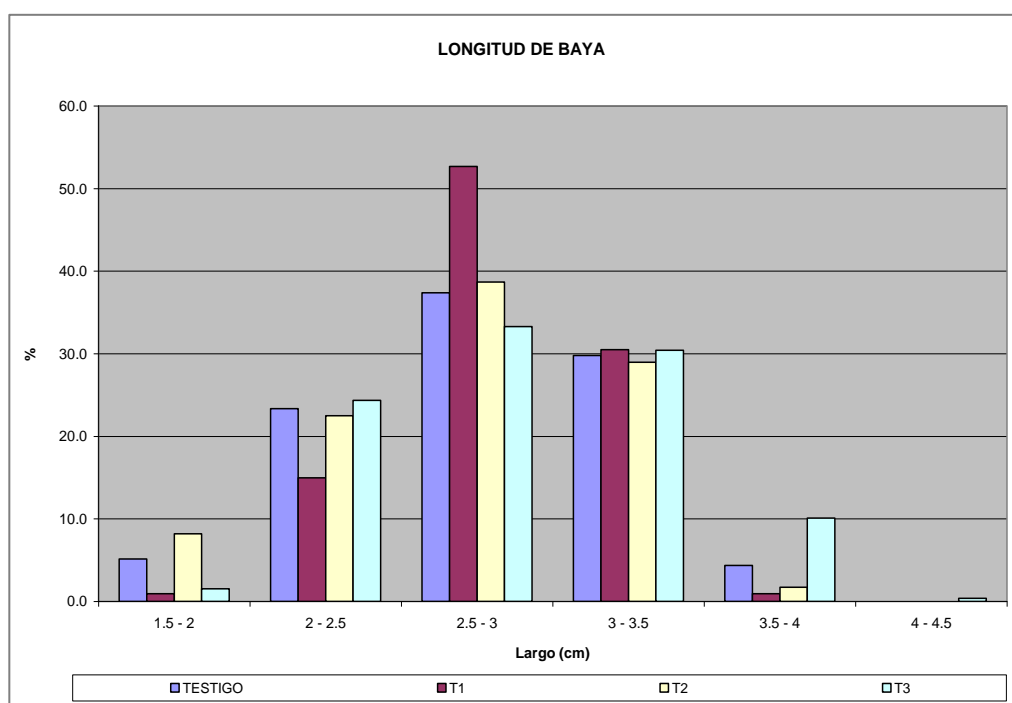
**Figura 18:** Calibre promedio de bayas por tratamiento

### g. Longitud de baya

Las bayas con mayor longitud (3.5 a 4.5 cm) fueron observadas en las plantas que recibieron el tratamiento 3 (50 días con enfriamiento evaporativo) y las bayas de menor longitud de baya (1.5 a 2 cm), en plantas con el tratamiento 2 (40 días con enfriamiento evaporativo) (Figura 19). Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas entre los tratamientos con respecto a esta variable (Tabla 8).

**Tabla 8:** Longitud de bayas por tratamiento y significancia

| Tratamiento | Diámetro polar (cm) | Duncan |   |
|-------------|---------------------|--------|---|
| T0          | Sin EE              | 2.93   | a |
| T1          | 35 días de EE       | 2.85   | a |
| T2          | 40 días de EE       | 2.72   | a |
| T3          | 50 días de EE       | 2.87   | a |



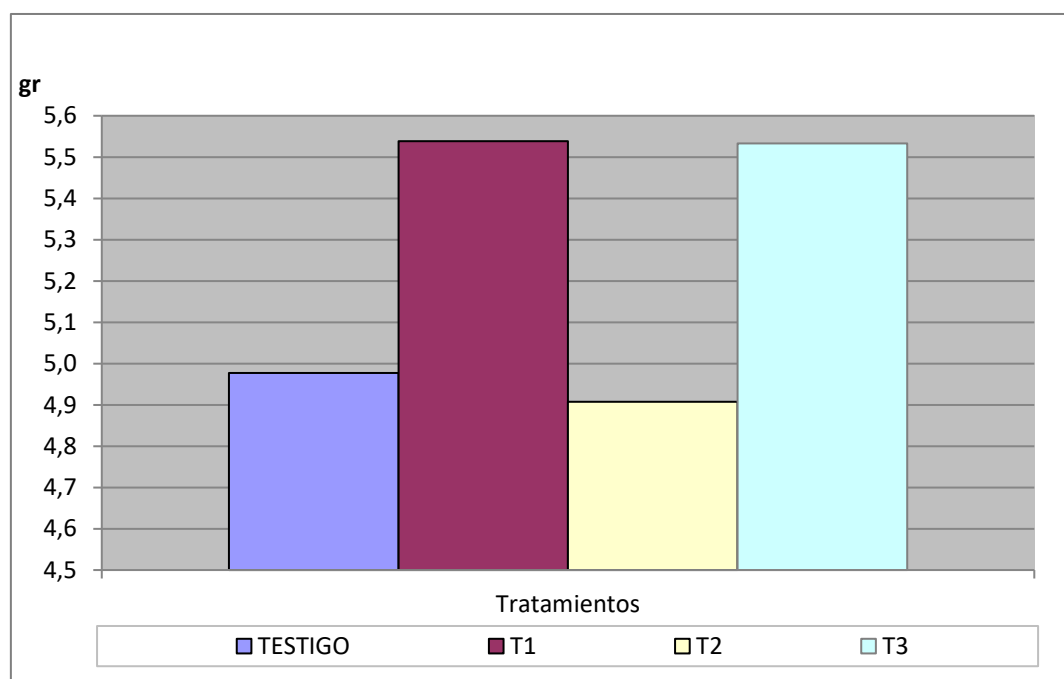
**Figura 19:** Distribución de longitud de bayas, en porcentaje

### h. Peso de bayas (gramos)

Los tratamientos no mostraron tener algún efecto sobre el peso de la baya y con todos estos se obtuvieron pesos promedio alrededor de 5 gramos (Tabla 9 y Figura 20).

**Tabla 9:** Peso de baya promedio por tratamiento y significancia

|    | Tratamiento   | Peso de baya (gr) | Duncan |
|----|---------------|-------------------|--------|
| T0 | Sin EE        | 4.98              | a      |
| T1 | 35 días de EE | 5.54              | a      |
| T2 | 40 días de EE | 4.91              | a      |
| T3 | 50 días de EE | 5.53              | a      |



**Figura 20:** Peso de baya promedio por tratamiento

## **i. Sólidos solubles**

Con respecto a esta variable, en promedio, se obtuvo una mejor cantidad de azúcares con el tratamiento testigo (T0) al tener 17 °Brix, mientras que el menor valor se obtuvo con el tratamiento T3. No obstante, las diferencias no fueron significativas entre los valores obtenidos con cada tratamiento (Tabla 10).

**Tabla 10:** Relación Sólidos solubles/acidez titulable

| Tratamiento      | SS (°Brix) | Duncan |
|------------------|------------|--------|
| T0 Sin EE        | 17.0       | a      |
| T1 35 días de EE | 16.8       | a      |
| T2 40 días de EE | 16.8       | a      |
| T3 50 días de EE | 16.5       | a      |

### **4.4. Año 2010**

Se realizó en el lote Q3 del fundo La Quebrada y en el lote R6A del fundo Santa Rosa.

#### **4.4.1. Equipos y Materiales**

##### **a. Materiales**

- Cintas plásticas amarillas, azules, blancas y rojas.
- Plumón indeleble
- Cinta rafia con etiquetas numeradas
- Papel
- Lápiz
- Borrador
- Mapa del lote
- Formatos de evaluación
- Regla

- Calibrador
- Vaso de precipitado
- Bureta
- Soporte universal
- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio
- Computadora
- Calculadora

#### **b. Equipos**

- Micro aspersores tipo modular de 35 lt/hr de la empresa Naandan Jain
- Válvulas de riego
- Programador de riego
- Filtro de anillas
- Refractómetro
- Cámara fotográfica
- Balanza

#### **4.4.2. Métodos y procedimientos**

Debido a que el año anterior se obtuvieron buenos resultados en los 3 tratamientos con enfriamiento evaporativo, en cuanto a número de racimos obtenidos, sobre todo cuando el sistema tenía 35 días de encendido (T1), se decidió cambiar los tiempos en los tratamientos, sin que haya mucha diferencia de tiempo uno de otro, de tal manera que se obtengan buenos resultados sin emplear mucha energía eléctrica, ni agua. En ésta ocasión los tratamientos fueron los siguientes:

- T0= testigo, sin enfriamiento evaporativo.
- T1= E.e. inició 28 días antes de la poda
- T2= E.e. inició 35 días antes de la poda
- T3= E.e. inició 42 días antes de la poda.

Esta vez, el ensayo se realizó en dos lotes: QU4 ('Thompson Seedless') y RU10 ('Superior Seedless'). El área y el número de plantas que recibieron los tratamientos se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 11:** Área y número de plantas por tratamiento por lote

| Lote               | QU4        |            | RU10       |            |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|
|                    | N° plantas | Área (Has) | N° plantas | Área (Has) |
| Testigo (T0)       | 1680       | 1.029      | 801        | 0.491      |
| Tratamiento 1 (T1) | 1748       | 1.071      | 1917       | 1.174      |
| Tratamiento 2 (T2) | 1455       | 0.891      | 1956       | 1.198      |
| Tratamiento 3 (T3) | 1513       | 0.927      | 1575       | 0.965      |

El lote RU10 se podó el día 7 de junio del 2010 y el lote QU4 el día 22 de junio del 2010. La fórmula de poda para el RU10 fue 14c x 14y, mientras que para el QU4 fue 16c x 16y.

La cianamida en el lote RU10 se aplicó 4 días después de la poda, es decir, el 11 de Junio del 2010, al 6% y a una dosis de 120 lt/Ha con 2000 lt de mojamiento.

En el lote QU4, la cianamida aplicada al 6% con una dosis de 100 lt/Ha y con 2000 lt de mojamiento fue aplicada 4 días después de la poda, el 26 de Junio del 2010.

Los riegos se dieron de la siguiente manera:

Lote RU10 ('Superior Seedless'):

- Por 31 días las plantas no recibieron ningún tipo de riego, ni fertilización.

El riego de poda-cianamida se divide en 3 etapas:

- Pre-poda: inició 7 días antes de la poda, con 225 m<sup>3</sup>/Ha y 168.75 m<sup>3</sup>/Ha.
- Poda: realizado 1 día antes y 1 día después de la poda, con 225m<sup>3</sup> y 168.75 m<sup>3</sup> respectivamente.
- Post-Cianamida: realizado 3 y 5 días después de la cianamida con 225 m<sup>3</sup> y 168.75 m<sup>3</sup>.

Lote QU4 ('Thompson Seedless'):

- El lote no recibió ningún tipo de riego, ni fertilización por 16 días.

El volumen de las tres etapas de riego poda-cianamida fueron:

- Pre-poda: inició nueve días antes de la poda, con 236.5 m<sup>3</sup>/Ha, 163m<sup>3</sup>/Ha, distanciados por un día.
- Poda: se dio en tres días, iniciando una semana antes de la poda con 59.2 m<sup>3</sup>, 5 días después se regó con 236.5 m<sup>3</sup> y el día de la poda recibió 105 m<sup>3</sup>/Ha.
- Post-cianamida: realizado uno y dos días después de la cianamida con 236.5 m<sup>3</sup>/Ha y 164.2 m<sup>3</sup>/Ha respectivamente.

La duración de encendido de los microaspersores y el intervalo de encendido se definió con la evapotranspiración potencial obtenida cada hora con la estación meteorológica Vantage Pro de Daivis se obtuvieron datos diarios de temperatura, humedad relativa, evapotranspiración. Un ejemplo de esta programación se muestra en el Anexo II.

Las evaluaciones fenológicas se realizaron sobre plantas previamente elegidas en cada uno de los lotes. Por cada bloque se marcaron 10 plantas al azar, las cuales se identificaron con cintas de plástico de color diferente para cada tratamiento:

- T0: cintas blancas
- T1: cintas amarillas
- T2: cintas azules
- T3: cintas rojas

Dando así, un total de 40 plantas por tratamiento, sobre las cuales se llevarían a cabo las evaluaciones.

- Evaluaciones por estado fenológico:
  - Brotación: % de brotación, evaluado a los 20, 25, 30 y 36 días después de la cianamida hidrogenada.
  - N° de racimos: se contarán los racimos de las plantas marcadas un día antes de la cosecha.

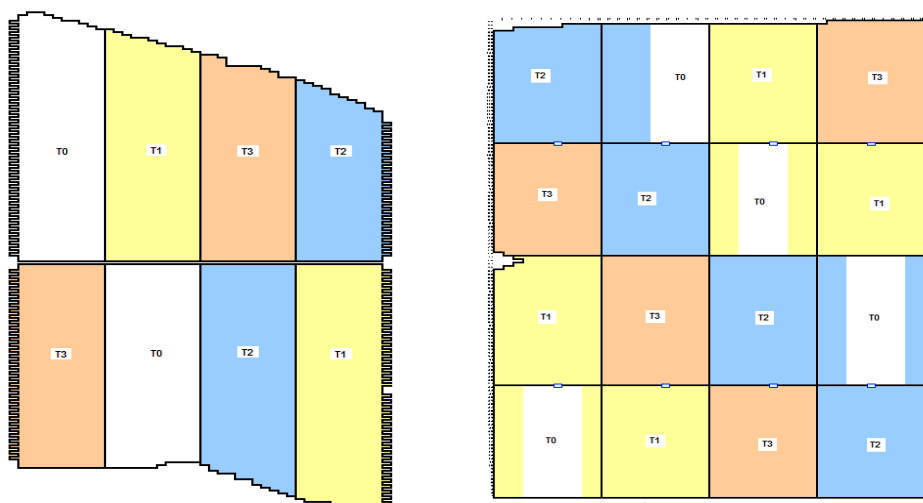
Adicionalmente, en el lote R6A se hicieron los siguientes análisis:

- Análisis de yema: Tres días antes de la poda, se colectaron sarmientos catalogados como productivos y, por medio de un estereoscopio, se observó el interior de las yemas, determinando la presencia o ausencia de primordio de racimo. Este análisis se hace con la finalidad de determinar la fertilidad de las yemas y determinar la fórmula de poda.
- Peso de racimo y baya: al momento de la cosecha se escogieron racimos al azar y se pesaron, posteriormente se retiraron 5 bayas de la parte superior, media e inferior del racimo, las cuales se pesaron en conjunto y el peso fue dividido por 15.
- Calibre: Obtenido al medir el diámetro ecuatorial de las 15 bayas previamente retiradas del racimo, haciendo uso de un vernier.
- Parámetro de sabor: Se obtuvieron los valores de sólidos solubles y acidez titulable y la relación entre estos, al exprimir el jugo de 25 bayas. Una pequeña porción de este zumo fue colocado en el refractómetro para obtener la concentración de sólidos solubles en grados brix. Por tratamiento se escogieron 2 zumos (aquellos con mayor y menor porcentaje de sólidos solubles) para ser titulados con NaOH al 0.1N, el gasto de hidróxido de sodio (NaOH) se multiplicó por 0.075 para tener el porcentaje de acidez del zumo de cada racimo evaluado. Finalmente con estos dos datos se obtuvo la relación sólidos solubles – acidez.

#### **4.4.3. Diseño Experimental**

A fin de evitar el efecto de cualquier otro factor, tal como riego y/o tipo de suelo, el experimento fue llevado a cabo mediante el diseño experimental Cuadrado Latino 4x4, siendo que, para este fin, el lote se dividió en cuatro columnas y cuatro líneas, dando un total de 16 cuadrantes en los que se distribuyeron los cuatro tratamientos de forma aleatoria (Figura 21).





**Figura 21:** Distribución de tratamientos en cada lote

#### 4.4.4. Resultados

LOTE QU4 (Variedad Thompson Seedless)

##### a. Porcentaje de Brotación

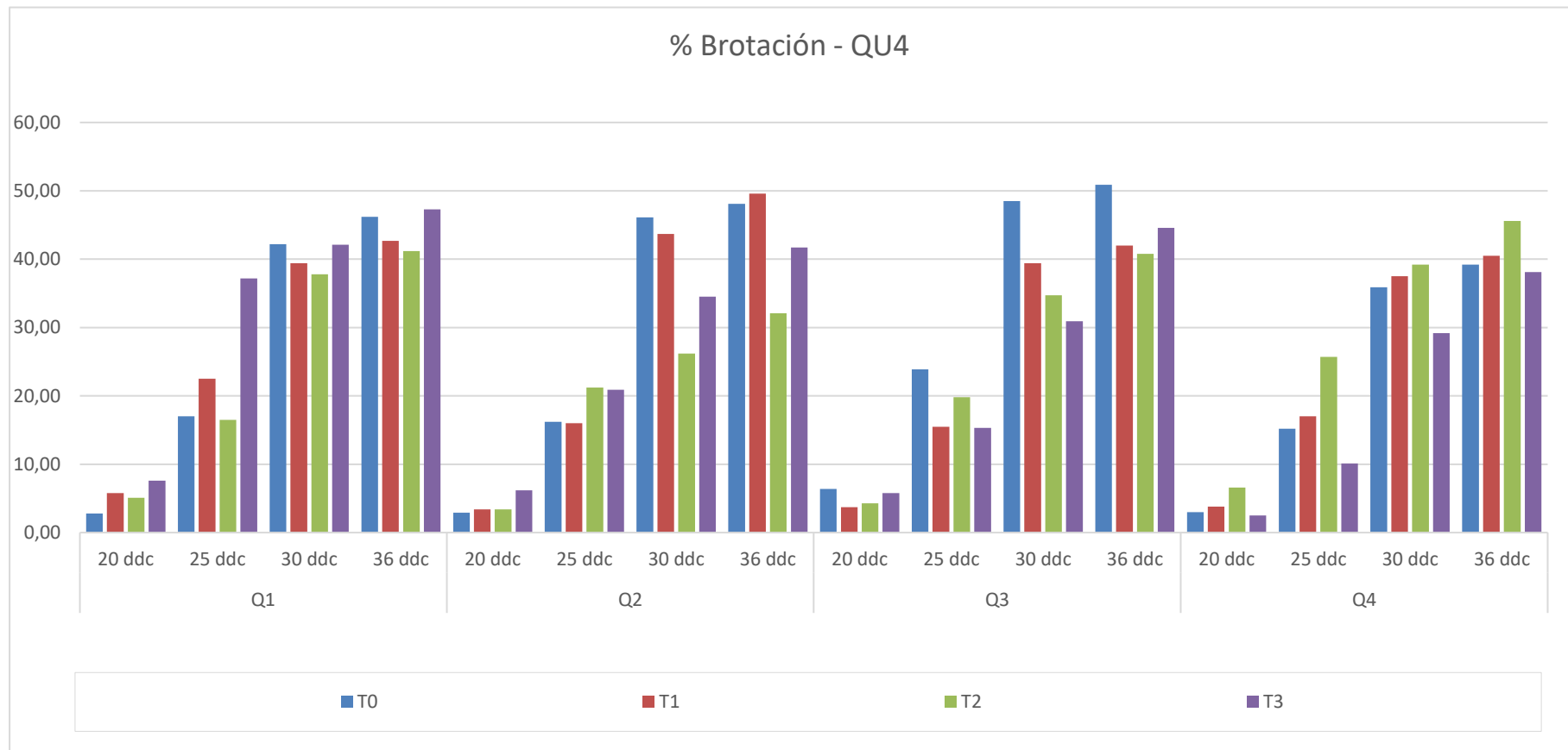
La brotación inicial fue mayor en las plantas que recibieron el tratamiento por 42 días, 46% mayor a la del testigo. A pesar de ello, a los 36 días de la aplicación de cianamida hidrogenada (ddc), el escenario cambió siendo el tratamiento testigo con mayor porcentaje de brotación final, 7% más que la obtenida con el tercer tratamiento. Así, vemos que la evolución de la brotación a través del tiempo por tratamiento fue de mayor incremento en el tratamiento testigo, siendo que a los 36 ddc se tuvo, en promedio, 11.2 veces mayor brotación que a los 20 ddc. (Tabla 12)

Se observaron también diferencias entre los cuadrantes dentro de cada tratamiento, evidenciando heterogeneidad en el lote, con una evolución más lenta en el cuarto cuadrante y un ritmo similar entre sí en los cuadrantes uno y tres (Figura 22).

**Tabla 12:** Evolución del porcentaje de brotación

| Tratamiento        | Q    | % de Brotación |        |        |        |
|--------------------|------|----------------|--------|--------|--------|
|                    |      | 20 ddc         | 25 ddc | 30 ddc | 36 ddc |
| Testigo<br>(T0)    | 1    | 2.8%           | 17.0%  | 42.2%  | 46.2%  |
|                    | 2    | 2.9%           | 16.2%  | 46.1%  | 48.1%  |
|                    | 3    | 6.4%           | 23.9%  | 48.5%  | 50.9%  |
|                    | 4    | 3.0%           | 15.2%  | 35.9%  | 39.2%  |
|                    | prom | 3.78%          | 18.08% | 43.18% | 46.10% |
| 28 días EE<br>(T1) | 1    | 5.8%           | 22.5%  | 39.4%  | 42.7%  |
|                    | 2    | 3.4%           | 16.0%  | 43.7%  | 49.6%  |
|                    | 3    | 3.7%           | 15.5%  | 39.4%  | 42.0%  |
|                    | 4    | 3.8%           | 17.0%  | 37.5%  | 40.5%  |
|                    | prom | 4.18%          | 17.75% | 40.00% | 43.70% |
| 35 días EE<br>(T2) | 1    | 5.1%           | 16.5%  | 37.8%  | 41.2%  |
|                    | 2    | 3.4%           | 21.2%  | 26.2%  | 32.1%  |
|                    | 3    | 4.3%           | 19.8%  | 34.7%  | 40.8%  |
|                    | 4    | 6.6%           | 25.7%  | 39.2%  | 45.6%  |
|                    | prom | 4.85%          | 20.80% | 34.48% | 39.93% |
| 42 días EE<br>(T3) | 1    | 7.6%           | 37.2%  | 42.1%  | 47.3%  |
|                    | 2    | 6.2%           | 20.9%  | 34.5%  | 41.7%  |
|                    | 3    | 5.8%           | 15.3%  | 30.9%  | 44.6%  |
|                    | 4    | 2.5%           | 10.1%  | 29.2%  | 38.1%  |
|                    | prom | 5.53%          | 20.88% | 34.18% | 42.93% |

ddc: días después de cianamida, EE: Enfriamiento Evaporativo



**Figura 22:** Evolución del porcentaje de brotación por cuadrante, lote QU4

A pesar de las diferencias observadas en el porcentaje de brotación entre los tratamientos y cuadrantes, en promedio por tratamientos, estas diferencias no se mostraron significativas a los 25 y 36 ddc. (Tabla 13)

**Tabla 13:** Relación Solidos solubles/acidez titulable

| Tratamiento   | 25 ddc    |        | 36 ddc    |        |
|---------------|-----------|--------|-----------|--------|
|               | Brotación | Duncan | Brotación | Duncan |
| Sin EE        | 18.1%     | a      | 46.1%     | a      |
| 28 días de EE | 17.8%     | a      | 43.0%     | a      |
| 35 días de EE | 20.8%     | a      | 39.9%     | a      |
| 42 días de EE | 20.9%     | a      | 42.9%     | a      |

#### **b. Número de Racimos**

De la misma forma que en el parámetro anterior, observamos diferencias entre los bloques de un mismo tratamiento, confirmando a heterogeneidad dentro del lote, extrínseco o intrínseco a la planta. (Tabla 14).

Cuando observados los valores promedio por tratamiento, vemos que el tratamiento con el que se obtuvo mayor cantidad de racimos fue el testigo (17.5 racimos/planta), mientras que con 28 días de EE (T1) se obtuvo 22% menos racimos por planta. No obstante, estas diferencias no fueron significativas según el análisis Duncan a 5% de significancia (Tabla 15). Siendo que en la brotación tampoco se obtuvieron diferencias significativas, deducimos que las plantas de este lote se encontraban en la misma capacidad productiva.

**Tabla 14:** Número de racimos

| Prom   | Columnas |      |      |      |
|--------|----------|------|------|------|
| Cuadr. | 1        | 2    | 3    | 4    |
| QI     | 14.6     | 14.6 | 15.6 | 14.4 |
| QII    | 19.4     | 18.0 | 14.2 | 17.2 |
| QIII   | 12.6     | 22.2 | 20.4 | 12.2 |
| QIV    | 13.6     | 13.6 | 16.8 | 9.8  |

**Tabla 15:** Número de racimos por tratamiento

| Tratamiento   | Nº de racimos | Duncan |
|---------------|---------------|--------|
| Sin EE        | 17.45         | A      |
| 28 días de EE | 13.65         | A      |
| 35 días de EE | 17.2          | A      |
| 42 días de EE | 14            | A      |

LOTE R6A (Variedad Superior Seedless)

### c. Análisis de yema

En los cuatro tratamientos testados, el mayor porcentaje de las yemas analizadas fueron vegetativas, seguido por las yemas con racimos pequeños, racimos grandes y finalmente, las yemas necróticas son las que se presentaron en menor proporción. Por otro lado, se obtuvieron más yemas fértiles cuando no se hizo uso del enfriamiento evaporativo, 12% de yemas más fértiles en relación al tratamiento con 42 días de enfriamiento evaporativo. Sin embargo, las diferencias antes mostradas no fueron significativas según el test de Duncan a 5% de significancia (Tabla 16).

**Tabla 16:** Análisis de yema (10/Jun/2010)

| Tratamiento | % de yemas |   |           |   |            |   |             |   |
|-------------|------------|---|-----------|---|------------|---|-------------|---|
|             | R. pequeño |   | R. Grande |   | Necróticas |   | Vegetativas |   |
| T0          | 25%        | a | 12%       | a | 4%         | a | 60%         | a |
| T1          | 22%        | a | 13%       | a | 4%         | a | 61%         | a |
| T2          | 20%        | a | 8%        | a | 7%         | a | 66%         | a |
| T3          | 16%        | a | 9%        | a | 3%         | a | 72%         | a |

#### **d. Porcentaje de Brotación**

Las plantas que no recibieron la aplicación de enfriamiento evaporativo brotaron antes que las que si lo recibieron, con 44.4% de yemas brotadas. Esta situación continuó en el tiempo, y a los 32 ddc el 54% de las yemas de las plantas testigo estaban brotadas, esto es, 10% más de yemas brotadas que las plantas que recibieron 42 días de enfriamiento evaporativo. Así, los tratamientos T1, T2 y T3 difirieron significativamente con el testigo (T0), mostrando efecto negativo del enfriamiento evaporativo sobre el porcentaje de brotación (Tabla 17).

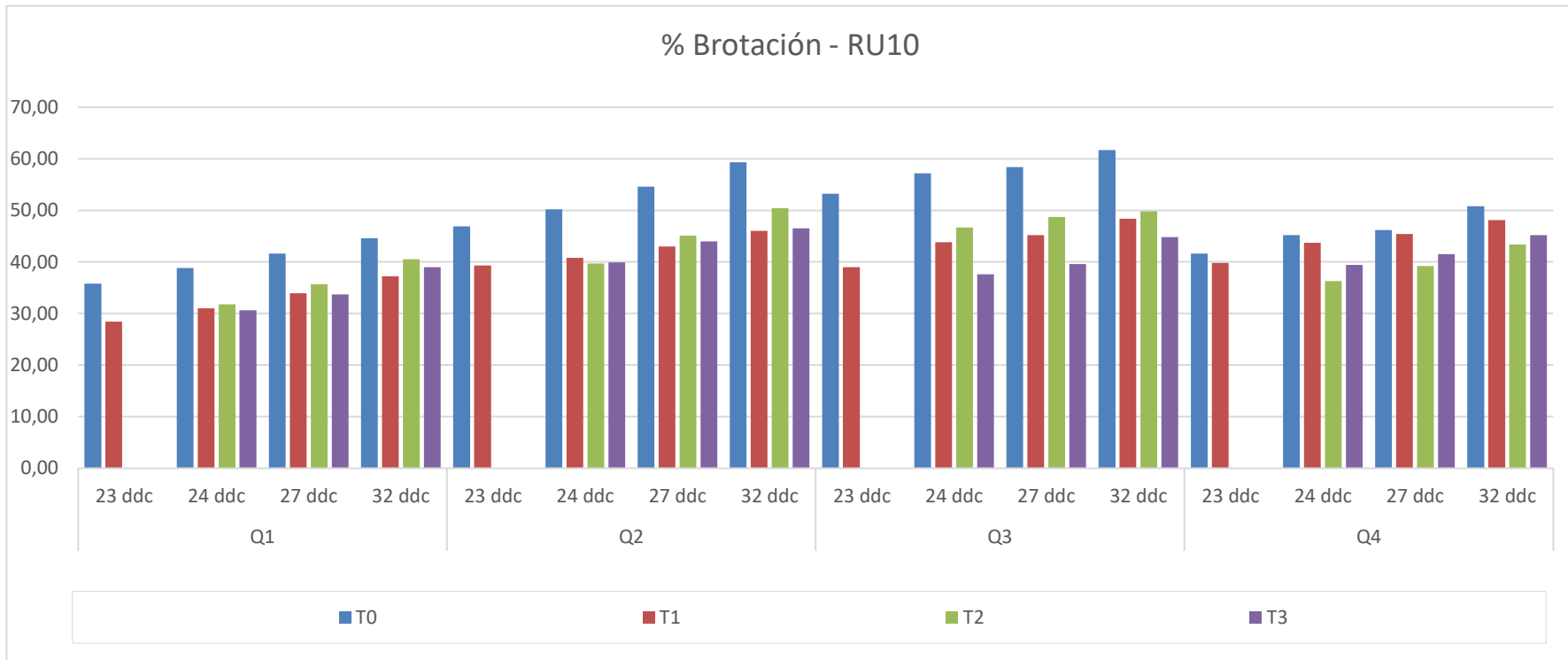
Al mostrar el porcentaje de brotación promedio por cuadrante y tratamiento a los 24 y 32 días después de haber sido aplicada la cianamida hidrogenada, según se distribuyeron en el lote, se visualiza una pequeña diferencia entre los cuadrantes que recibieron el mismo tratamiento, indicando diferencias en la conformación del lote. Esto reafirma la necesidad de hacer uso del diseño de cuadrado latino, en casos como este (Tabla 18). En este caso, las diferencias entre los tratamientos aplicados fueron mínimas, no mostrando significancia por el test de Duncan al 5% (Tabla 19).

En la Tabla 18, los cuadrados de color blanco representan a aquel sector que no recibió enfriamiento evaporativo (T0), el color amarillo representan al sector del lote que recibió 30 días de enfriamiento evaporativo (T1), los de color celeste representan a los sectores que recibieron 37 días de enfriamiento evaporativo (T2) y los de color rojo, a los sectores que recibieron 42 días de enfriamiento evaporativo (T3).

**Tabla 17:** Porcentaje de brotación promedio por cuadrante

| Tratamiento     | Q    | % de Brotación |        |        |        |
|-----------------|------|----------------|--------|--------|--------|
|                 |      | 23 ddc         | 24 ddc | 27 ddc | 32 ddc |
| Testigo (T0)    | 1    | 35.8%          | 38.8%  | 41.6%  | 44.6%  |
|                 | 2    | 46.9%          | 50.2%  | 54.6%  | 59.3%  |
|                 | 3    | 53.2%          | 57.2%  | 58.4%  | 61.7%  |
|                 | 4    | 41.6%          | 45.2%  | 46.2%  | 50.8%  |
|                 | prom | 44.4%          | 47.8%  | 50.2%  | 54.1%  |
| 28 días EE (T1) | 1    | 28.4%          | 31.0%  | 33.9%  | 37.2%  |
|                 | 2    | 39.3%          | 40.8%  | 43.0%  | 46.0%  |
|                 | 3    | 39.0%          | 43.8%  | 45.2%  | 48.4%  |
|                 | 4    | 39.8%          | 43.7%  | 45.4%  | 48.1%  |
|                 | prom | 36.62%         | 39.8%  | 41.9%  | 44.9%  |
| 35 días EE (T2) | 1    |                | 31.8%  | 35.7%  | 40.5%  |
|                 | 2    |                | 39.7%  | 45.1%  | 50.4%  |
|                 | 3    |                | 46.7%  | 48.7%  | 49.8%  |
|                 | 4    |                | 36.3%  | 39.2%  | 43.4%  |
|                 | prom |                | 38.6%  | 42.2%  | 46.1%  |
| 42 días EE (T3) | 1    |                | 30.6%  | 33.7%  | 39.0%  |
|                 | 2    |                | 39.9%  | 44.0%  | 46.5%  |
|                 | 3    |                | 37.6%  | 39.6%  | 44.8%  |
|                 | 4    |                | 39.4%  | 41.5%  | 45.2%  |
|                 | prom |                | 36.9%  | 39.7%  | 43.9%  |

ddc = días después de cianamida hidrogenada



**Figura 23:** Evolución del porcentaje de brotación por cuadrante, lote RU10



**Tabla 18:** Distribución de porcentaje de brotación en el lote

| Prom (%) | 24 ddc  |       |       |       | 32 ddc  |       |       |       |
|----------|---------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
|          | Columna |       |       |       | Columna |       |       |       |
| Cuadr    | 1       | 2     | 3     | 4     | 1       | 2     | 3     | 4     |
| QI       | 38.8%   | 31.0% | 30.6% | 31.8% | 44.6%   | 37.2% | 39.0% | 40.5% |
| QII      | 40.8%   | 39.9% | 39.7% | 50.2% | 46.0%   | 46.5% | 50.4% | 59.3% |
| QIII     | 37.6%   | 46.7% | 57.2% | 43.8% | 44.8%   | 49.8% | 61.7% | 48.4% |
| QIV      | 36.3%   | 45.2% | 43.7% | 39.4% | 43.4%   | 50.8% | 48.1% | 45.2% |

**Tabla 19:** Promedio de porcentaje de brotación por tratamiento - RU10

| Tratamiento   | 24 ddc    |        | 32 ddc    |        |
|---------------|-----------|--------|-----------|--------|
|               | Brotación | Duncan | Brotación | Duncan |
| Sin EE        | 47.8%     | a      | 54.1%     | a      |
| 28 días de EE | 39.8%     | b      | 44.9%     | b      |
| 35 días de EE | 38.6%     | b      | 46.1%     | b      |
| 42 días de EE | 36.9%     | b      | 43.9%     | b      |

### e. Número de Racimos

Al igual que en la brotación, las plantas que no recibieron enfriamiento evaporativo tuvieron resultados mayores a las otras que sí recibieron. Las plantas con menor cantidad de racimos fueron las del tratamiento 2 (28 días con enfriamiento evaporativo), con 17% de racimos menos a los obtenidos con el tratamiento testigo. Aun así, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al variable número de racimos por el test de Duncan a un 5% de significancia (Tabla 21). También observamos que según el cuadrante, e resultado entre los tratamientos, varía (Tabla 20).

**Tabla 20:** Distribución de número de racimos en el lote

| Prom   | Columnas |      |      |      |
|--------|----------|------|------|------|
| Cuadr. | 1        | 2    | 3    | 4    |
| QI     | 17.8     | 12.9 | 17.2 | 20.5 |
| QII    | 16.9     | 22.2 | 17.7 | 21.7 |
| QIII   | 12.4     | 18.1 | 22.2 | 19.1 |
| QIV    | 17.0     | 16.2 | 15.7 | 19.9 |

**Tabla 21:** Número promedio de racimos por tratamiento

|    | Tratamiento   | Nº racimos | Duncan |
|----|---------------|------------|--------|
| T0 | Sin EE        | 19.48      | a      |
| T1 | 28 días de EE | 16.15      | a      |
| T2 | 35 días de EE | 18.33      | a      |
| T3 | 42 días de EE | 17.93      | a      |

#### f. Peso de racimo y baya

No habiendo diferencias en el desarrollo de la brotación, la probabilidad de encontrar diferencias en la calidad de la fruta era mínima, sin embargo se hicieron las mediciones respectivas que ayudaran a dilucidar 100 porciento este tema.

A diferencia de los parámetros anteriores, las plantas que recibieron enfriamiento evaporativo fueron las que obtuvieron racimos con mayor peso fresco, siendo que los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieron 13, 11 y 4% más peso por racimo que el tratamiento testigo. El peso del racimo no estuvo influenciado por el peso de la baya, puesto que en este último los valores tuvieron una diferencia mínima entre los tratamientos. Sin embargo, en ambos

parámetros evaluados no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, por el test de Duncan, a 5% de significancia.

**Tabla 22:** Peso de fruto por tratamiento

| Tratamiento |               | Peso de racimo (gr) |   | Peso de baya (gr) |   |
|-------------|---------------|---------------------|---|-------------------|---|
| T0          | Sin EE        | 718.1               | a | 7.2               | a |
| T1          | 28 días de EE | 814.4               | a | 7.1               | a |
| T2          | 35 días de EE | 902.7               | a | 7.4               | a |
| T3          | 42 días de EE | 940.7               | a | 7.0               | a |

#### g. Calibre

Al igual que el peso de la baya, los valores obtenidos en los calibres de la baya por tratamiento fueron muy similares uno del otro, siendo la mayor diferencia entre los tratamientos de 0.2. Así, vemos que los tratamientos aplicados no tuvieron efecto significativo (Duncan,  $\alpha=0.05$ ) (Tabla 23).

**Tabla 23:** Calibre de baya por tratamiento

| Tratamiento |               | Calibre | Duncan |
|-------------|---------------|---------|--------|
| T0          | Sin EE        | 19.2    | a      |
| T1          | 28 días de EE | 19.1    | a      |
| T2          | 35 días de EE | 19.3    | a      |
| T3          | 42 días de EE | 19.2    | a      |

## **h. Parámetros de sabor**

En cuanto a las características organolépticas de la fruta, no se encontró relación en el comportamiento de los sólidos solubles y la acidez titulable, siendo que las plantas que recibieron 42 días de EE produjeron frutos con mayor contenido de SS y el tratamiento sin EE, frutos con menor contenido de SS (0,5° Brix menos que el T4). Mientras que, frutas con mayor AT (0.92%) se observaron con 28 días de EE y frutas con menor AT (0.78%), con 42 días de EE. Así, vemos que los frutos del tratamiento 3 se mostraron más dulces con una relación SS/AT de 21, mientras que los racimos del tratamiento 1 fueron los menos dulces (SS/AT = 17.7). Pero, al igual que los otros parámetros evaluados referente al fruto, las diferencias no fueron significativas, según el test de Duncan a 5% de significancia (Tabla 24).

**Tabla 24:** Parámetros de sabor por tratamiento

| Tratamiento |               | Sólidos solubles (°Brix) |   | AT   |   |
|-------------|---------------|--------------------------|---|------|---|
| T0          | Sin EE        | 15.9                     | a | 0.86 | a |
| T1          | 28 días de EE | 16.3                     | a | 0.92 | a |
| T2          | 35 días de EE | 16.1                     | a | 0.90 | a |
| T3          | 42 días de EE | 16.4                     | a | 0.78 | a |

### **4.5. Año 2012**

Se realizó en el lote Q3 del fundo La Quebrada

#### **4.5.1. Equipos y Materiales**

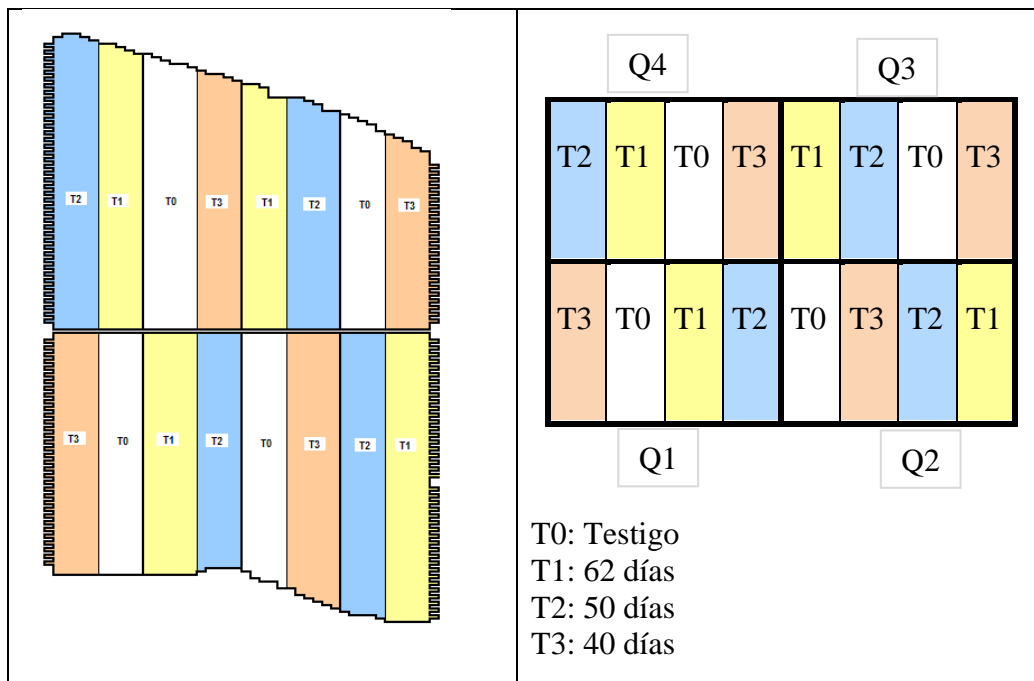
##### **a. Materiales**

- Cintas plásticas
- Plumón indeleble
- Papel
- Lápiz
- Borrador

- Mapa de cada lote

#### 4.5.2. Métodos y Procedimientos

Se dividió el lote en cuatro (que serían los cuadrantes) y cada cuarto se dividió en cuatro (en los que se designaría cada tratamiento) (Figura 24). Esta división se hizo con la finalidad de evitar que las posibles diferencias de suelo y caudales en el sistema de riego influyan en los resultados.



**Figura 24:** Distribución de cuadrantes y tratamientos en el lote QU4

Se hizo uso de 4 termohigrómetros, ubicados en cada tratamiento. Cada termohigrómetro, además de tener el sensor de humedad y temperatura en la estructura principal, posee un sensor externo de temperatura, unido por medio de una extensión a la consola del mismo. Los termohigrometros fueron colgados en el poste de una de las plantas, dejando un espacio entre estos dos. Los sensores externos fueron ubicados en la parte superior del parrón, por encima de las hojas. Así, la lectura de ambos sensores nos permitió tener una idea del microclima creado por los microaspersores, que rodeo a los sarmientos superiores y a los inferiores. (Figura 25)



**Figura 25:** Ubicación del termohigrómetro

La poda inició el día 27 de junio del 2012. La fórmula de poda fue 13c x 23y.

La cianamida se aplicó 6 días después de la poda, es decir, el 3 de Julio del 2012, al 5% y a una dosis de 100 lt/Ha con 2000 lt de mojamiento.

Los riegos se dieron de la siguiente manera:

- Por 22 días las plantas no recibieron ningún tipo de riego, ni fertilización.

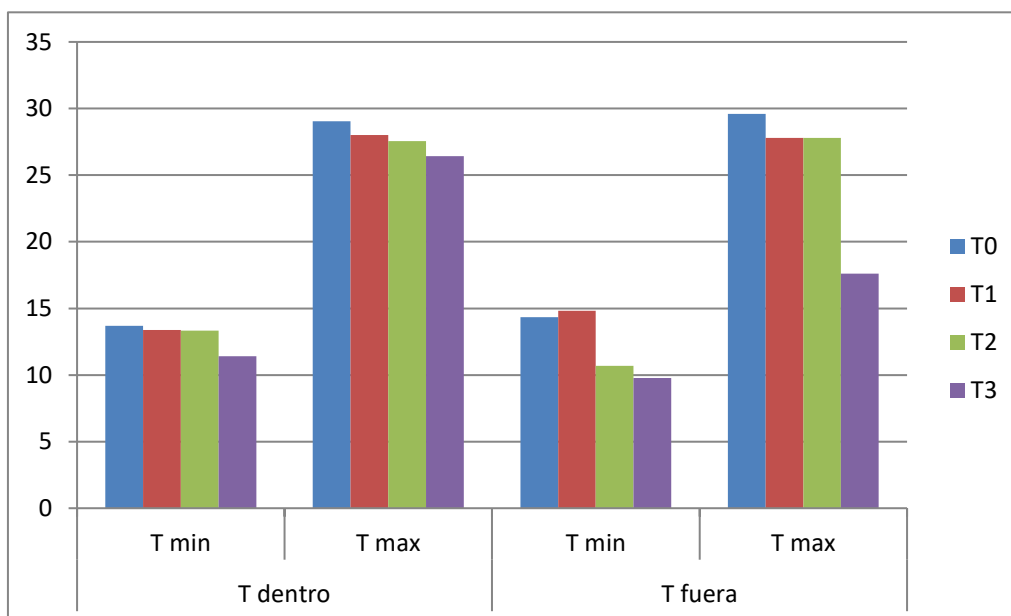
El riego de poda-cianamida se dividió en 3 etapas:

- Pre-poda: inició 6 y 5 días antes de la poda, con 236.45 m<sup>3</sup>/Ha y 167.49 m<sup>3</sup>/Ha.
- Poda: realizado 6 y 8 días después de la poda, con 236.45 m<sup>3</sup>/Ha y 167.49 m<sup>3</sup>/Ha respectivamente.
- Post-Cianamida: realizado 11 y 12 días después de la cianamida con 236.45 m<sup>3</sup>/Ha y 167.48 m<sup>3</sup>/Ha.

En el último riego post-cianamida se aplicó 61 unidades de N, 136 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 58 unidades de K<sub>2</sub>O y 127 unidades de MgO

### 4.5.3. Resultados

Las temperaturas obtenidas con los termohigrómetros que se muestran a detalle en el Anexo IV, se muestran en resumen en la Figura 26, donde observamos que, en su mayoría, el tratamiento testigo tuvo en promedio temperaturas más altas.



**Figura 26:** Temperaturas por tratamiento

El umbral de temperatura para la acumulación de horas-frío ha sido establecido por diferentes investigadores, coincidiendo en su gran mayoría en los valores obtenidos. En base a las investigaciones realizadas, finalmente se definió el concepto de horas-frío (HF) como el número de horas que pasa la planta por debajo del umbral de 7°C que son necesarias para la ruptura del reposo invernal. (Agustí M., 2010). Es decir, para obtener la cantidad de horas-frío acumuladas se necesitaría hacer un conteo de horas por debajo de 7° C por acumulación, si se disponen de datos horarios. Ya que no siempre se tiene la posibilidad de tener un registro continuo de temperaturas, diferentes autores han establecido fórmulas que correlacionan las temperaturas media, máxima y mínima con la acumulación de horas frío (HF).

En este caso, para calcular las Horas-Frío acumuladas por día se hizo uso de una fórmula modificada del método Gómez-Morales:

$$H. F. = 17 + \frac{17TMA - 119}{Tm - TMA} - \frac{Tm - 7}{TA - Tm}$$

Donde:

H.F. – horas-frío.

TMA – temperatura máxima del día anterior.

TM – temperatura máxima.

TA – temperatura ambiente (8:00 A.M.).

Tm – temperatura mínima.

Los valores numéricos son constantes.

Se obtuvieron las temperaturas de la estación meteorológica Davis en el tiempo que se realizó el experimento, a fin de calcular las horas-frío que normalmente acumula la planta en la localidad. En el Anexo V se muestran las temperaturas máximas, mínimas y la temperatura instantánea a las 8 am de los días en que se llevó a cabo el experimento, además de las horas-frío obtenidas con la fórmula modificada del método Gómez-Morales y los datos antes mencionados. Como se puede observar en la misma tabla, en la localidad donde se realizó el experimento (San José de los Molinos, Ica) normalmente no se acumulan horas frío en las fechas indicadas.

En la Tabla 25 se presentan las horas-frío acumuladas de manera semanal, obtenidas a partir de la tabla presentada en el Anexo V.

**Tabla 25:** Horas-frío acumuladas por semana en San José de los Molinos

| Sem | F inicio   | F fin      | Horas-frío |
|-----|------------|------------|------------|
| 1   | 25/04/2012 | 01/05/2012 | -57.4      |
| 2   | 02/05/2012 | 08/05/2012 | -71.7      |
| 3   | 09/05/2012 | 15/05/2012 | -76.9      |
| 4   | 16/05/2012 | 22/05/2012 | -162       |
| 5   | 23/05/2012 | 29/05/2012 | -92.4      |
| 6   | 30/05/2012 | 05/06/2012 | -56.2      |
| 7   | 06/06/2012 | 12/06/2012 | -77.7      |
| 8   | 13/06/2012 | 19/06/2012 | -75.9      |
| 9   | 20/06/2012 | 26/06/2012 | -56.9      |



En la Tabla 26 se muestra las horas-frío acumuladas semanalmente con el sistema de enfriamiento evaporativo, siendo variable para cada tratamiento, sobre todo por su posición dentro del lote. Esta misma tabla se muestra de forma más detallada (diaria) en el Anexo VI. Se observa en estas tablas que sólo determinados días permitieron la acumulación de horas-frío.

**Tabla 26:** Horas-frío acumuladas por semana con el tratamiento de Enfriamiento Evaporativo

| Sem | H inicio   | H fin      | Horas-frío |        |        |
|-----|------------|------------|------------|--------|--------|
|     |            |            | T1         | T2     | T3     |
| 17  | 25/04/2012 | 01/05/2012 | -101       | -56.5  | -57.5  |
| 18  | 02/05/2012 | 08/05/2012 | -78.4      | -92.7  | -71.8  |
| 19  | 09/05/2012 | 15/05/2012 | -106.5     | -91.5  | -76.5  |
| 20  | 16/05/2012 | 22/05/2012 | -294.5     | -107.7 | -55.5  |
| 21  | 23/05/2012 | 29/05/2012 | -42.7      | 4.1    | -27.7  |
| 22  | 30/05/2012 | 05/06/2012 | -102.1     | -47.3  | -105.1 |
| 23  | 06/06/2012 | 12/06/2012 | 107.5      | 157.1  | 377    |
| 24  | 13/06/2012 | 19/06/2012 | -52.6      | -29.2  | 45.1   |
| 25  | 20/06/2012 | 26/06/2012 | 50.6       | 90.5   | 46     |

#### **a. Porcentaje de Brotación**

Aunque en la primera evaluación (23 ddc), la ubicación del tratamiento dentro del campo no tuvo una influencia visible sobre el porcentaje de brotación, en la mayoría de los casos, para todos los tratamientos, se observó una brotación más favorable en los cuadrantes 1 y 2 a los 34 ddc, evidenciando una vez más, la influencia del campo experimental en los resultados obtenidos (Tabla 27). Estas diferencias no tienen tendencia diferenciada entre las columnas en el mismo momento de evaluación (Tabla 28).

El diseño experimental empleado permitió distinguir los efectos del tratamiento en sí a los del terreno, con lo cual, mediante el test Duncan al 5% de significancia se obtuvo que el

sistema de enfriamiento evaporativo no influyó significativamente en la brotación de las yemas (Tabla 29).

**Tabla 27:** Porcentaje de brotación por cuadrante

| Tratamiento        | Q    | % de Brotación |        |
|--------------------|------|----------------|--------|
|                    |      | 23 ddc         | 34 ddc |
| Testigo<br>(T0)    | 1    | 16.4%          | 56.8%  |
|                    | 2    | 12.1%          | 62.9%  |
|                    | 3    | 18.9%          | 44.5%  |
|                    | 4    | 17.3%          | 49.0%  |
|                    | prom | 16.2%          | 53.3%  |
| 62 días EE<br>(T1) | 1    | 19.6%          | 60.7%  |
|                    | 2    | 21.8%          | 58.5%  |
|                    | 3    | 17.3%          | 43.9%  |
|                    | 4    | 17.7%          | 51.0%  |
|                    | prom | 19.1%          | 53.5%  |
| 50 días EE<br>(T2) | 1    | 14.1%          | 62.1%  |
|                    | 2    | 15.6%          | 58.5%  |
|                    | 3    | 17.1%          | 35.6%  |
|                    | 4    | 15.8%          | 46.7%  |
|                    | prom | 15.7%          | 50.7%  |
| 40 días EE<br>(T3) | 1    | 17.9%          | 71.6%  |
|                    | 2    | 15.9%          | 61.3%  |
|                    | 3    | 19.2%          | 56.2%  |
|                    | 4    | 17.8%          | 38.6%  |
|                    | prom | 17.7%          | 56.9%  |

**Tabla 28:** Distribución de porcentaje de brotación en el lote

| Prom (%) | 23 ddc  |     |     |     | 34 ddc  |     |     |     |
|----------|---------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|
|          | Columna |     |     |     | Columna |     |     |     |
| Cuadr    | 1       | 2   | 3   | 4   | 1       | 2   | 3   | 4   |
| QI       | 18%     | 16% | 20% | 14% | 72%     | 57% | 61% | 62% |
| QII      | 12%     | 16% | 16% | 22% | 63%     | 61% | 58% | 59% |
| QIII     | 17%     | 17% | 19% | 19% | 44%     | 36% | 45% | 56% |
| QIV      | 16%     | 18% | 17% | 18% | 47%     | 51% | 49% | 39% |

**Tabla 29:** Porcentaje de brotación promedio por tratamiento

| Tratamiento      | 23 ddc    |        | 34 ddc    |        |
|------------------|-----------|--------|-----------|--------|
|                  | Brotación | Duncan | Brotación | Duncan |
| T0 Sin EE        | 16%       | a      | 53%       | a      |
| T1 62 días de EE | 19%       | a      | 53%       | a      |
| T2 50 días de EE | 16%       | a      | 51%       | a      |
| T3 40 días de EE | 18%       | a      | 57%       | a      |

## b. Floración

Diferente de la brotación, la ubicación en el lote no tuvo una influencia diferenciada en el porcentaje de brotación (Figura 27). También se observa que aunque en la primera fecha de evaluación (78 ddc) existían plantas con poca floración, a los 80 ddc entre el 90 y 100% de botones florales ya estaban abiertos (Tabla 30).

Estadísticamente, por el test de Duncan al 5% de significancia, se observó que a los 79 días después de la aplicación de cianamida hidrogenada hubieron diferencias significativas entre

los tratamientos T0, T1 y el tratamiento T3, lo cual quiere decir que las plantas que recibieron 62 y 0 días de enfriamiento evaporativo florearán antes que aquellas que recibieron 40 días de enfriamiento evaporativo. Mientras que aquellas que recibieron 50 días de enfriamiento evaporativo no encuentran diferencias significativas con ninguno de los otros tratamientos (Tabla 31).

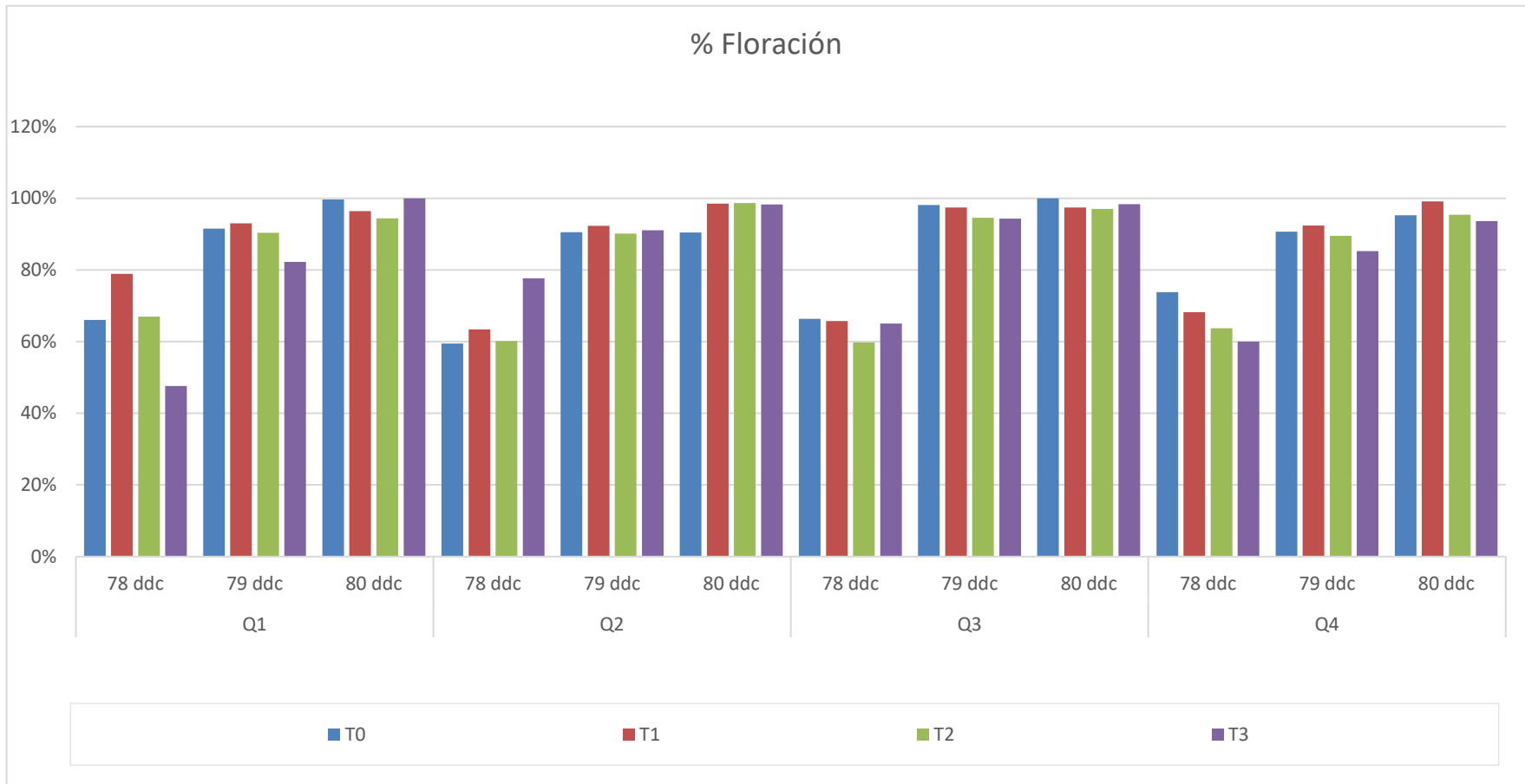
Sin embargo, el resultado final (80 días después de cianamida hidrogenada) es el mismo para todos los tratamientos, con 97.5% de floración como promedio.

**Tabla 30:** Porcentaje de floración promedio por cuadrante

| Tratamiento        | Q    | % de Floración |        |        |
|--------------------|------|----------------|--------|--------|
|                    |      | 78 ddc         | 79 ddc | 80 ddc |
| Testigo<br>(T0)    | 1    | 66%            | 92%    | 100%   |
|                    | 2    | 59%            | 91%    | 90%    |
|                    | 3    | 66%            | 98%    | 100%   |
|                    | 4    | 74%            | 91%    | 95%    |
|                    | prom | 66%            | 93%    | 96%    |
| 62 días EE<br>(T1) | 1    | 79%            | 93%    | 96%    |
|                    | 2    | 63%            | 92%    | 98%    |
|                    | 3    | 66%            | 97%    | 97%    |
|                    | 4    | 68%            | 92%    | 99%    |
|                    | prom | 69%            | 94%    | 98%    |
| 50 días EE<br>(T2) | 1    | 67%            | 90%    | 99%    |
|                    | 2    | 60%            | 90%    | 99%    |
|                    | 3    | 60%            | 95%    | 97%    |
|                    | 4    | 64%            | 90%    | 95%    |
|                    | prom | 69%            | 94%    | 98%    |
| 40 días EE<br>(T3) | 1    | 48%            | 82%    | 100%   |
|                    | 2    | 78%            | 91%    | 98%    |
|                    | 3    | 65%            | 94%    | 98%    |
|                    | 4    | 60%            | 85%    | 94%    |
|                    | prom | 63%            | 88%    | 98%    |

**Tabla 31:** Porcentaje de floración promedio por cuadrante

| Tratamiento |               | 79 ddc    |        | 80 ddc    |        |
|-------------|---------------|-----------|--------|-----------|--------|
|             |               | Floración | Duncan | Floración | Duncan |
| T0          | Sin EE        | 93%       | a      | 96%       | a      |
| T1          | 62 días de EE | 94%       | a      | 98%       | a      |
| T2          | 50 días de EE | 94%       | ab     | 98%       | a      |
| T3          | 40 días de EE | 88%       | b      | 98%       | a      |



**Figura 27:** Evolución de la floración por cuadrante y tratamiento

### c. Número de Racimos

Habiéndose marcado con color blanco el tratamiento testigo (T0), de color amarillo se han representado los cuadrantes que pertenecen al tratamiento T1, de color celeste los que pertenecen al tratamiento T2 y de color rojo los que representan al tratamiento T3. Se observa que el mayor número de racimos (31 racimos por planta) se obtuvo con el tratamiento 3 (40 dEE) en el primer cuadrante, mientras que el menor número de racimos se obtuvo con el tratamiento 2 (50 dEE) en el cuarto cuadrante (Tabla 32). Estas diferencias entre los tratamientos no prevalecieron en todos los cuadrantes, con lo cual al hacer el test de Duncan al 5% de significancia, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al número de racimos por planta (Tabla 33).

**Tabla 32:** Distribución del número de racimos en el lote

| Prom   | Columnas |      |      |      |
|--------|----------|------|------|------|
| Cuadr. | 1        | 2    | 3    | 4    |
| QI     | 30.7     | 25.1 | 26.0 | 28.3 |
| QII    | 28.7     | 23.3 | 27.0 | 26.0 |
| QIII   | 26.7     | 26.1 | 23.3 | 26.6 |
| QIV    | 22.4     | 25.7 | 24.7 | 24.0 |

**Tabla 33:** Número de racimos promedio por tratamiento

| Tratamiento      | Nº de racimos | Duncan |
|------------------|---------------|--------|
| T0 Sin EE        | 25.4          | a      |
| T1 62 días de EE | 26.1          | a      |
| T2 50 días de EE | 25.8          | a      |
| T3 40 días de EE | 26.1          | a      |

## 4.6. Comparación entre los años de evaluación

### 4.6.1. Registro Meteorológico

Con la estación meteorológica Vantage Pro de Davis situada en la zona experimental, se registraron los datos meteorológicos diarios, con lo que se calculó el promedio de las temperaturas de cada año y de la zona, obtenido a partir de datos históricos (Figura 28).

También se calculó el promedio de las temperaturas máxima y mínima por mes y para la zona (Figuras 29 y 30), además de la Humedad Relativa promedio en los años 2009, 2010, 2012 y el promedio para la zona.

Se observa que comparativamente, de esos tres años, el más caliente fue el año 2012. Si consideramos solo los días de tratamiento, se podría decir que las mayores temperaturas se presentaron en el año 2012. Para dilucidar este punto, se elaboraron los gráficos que se muestran en las Figuras 31 al 33.

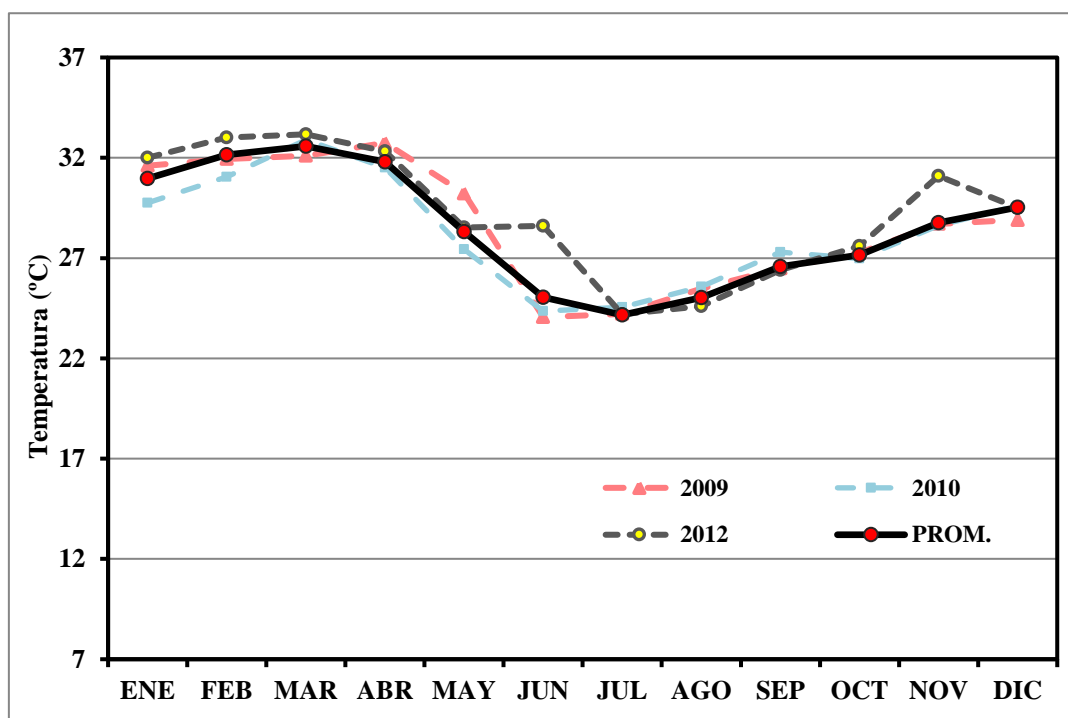


Figura 28: Temperatura promedio mensual – San José de los Molinos



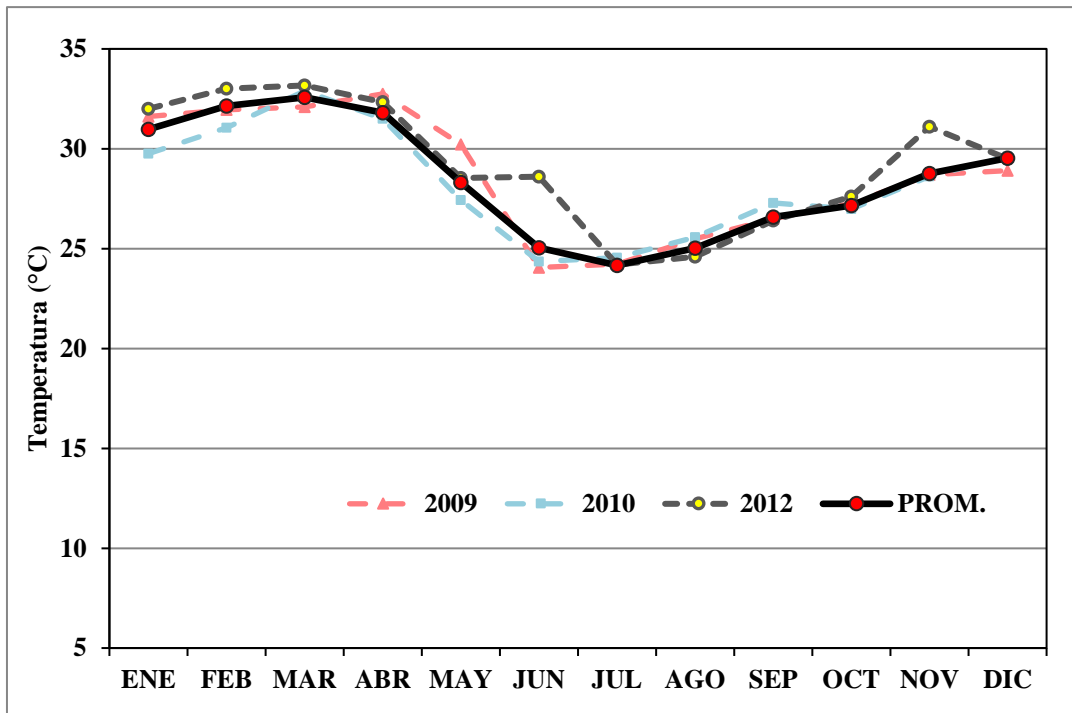


Figura 29: Temperatura máxima mensual – San José de los Molinos

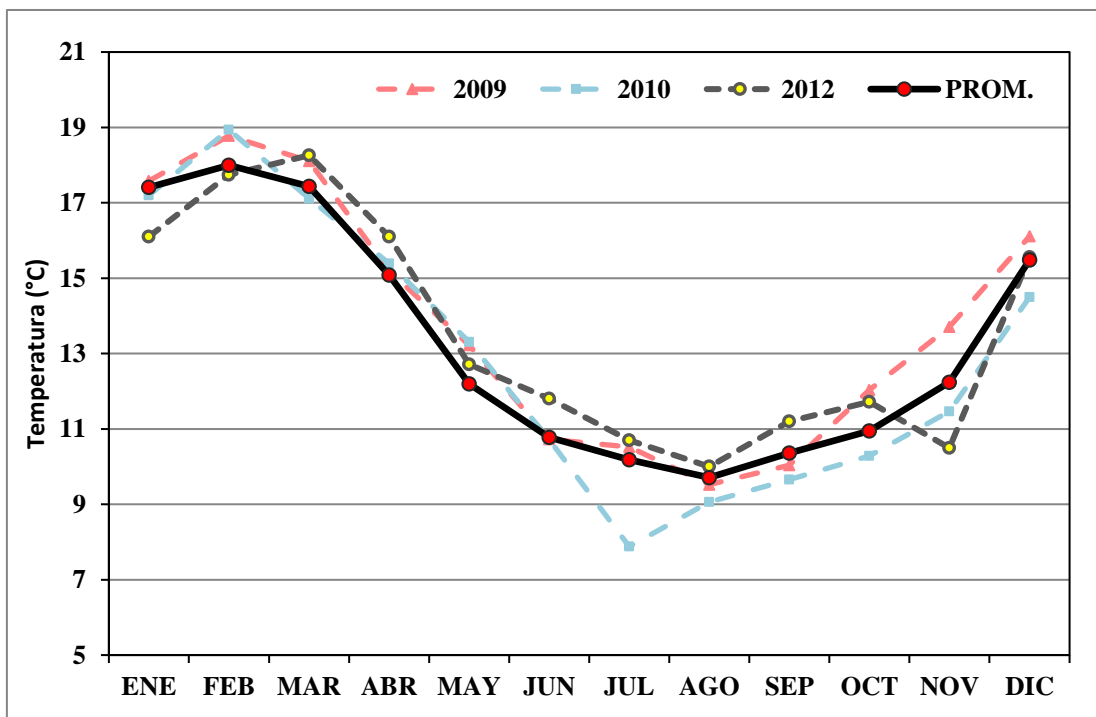
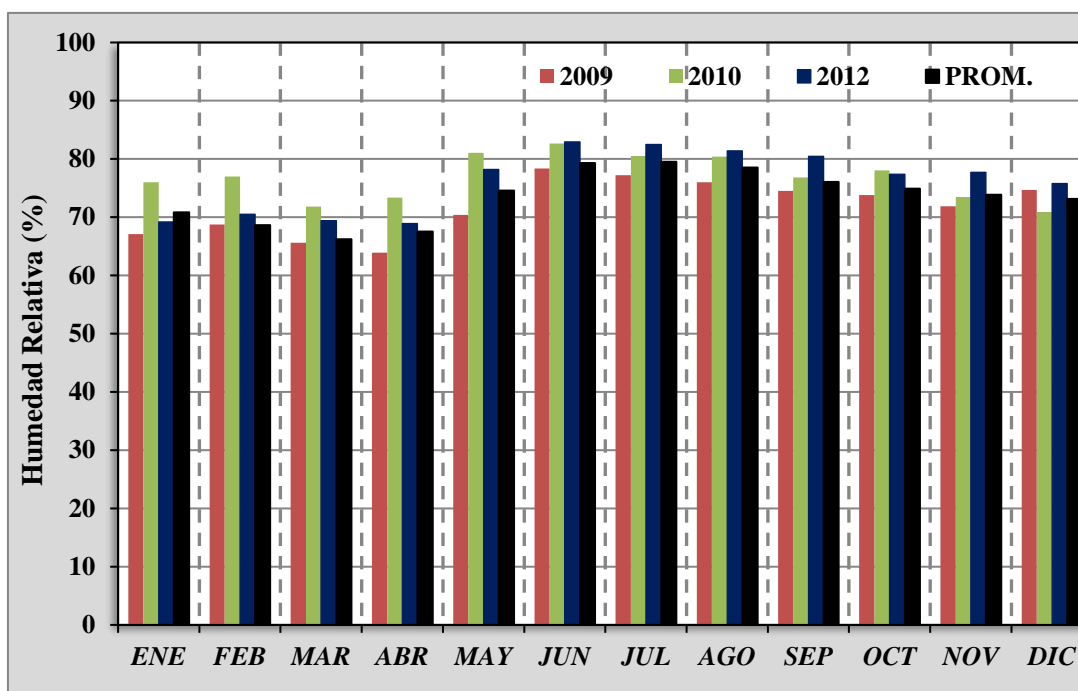


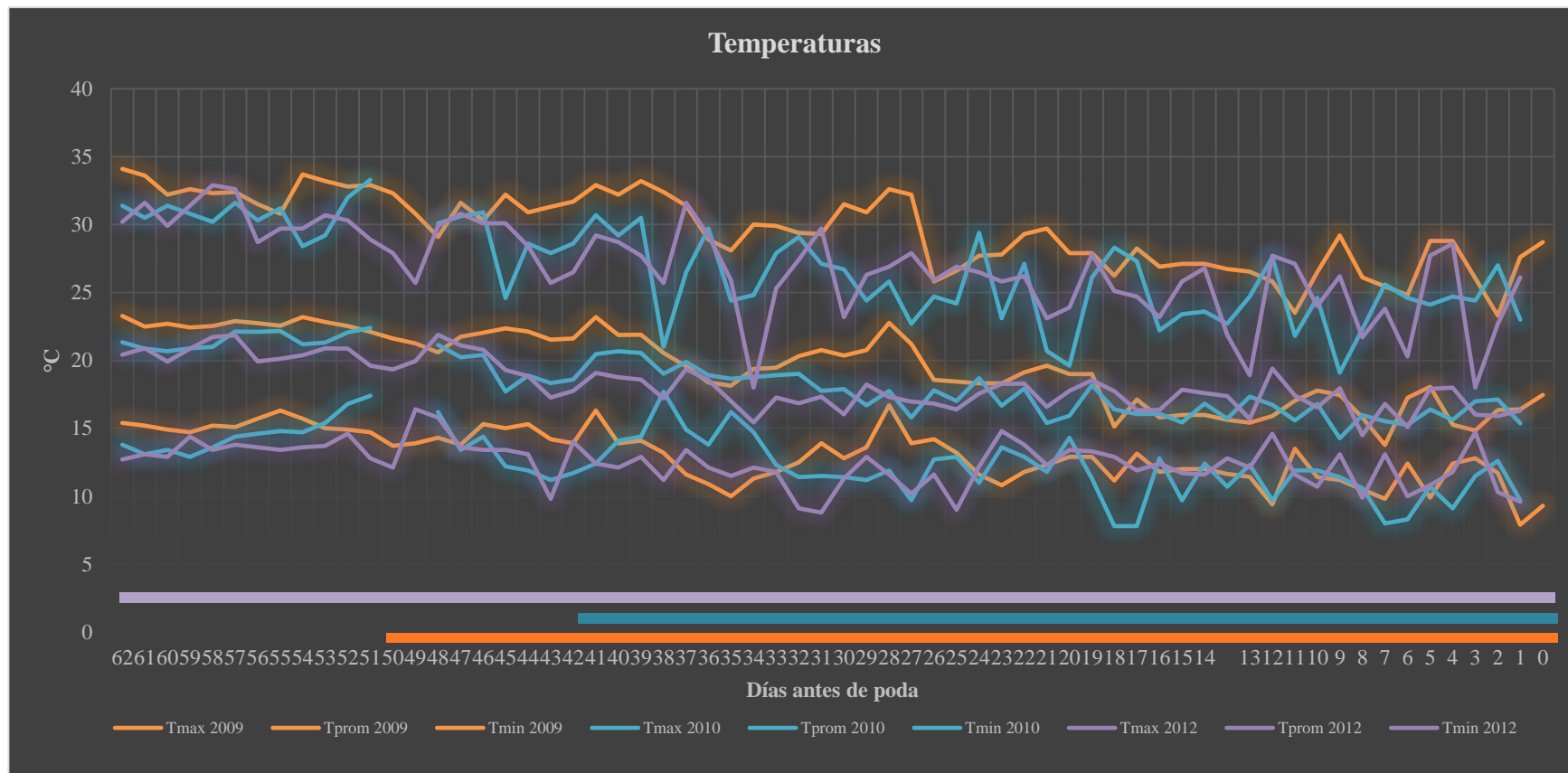
Figura 30: Temperatura mínima mensual – San José de los Molinos



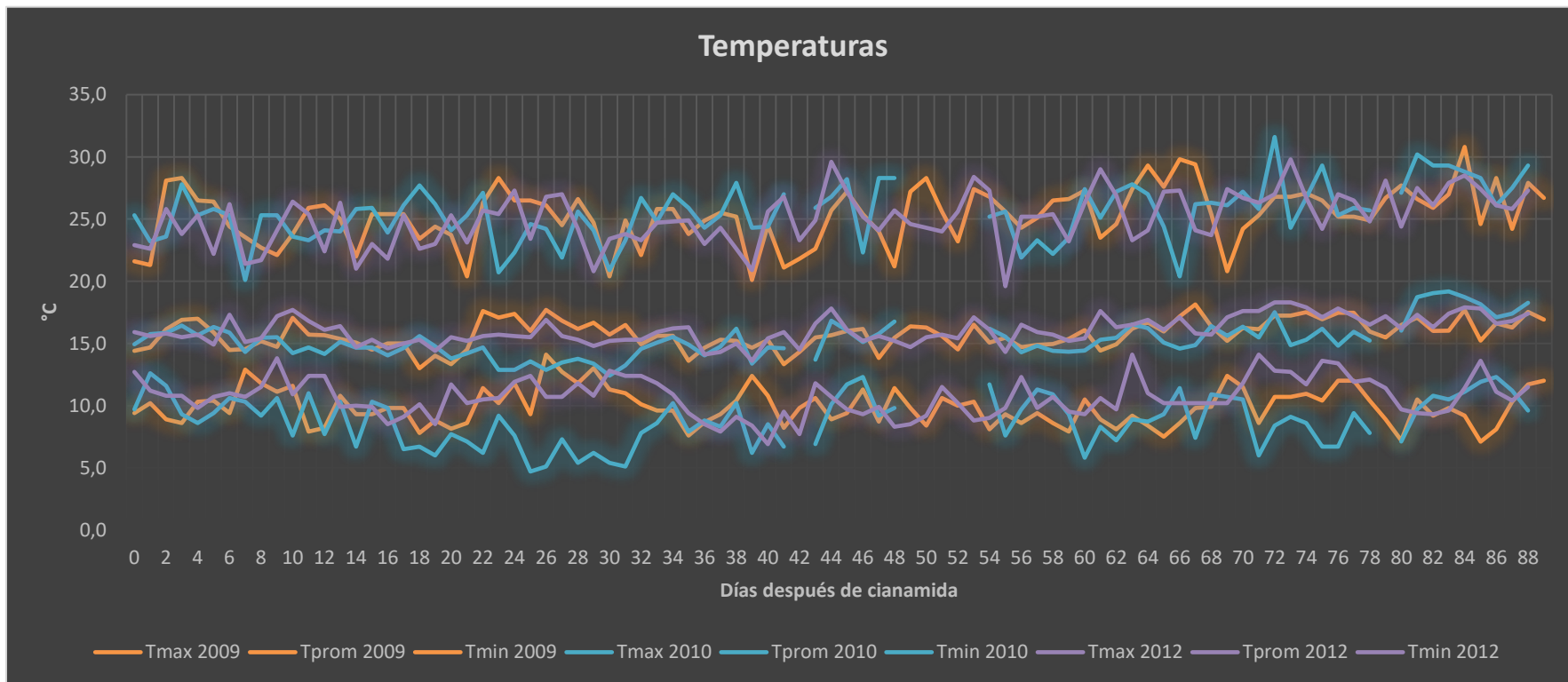
**Figura 31:** Humedad Relativa promedio mensual – San José de los Molinos

Al colocar el tiempo de poda en el gráfico comparado con las temperaturas reales de la zona, pudo visualizarse que durante el periodo de aplicación de los tratamientos de enfriamiento evaporativo (días previos a la poda), las temperaturas diurnas (máximas) en el año 2009 se mostraron superiores a las de los otros dos años (Figura 32). El comportamiento de la humedad relativa fue inversamente proporcional al de la temperatura, siendo que el año 2009 tuvo menores valores en comparación al año 2010 y 2012 (Figura 34).

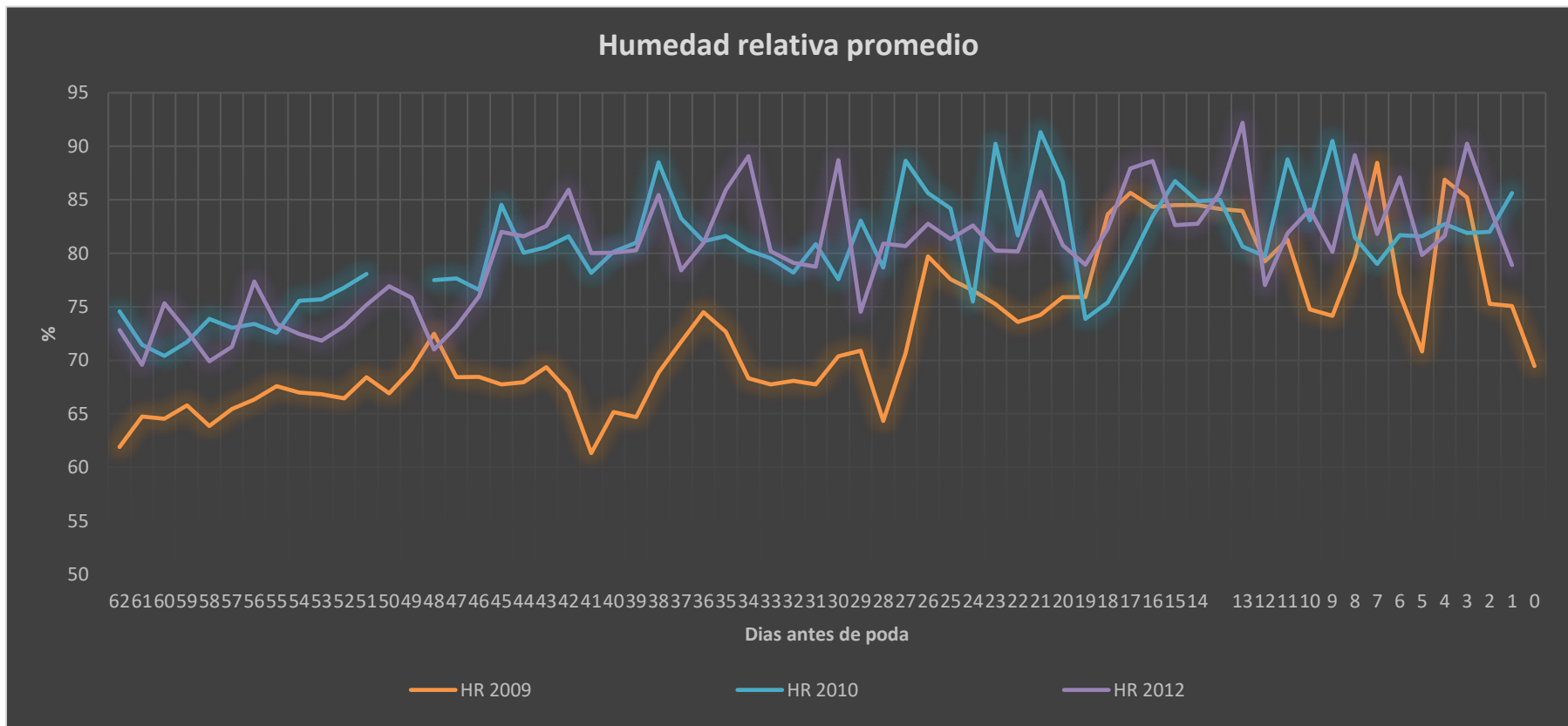
En los días posteriores a la aplicación de cianamida hidrogenada las temperaturas diurnas de los tres años se hicieron similares entre sí, mientras que las temperaturas nocturnas, representadas por la temperatura mínima, fueron menores en el año 2010 (Figura 33). Por otro lado, la humedad relativa promedio, en este mismo periodo de tiempo, en el año 2009 continuó siendo menor en comparación a lo presenciado los años 2010 y 2012 (Figura 35).



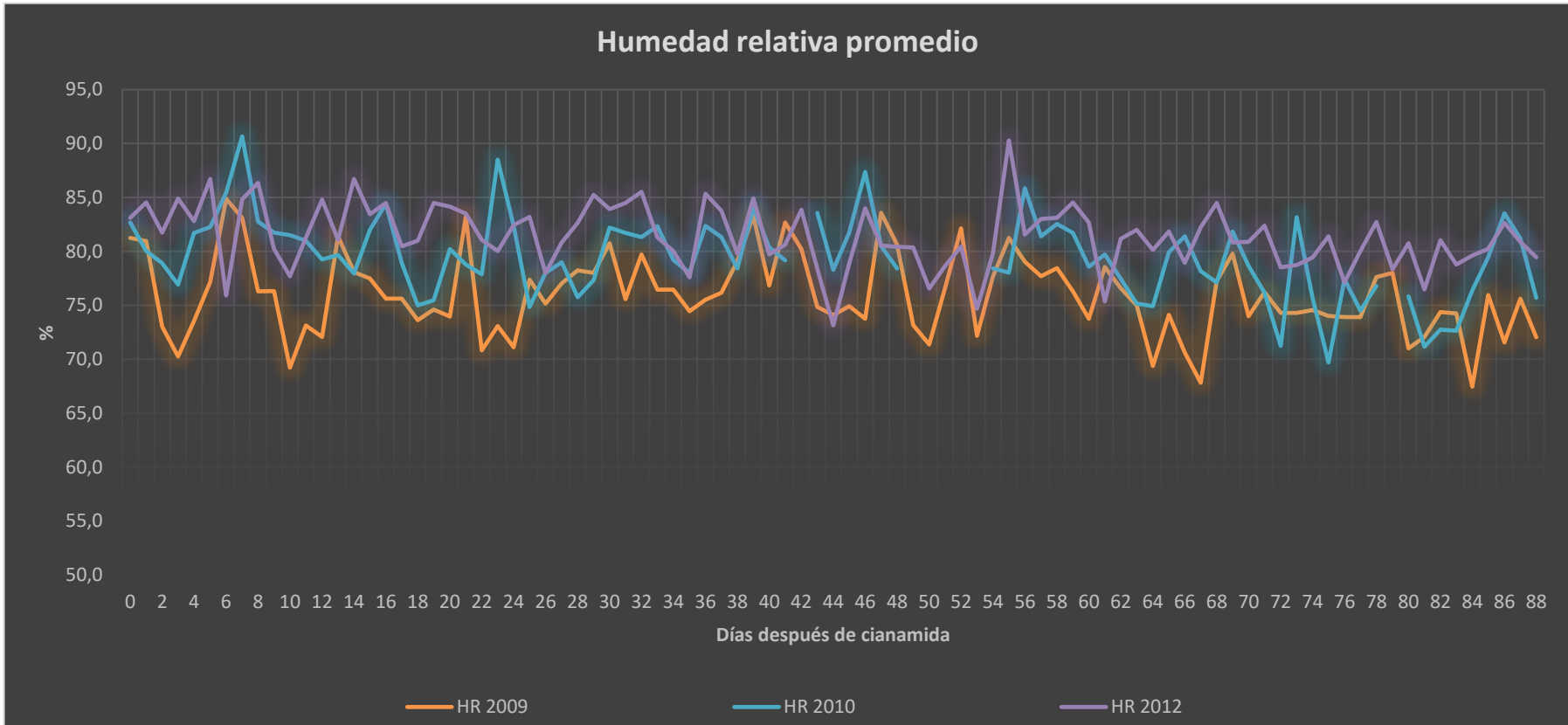
**Figura 32:** Temperaturas máxima, promedio y mínima, previos a la poda



**Figura 33:** Temperaturas máxima, promedio y mínima, después de la aplicación de cianamida hidrogenada



**Figura 34:** Humedad Relativa promedio, días previos a la poda



**Figura 35:** Humedad Relativa promedio, posterior a la aplicación de cianamida hidrogenada

#### 4.6.2. Fertilidad de yemas

No se observaron diferencias significativas en la brotación entre los años en que se realizó el ensayo y en los que no. Además, se puede ver que el porcentaje de yemas necróticas ha ido en descenso conforme han pasado los años, lo opuesto ha sucedido con el porcentaje de fertilidad, el cual ha ido en aumento. Por otro lado no se ve una relación directa entre la fertilidad de las yemas y el porcentaje de brotación (Tablas 34 y 35)

**Tabla 34:** Análisis de yema y porcentaje de brotación RU10 (Superior Seedless)

| Lote | Año   | Estatus     | Plástico | Análisis de yemas |                 |            |             |       |              | % Brotación |
|------|-------|-------------|----------|-------------------|-----------------|------------|-------------|-------|--------------|-------------|
|      |       |             |          | Racimos Pequeños  | Racimos grandes | Necróticas | Vegetativas | Total | % fertilidad |             |
| RU10 | 2009  | poda doble  |          | 18%               | 0%              | 4%         | 78%         | 100%  | 18%          | 52%         |
|      | 2010  | poda simple |          | 19%               | 9%              | 8%         | 64%         | 100%  | 29%          |             |
|      | 2011  | poda doble  | Plástico | 15%               | 0%              | 3%         | 82%         | 100%  | 15%          |             |
|      | 2012  | poda simple | Plástico | 12%               | 1%              | 14%        | 73%         | 100%  | 13%          |             |
|      | 2013  | poda simple | Plástico | 20%               | 1%              | 19%        | 61%         | 100%  | 21%          |             |
|      | 2014  | poda doble  | Plástico | 37%               | 1%              | 0%         | 62%         | 100%  | 38%          |             |
|      | 2015  | poda doble  | Plástico | 40%               | 1%              | 3%         | 56%         | 100%  | 41%          |             |
|      | Prom. |             |          | 23%               | 2%              | 7%         | 68%         | 100%  | 25%          | 59%         |

**Tabla 35:** Análisis de yema y porcentaje de brotación QU4 (Thompson Seedless)

| Lote | Año   | Estatus    | Plástico | Análisis de yemas |                 |            |             |       |              | % Brotación |
|------|-------|------------|----------|-------------------|-----------------|------------|-------------|-------|--------------|-------------|
|      |       |            |          | Racimos Pequeños  | Racimos grandes | Necróticas | Vegetativas | Total | % fertilidad |             |
| QU4  | 2009  | poda doble | E.E      | 12.2%             | 0.0%            | 11.7%      | 76.1%       | 100%  | 12%          | 58%         |
|      | 2010  | poda doble | E.E      | 11%               | 0%              | 23%        | 66%         | 100%  | 11%          | 46%         |
|      | 2011  | poda doble | E.E      | 16%               | 0%              | 21%        | 63%         | 100%  | 16%          | 65%         |
|      | 2012  | poda doble | E.E      | 16%               | 0%              | 34%        | 50%         | 100%  | 16%          | 53%         |
|      | 2013  | poda doble |          | 21%               | 0%              | 8%         | 71%         | 100%  | 21%          | 63%         |
|      | 2014  | poda doble | Plástico | 30%               | 0%              | 6%         | 64%         | 100%  | 30%          | 45%         |
|      | 2015  | poda doble | Plástico | 21%               | 0%              | 19%        | 60%         | 100%  | 21%          | 88%         |
|      | Prom. |            |          |                   | 18%             | 0%         | 17%         | 65%   | 75%          | 13%         |



### 4.6.3. Nutrición y producción

Las unidades por elemento aplicadas desde la poda hasta la cosecha fueron variando de acuerdo a los análisis foliares, suelo y solución suelo, además la fertilidad de yemas obtenida en la campaña posterior al análisis nutricional fue considerada para el ajuste del programa de fertilización.

En el caso de la var. Superior Seedless, se observó que el exceso de nitrógeno aplicado durante la campaña tuvo un efecto negativo sobre las yemas, aumentando el porcentaje de yemas necróticas, lo que es más visible cuando no se hizo repoda (Tabla 36). Estas diferencias no fueron observadas en la variedad Thompson Seedless, ya que al ser una variedad que necesita muchas aplicaciones de ácido giberélico, la fertilidad de las yemas siempre se ve comprometida, motivo por el cual todos los años se practica una poda de renovación de material, conocida como repoda o doble poda (Tabla 37).

**Tabla 36:** Fertilización por año de campaña y la producción – RU10 (Superior Seedless)

| Lote | Año   | UNIDADES DE FERTILIZANTE x Ha X CAMPAÑA |    |     |    |    |     | Producción (Kg/Ha) |            |
|------|-------|---|----|-----|----|----|-----|--------------------|------------|
|      |       | N                                       | P  | K   | Ca | Mg | Zn  | Campo              | Exportable |
| RU10 | 2009  | 134                                     | 70 | 276 | 50 | 50 | 3.5 | 13,050             | 12,447     |
|      | 2010  | 130                                     | 71 | 276 | 50 | 50 |     | 12,197             | 11,431     |
|      | 2011  | 129                                     | 60 | 257 | 50 | 50 | 9   | 11,000             | 8,252      |
|      | 2012  | 126                                     | 64 | 256 | 35 | 57 | 6   | 11,398             | 9,747      |
|      | 2013  | 77                                      | 49 | 187 | 29 | 41 | 8   | 9,651              | 8,727      |
|      | 2014  | 66                                      | 70 | 220 | 45 | 50 | 6   | 22,200             | 19,700     |
|      | 2015  | 80                                      | 70 | 200 | 47 | 35 | 6   | 10,799             | 9,817      |
|      | Prom. | 106                                     | 65 | 239 | 44 | 48 | 6   | 12,899             | 11,466     |

**Tabla 37:** Fertilización por año de campaña y la producción – QU4 (Thompson Seedless)

| Lote | Año   | UNIDADES DE FERTILIZANTE x Ha X CAMPAÑA |    |     |    |    |     | Producción (Kg/Ha) |            |
|------|-------|---|----|-----|----|----|-----|--------------------|------------|
|      |       | N                                       | P  | K   | Ca | Mg | Zn  | Campo              | Exportable |
| QU4  | 2009  | 126                                     | 70 | 276 | 50 | 50 | 2.5 | 10,128             | 9,697      |
|      | 2010  | 125                                     | 74 | 280 | 80 | 52 |     | 20,642             | 16,892     |
|      | 2011  | 143                                     | 62 | 231 | 79 | 51 | 2   | 28,800             | 27,050     |
|      | 2012  | 128                                     | 88 | 310 | 4  | 61 | 6   | 29,400             | 27,528     |
|      | 2013  | 117                                     | 62 | 255 | 30 | 59 | 8   | 31,900             | 30,013     |
|      | 2014  | 126                                     | 61 | 263 | 34 | 59 | 6   | 29,400             | 25,592     |
|      | 2015  | 125                                     | 70 | 251 | 35 | 60 | 6   |                    |            |
|      | Prom. | 127                                     | 70 | 267 | 45 | 56 | 5   |                    |            |

#### 4.6.4. Cianamida Hidrogenada

Las dosis de aplicación de cianamida hidrogenada, acidificante y surfactante por año fueron las mismas para cada lote (Tabla 38).

**Tabla 38:** Dosis y fechas de cianamida hidrogenada

| Año  | Lote | Fecha      | Concen tración | Mojamiento | Cianamida Lts / Ha. | BB5 / Ha | Break Thru / Ha |
|------|------|------------|----------------|------------|---------------------|----------|-----------------|
| 2009 | RU10 | 27/06/2009 | 6%             | 2000       | 120                 | 2        | 1               |
|      | QU4  | 20/06/2009 | 5%             | 2000       | 100                 | 2        | 0.5             |
| 2010 | RU10 | 11/06/2010 | 6%             | 2000       | 120                 | 2        | 0.5             |
|      | QU4  | 22/06/2010 | 5%             | 2000       | 100                 | 2        | 0.5             |
| 2011 | RU10 | 21/06/2011 | 6%             | 2000       | 100                 | 2        | 0.5             |
|      | QU4  | 24/06/2011 | 5%             | 2000       | 120                 | 2        | 0.5             |
| 2012 | RU10 | 12/06/2012 | 6%             | 2000       | 120                 | 2        | 0.5             |
|      | QU4  | 03/07/2012 | 5%             | 2000       | 100                 | 2        | 0.5             |

## V. DISCUSIONES

En el año 2009 se observaron diferencias significativas en las variables respuesta porcentaje de brotación, número de racimos y peso de racimos entre los tratamientos con el testigo, no siendo así en los años siguientes. Se le atribuye estas diferencias a las temperaturas ambientales de cada año: En el año 2009 habiendo temperaturas más altas, la aplicación de agua en los sarmientos, por medio del enfriamiento evaporativo, permitió que estos maduren más rápido en comparación de los que no la recibieron. Adicionalmente, dicho año no hubo aplicación de Ethephon, con lo cual podemos afirmar que la maduración de los sarmientos se debió exclusivamente al efecto del agua y calor.

Por otro lado, la diferenciación floral se lleva a cabo durante la fase de madurez de los racimos en la campaña anterior (Pinto et al., s.f.), con esto se entiende que no haya habido diferencias respecto a la fertilidad de las yemas, demostrado por medio del análisis de yemas, en respuesta a la aplicación de enfriamiento evaporativo.

Debe tomarse en cuenta que en el Valle de Ica se realizan varias prácticas agronómicas para mejorar año a año la producción de cada variedad, entre lo cual se puede nombrar:

Previo a la poda se deja un tiempo sin regar ni fertilizar, con la finalidad de crear un estrés que permita la translocación de los nutrientes desde las hojas hacia la raíz. En relación a esto, Muller–Thurgau (como se citó en Saure, 2011) afirmó que un periodo lento de crecimiento de los sarmientos causado por estrés hídrico promueve un pronto inicio de dormancia de las yemas y acorta su duración, por ejemplo, reduciendo su requerimiento de frío.

Además de aplicar concentraciones adecuadas de cianamida hidrogenada (la cual debe afinarse año a año, si fuera necesario), debe cuidarse la homogeneidad en la aplicación, por medio del control de calidad en la velocidad de marcha del tractor, por medio de uso de papeles hidrosensibles y no haciendo las aplicaciones cuando la velocidad del viento sea mayor a 5 km/hr.

El número de racimos responde, en conjunto, a la fertilidad de las yemas y el porcentaje de brotación, por lo cual se ve imprescindible cuidar las yemas y buscar medios como (1) Detener la vigorización al dejar de aplicar nitrógeno innecesario para la planta y (2) Hacer una poda adicional después de la cosecha para obtener nuevos sarmientos que serán los cargadores para la campaña siguiente.

En cuanto al peso y tamaño de baya, en ningún año los tratamientos mostraron tener efecto alguno sobre esos parámetros. Al respecto, Dokoozlian (2000) afirma que «es relativamente poco lo que se conoce sobre los factores fisiológicos y anatómicos responsables de las diferencias en el tamaño y crecimiento potencial de las bayas entre las variedades de vid», también indica que el número de células por baya y el tamaño de estas células están cercanamente relacionadas al peso fresco final de la baya. El tamaño y desarrollo de estas células dependerán de la temperatura a la cual estas se desarrollen, disponibilidad de luz, agua y nutrientes. Es decir, no habría motivos para suponer que algún tratamiento previo a la antesis pueda influir al desarrollo de las células y tejido de las bayas. Estos resultados, también llevan a indicar que no siempre una buena brotación se traduce en mayor productividad.

Con respecto a las características organolépticas de la baya (Sólidos solubles/Acidez Titulable), de acuerdo al mercado destino, los racimos son cosechados cuando la relación SS/AT es de 16, para algunos mercados de Estados Unidos, a 20, para todos los mercados de Europa (Documentos internos ADR, 2014). La evolución de los Sólidos solubles (o contenido de azúcares en las bayas) encuentra su mayor factor en la fertilización potásica, pues es el potasio el encargado de intensificar el transporte y almacenamiento de asimilados desde la hoja al “sink fisiológico” que es el fruto (Palma, 2006). En cuanto a la acidez, esta va disminuyendo conforme la baya va madurando, debido a la destrucción del ácido málico ocasionado por la respiración celular, (Catania y Avagnina, como se citó en Walteros et al., 2012), así cuanto más cálido es el clima más disminuye el ácido málico no pudiendo llegar a ser nulo. Por lo expuesto, se deduce que los factores que influyen sobre las características organolépticas de la uva, son los que se encuentran en el momento de la maduración del fruto.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se concluye que bajo las condiciones del Valle de Ica, los tratamientos no influyeron sobre los parámetros de brotación, calidad y cantidad de cosecha, así la aplicación de enfriamiento evaporativo, con la finalidad de mejorar la brotación y con esto la producción, no es necesaria en dicha localidad.

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Allan, P.; Cullis, N. A.; Savage, M. J. y Lightbody, K. E. (1994). *Effects of evaporative cooling on macadamia and kiwifruit*. Journal of the South African Society of Horticultural Science, 4(1), 16-20.
- Allan, P.; Linsley-Noakes, G. C.; Holcroft, D. M.; Brunette, S. A.; Burnett, M. J. y Cathcart-Kay, A. (1995). *Kiwifruit research in a subtropical area*. En III International Symposium on Kiwifruit 444 (pp. 37-42).
- Andreini, L., Viti, R. y Scalabrelli, G. (2009). *Study on the morphological evolution of bud break in Vitis vinifera L.* Vitis 48(4): 153-158.
- Arora, R., Rowland, L.J. y Tanino, K. (2003). *Induction and release of bud dormancy in woody perennials: a science comes of age*. HortScience, 38(5), pp.911-921.
- Banco Central de Reserva del Perú (2016). *Caracterización del Departamento Ica*. Recuperado de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/Ica-Caracterizacion.pdf>
- Boss, P.K., Buckeridge, E.J., Poole, A. y Thomas, M.R. (2003). *New insights into grapevine flowering*. Functional Plant Biology, 30(6): 593-606.
- Camargo, U. A., (1998). *Cultivares para a viticultura tropical no Brasil*. Informe Agropecuário, 19(194): 15-19. Recuperado de <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/540016/1/63221998p.1519.pdf>
- Chandler, WH., (1937). *Chilling requirements for opening of buds on deciduous orchard trees and some other plants in California*. University of California Agricultural Experiment Station Bulletin, 611.

- Coombe, B.G. (1995). *Growth Stages of the Grapevine: Adoption of a system for identifying grapevine growth stages*. Australian Journal of Grape and Wine Research, 1(2), 104–110.
- Dokoozlian, N.K., Williams, L.E. y Neja, R.A. (1995). *Chilling exposure and hydrogen cyanamide interact in breaking dormancy of grape buds*. HortScience, 30(6): 1244-1247.
- Dokoozlian, N.K. (1999). *Chilling temperature and duration interact on the budbreak of 'Perlette' grapevine cuttings*. HortScience. 34(6): 1054-1056.
- Dokoozlian, NK. (2000). *Grape Berry Growth and Development*. En Christensen, L. P. (Eds) *Raisin Production Manual*. University of California, Agricultural and Natural Resources Publication p 30-37. Recuperado de <http://anyflip.com/wzvc/slcf/basic>
- Erez, A. y Lavee, S. (1971). *The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. I – Temperature*. Proceedings of the American Society for Horticultural science, 96(6):711-714.
- Fidelibus, M., Gispert, C., Hashim-Buckey, J., Peacock, W. e Vasquez, S. (s.f.) *Viticultural Information – Sugraone*. The California Garden Web. University of California (UC). Recuperado de [http://cagardenweb.ucanr.edu/Growing\\_Grapes\\_in\\_the\\_California\\_Garden/?uid=232&ds=351](http://cagardenweb.ucanr.edu/Growing_Grapes_in_the_California_Garden/?uid=232&ds=351)
- Gal, Y.; Naor, A. y Bravdo, B. (1995). *Effect of shoot density, crop level and crop load on fruit and wine quality of 'Sauvignon Blanc' grapes*. Strategies to Optimize Wine Grape Quality 427, 151-160.
- Gilbert, D., Meyer, J., Kissler, J., La Vine, P., & Carlson, C. (1970). *Evaporation cooling of vineyards*. California Agriculture, 24(5), 12-14.
- Gobierno de La Rioja (s.f.). Estados fenológicos de la vid. <https://www.larioja.org/agricultura/es/agricultura/fenologicos/fenologicos-vid>



- Hawerth, FJ; Herter, FG; Petri, JL; Leite, GB; Pereira, JFM. (2010). *Dormência em frutíferas de clima temperado*. (en línea). Embrapa Clima Temperado. 56 p. Documento n. 310. ISSN 1806-9193. Consultado 20 jul. 2014. Recuperado de <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/44317/1/documento-310.pdf>
- Hidalgo Togores, L e Hidalgo Fernández-Cano, L. (2011). *Tratado de viticultura I*. 4ª edición. Ediciones Mundi-Prensa.
- Lang, GA. (1987). *Dormancy: a new universal terminology*. HortScience 22(5): 817-820.
- Lavee, S. y May, P. (1997). *Dormancy of grapevine buds - facts and speculation*. Australian Journal of Grape and Wine Research 3(1): 31-46
- Lavee, S. (2000). *Grapevine (Vitis Vinifera) Growth and Performance in Warm Climates*. Temperate Fruit Crops in Warm Climates, 343–366.
- Leão, P. C. de S. (1999). *Avaliação do comportamento fenológico e produtivo de seis cultivares de uva sem sementes no Vale do Rio São Francisco*. (Tesis de maestría). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal-São Paulo, Brasil.
- Leão, P. C. de S. (2005). *Características da uva 'Thompson Seedless' no Vale do São Francisco* (en línea). Petrolina - Pernambuco, Brasil. Embrapa Semiárido. 6 p. (INFOTECA-E). Comunicado Técnico n. 124. ISSN 1808-9984. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/156923/caracteristicas-da-uva-thompson-seedless-no-vale-do-sao-francisco>
- Leão, P.C. de S. y Possídio, E.L. de (2000). *Histórico da videira*. En: P.C. de Souza Leão y J.M. Soares (Eds). *A viticultura no Semi-Árido brasileiro*. (cap 1, p. 13-17). Embrapa Semiárido. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/134235>
- Leão, PC de S. (2001). *Variedades de uva de mesa e principais porta-enxertos para o Vale de São Francisco*. Circular Técnica n. 61. Embrapa Semiárido. 12 p. Recuperado de <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/152043/variedades-de-uva-de-mesa-e-principais-porta-enxertos-para-o-vale-do-sao-francisco>.

- Lebon, G; Duchêne, E; Brun, O; Magné, C y Clément, C. (2004). *Flower abscission and inflorescence carbohydrates in sensitive and non-sensitive cultivars of grapevine*. Sexual Plant Reproduction 17: 71–79.
- Lebon, G., Duchene, E., Brun, O. y Clément, C. (2005). *Phenology of flowering and starch accumulation in grape (Vitis vinifera L.) cuttings and vines*. Annals of Botany, 95(6), 943-948.
- Linsley-Noakes, G. C.; Allan, P. y Mathee, G. (1994). *Modification of rest completion prediction models for improved accuracy in South African stone fruit orchards*. Journal of the Southern African Society for Horticultural Sciences, 4(1), 13-15.
- Lipe, W. N.; Baumhardt, R. L.; Wendt, C. W. y Rayburn, D. (1990). *Effects of evaporative Cooling on grape bud heat summation and ontogeny*. HortScience, 25(8), 853f-853.
- Lorenz, DH; Eichhorn, KW; Bleiholder, H; Klose, R; Meier, U y Weber, E. (1995). *Growth Stages of the Grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (Vitis vinifera L. ssp. vinifera) - Codes and descriptions according to the extended BBCH scale*. Australian Journal of Grape and Wine Research, 1(2), 100–103.
- Lund, K. (2015). *Western United States grapevine breeding*. En A.G. Reynolds (Ed.). *Grapevine Breeding Programs for the Wine Industry* (p. 359-378). Reino Unido: Elsevier. (Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: N° 268).
- May, P. (2000). *From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in Vitis vinifera L.* Australian Journal of Grape and Wine Research, 6(2), 82–98.
- Montoro, J. (2010). *Enciclopedia del vino: Pisos y vinos del Perú*. Tomo 2. Editorial El Comercio S.A.
- Mullins, M.G.; Bouquet, A. y Williams, L.E. (1992). *Biology of the grapevine*. Cambridge University Press.

- Myburgh, P. A. y Walt, L. D Van der. (2005). *Cane water content and yield responses of Vitis vinifera L. cv. Sultanina to overhead irrigation during the dormant period*. South African Journal of Enology and Viticulture, 26(1), 1-5.
- Nir, G.; Klein, I.; Lavee, S.; Spieler, G. y Barak, U. (1988). *Improving grapevine bud break and yields by evaporative cooling*. Journal of the American Society for Horticultural Science. 113, 512-517.
- Oliveira, M. (1998). *Calculation of budbreak and flowering base temperatures for Vitis vinifera cv. Touriga Francesa in the Douro Region of Portugal*. American Journal of Enology and Viticulture, 49(1): 74-78.
- Or, E.; Nir, G. y Vilozny, I. (1999). *Timing of hydrogen cyanamide application to grapevine buds*. Vitis 38 (1): 1-6. Recuperado de <<http://www.vitis-vea.de/admin/volltext/e034908.pdf>>
- Osorio-Acosta, G. y Díaz, D. H. (1992). *Evaporative cooling and cyanamide on budbreak and maturation of grapevine, cv. Perlete*. HortScience, 27(6), 600e-600.
- Osorio-Acosta, G. y Siller-Cepeda, J. (1994). *Evaporative cooling and pruning date affect rest depth and break of primary buds in 'Flame Seedless' grapevines*. HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science 29(5):546c-546
- Palma, J.F. (2006). *Guía Nutricional en Uva de Mesa. Desarrollo de Mercados para Productos Foliarens en nutrición Vegetal de Especialidad*. SQM S.A. Chile. 135 p. Recuperado de <http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop Kit Grape L-ES.pdf>
- Pastena, B. (1990). *Trattato di viticoltura italiana* (3 ed). Bologna, Italia, Edizioni Agricole.
- Pinto, M.; Lira, W.; Ugalde, H. y Pérez, F. (s.f.). *Fisiología de la latencia de las yemas de vid: hipótesis actuales*. Universidad de Chile. Recuperado de <http://www.gie.uchile.cl/pdf/Alvaro%20Pe%F1a/Fisiolog%EDa%20del%20receso%20de%20las%20yemas%20de%20vid.pdf>
- Rohde, A. y Bhalerao, R.P. (2007). *Plant dormancy in the perennial context*. Trends in plant science, 12(5), pp.217-223.

- Saure, M.C. (1985). *Dormancy release in deciduous fruit trees*. Horticultural reviews, vol. 7: 239-300.
- Saure, M. C. (2011). *Dormancy Release in Deciduous Fruit Trees*. Horticultural Reviews, 239–300.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2002). *Mapa Climático del Perú*. Ministerio del Ambiente. <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>
- Sommer, K. J.; Islam, M. T. y Clingeleffer, P. R. (2000). *Light and temperature effects on shoot fruitfulness in Vitis vinifera L. cv. Sultana: Influence of trellis type and grafting*. Australian Journal of Grape and Wine Research, 6(2), 99–108.
- Sun World International (s.f.). *Sun World's Table Grapes*. Proprietary Grape Varietal Brands. Bakersfield, California, Estados Unidos. Recuperado el 25 de mayo de 2016 de <https://www.sun-world.com/proprietary-grape-varieties/>
- Tian, L., & Wang, Y. (2008). *Seedless grape breeding for disease resistance by using embryo rescue*. Vitis, 47(1), 15-19.
- Vasconcelos, M. C.; Greven, M.; Winefield, C. S.; Trought, M. C. y Raw, V. (2009). *The flowering process of Vitis vinifera: a review*. American Journal of Enology and Viticulture, 60(4), 411-434.
- Viemont, J.D. y Crabbe, J. (Eds). (2000). *Dormancy in Plants: From Whole Plant Behaviour to Cellular Control*. Editorial CAB International. ISBN 0851997074, 9780851997070.
- Walteros, I.; Molano, D.; Almanza Merchán, P.; Camacho, M. y Gonzalez Almanza, S. (2012). *Efecto de la poda sobre cambios químicos durante la maduración de frutos de vitis vinifera l. var. Cabernet Sauvignon*. Cultura Científica, (10), 8-15. Recuperado de [https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/Cult\\_cient/article/view/193](https://www.jdc.edu.co/revistas/index.php/Cult_cient/article/view/193)
- Wareing, P.F. (1956). *Photoperiodism in woody plants*. Annual Review of Plant Physiology, 7(1), pp.191-214.

Wareing, P. (1965). *Dormancy in plants*. Science Progress. 53(212), 529-537. Recuperado de [www.jstor.org/stable/43419435](http://www.jstor.org/stable/43419435)

Weaver, R. J. (1976). *Grape growing*. Editorial John Wiley & Sons.

Williams, L.E. (2000). *Bud Development and Fruitfulness of Grapevine*. En: L.P. Christensen. *Raisin production manual*. UC Agriculture and Natural Resources Publications. (p. 24-29). <https://ucanr.edu/?profileFileId=80>

## VIII. ANEXOS

### 8.1. Anexo I

La hoja Excel que se desarrolló para el programador fue el siguiente:

| Sectores                      | 1     | 2        | 3        | 4        |          |    |   |
|-------------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----|---|
| Válvulas                      | 1     | 3 y 4    | 5 y 6    | 7 y 8    |          |    |   |
| Primer programa 15seg de agua | 07:00 | 07:00:00 | 07:00:15 | 07:00:30 | 07:00:45 | 1  | Tiempo de marcha<br><br>1            00:00:15<br>2            00:01:30<br>3            00:00:20       |
|                               | 07:10 | 07:10:00 | 07:10:15 | 07:10:30 | 07:10:45 | 2  | Programa 1 (T. de marcha 1)<br>Hra. inicio    07:00<br>Ciclos        18<br>Retardo      10        min |
|                               | 07:20 | 07:20:00 | 07:20:15 | 07:20:30 | 07:20:45 | 3  |   |
|                               | 07:30 | 07:30:00 | 07:30:15 | 07:30:30 | 07:30:45 | 4  |   |
|                               | 07:40 | 07:40:00 | 07:40:15 | 07:40:30 | 07:40:45 | 5  | Programa 2 (T. de marcha 2)<br>Hra. inicio    10:00<br>Ciclos        40<br>Retardo      6        min  |
|                               | 07:50 | 07:50:00 | 07:50:15 | 07:50:30 | 07:50:45 | 6  |   |
|                               | 08:00 | 08:00:00 | 08:00:15 | 08:00:30 | 08:00:45 | 7  |   |
|                               | 08:10 | 08:10:00 | 08:10:15 | 08:10:30 | 08:10:45 | 8  |   |
|                               | 08:20 | 08:20:00 | 08:20:15 | 08:20:30 | 08:20:45 | 9  |   |
|                               | 08:30 | 08:30:00 | 08:30:15 | 08:30:30 | 08:30:45 | 10 |   |
|                               | 08:40 | 08:40:00 | 08:40:15 | 08:40:30 | 08:40:45 | 11 | Programa 3 (T. de marcha 3)<br>Hra. inicio    15:00<br>Ciclos        12<br>Retardo      10        min |
|                               | 08:50 | 08:50:00 | 08:50:15 | 08:50:30 | 08:50:45 | 12 |   |
|                               | 09:00 | 09:00:00 | 09:00:15 | 09:00:30 | 09:00:45 | 13 |   |
|                               | 09:10 | 09:10:00 | 09:10:15 | 09:10:30 | 09:10:45 | 14 |   |
|                               | 09:20 | 09:20:00 | 09:20:15 | 09:20:30 | 09:20:45 | 15 |   |
|                               | 09:30 | 09:30:00 | 09:30:15 | 09:30:30 | 09:30:45 | 16 |   |
|                               | 09:40 | 09:40:00 | 09:40:15 | 09:40:30 | 09:40:45 | 17 |   |
|                               | 09:50 | 09:50:00 | 09:50:15 | 09:50:30 | 09:50:45 | 18 |   |

|                            |       |          |          |          |          |    |
|----------------------------|-------|----------|----------|----------|----------|----|
| Segundo programa con 1.e30 | 10:00 | 10:00:00 | 10:01:30 | 10:03:00 | 10:04:30 | 1  |
|                            | 10:06 | 10:06:00 | 10:07:30 | 10:09:00 | 10:10:30 | 2  |
|                            | 10:20 | 10:20:00 | 10:21:30 | 10:23:00 | 10:24:30 | 3  |
|                            | 10:30 | 10:30:00 | 10:31:30 | 10:33:00 | 10:34:30 | 4  |
|                            | 10:40 | 10:40:00 | 10:41:30 | 10:43:00 | 10:44:30 | 5  |
|                            | 10:50 | 10:50:00 | 10:51:30 | 10:53:00 | 10:54:30 | 6  |
|                            | 11:00 | 11:00:00 | 11:01:30 | 11:03:00 | 11:04:30 | 7  |
|                            | 11:10 | 11:10:00 | 11:11:30 | 11:13:00 | 11:14:30 | 8  |
|                            | 11:20 | 11:20:00 | 11:21:30 | 11:23:00 | 11:24:30 | 9  |
|                            | 11:30 | 11:30:00 | 11:31:30 | 11:33:00 | 11:34:30 | 10 |
|                            | 11:40 | 11:40:00 | 11:41:30 | 11:43:00 | 11:44:30 | 11 |
|                            | 11:50 | 11:50:00 | 11:51:30 | 11:53:00 | 11:54:30 | 12 |
|                            | 12:00 | 12:00:00 | 12:01:30 | 12:03:00 | 12:04:30 | 13 |
|                            | 12:10 | 12:10:00 | 12:11:30 | 12:13:00 | 12:14:30 | 14 |
|                            | 12:20 | 12:20:00 | 12:21:30 | 12:23:00 | 12:24:30 | 15 |
|                            | 12:30 | 12:30:00 | 12:31:30 | 12:33:00 | 12:34:30 | 16 |
|                            | 12:40 | 12:40:00 | 12:41:30 | 12:43:00 | 12:44:30 | 17 |
|                            | 12:50 | 12:50:00 | 12:51:30 | 12:53:00 | 12:54:30 | 18 |
|                            | 13:00 | 13:00:00 | 13:01:30 | 13:03:00 | 13:04:30 | 19 |
|                            | 13:10 | 13:10:00 | 13:11:30 | 13:13:00 | 13:14:30 | 20 |
|                            | 13:20 | 13:20:00 | 13:21:30 | 13:23:00 | 13:24:30 | 21 |
|                            | 13:30 | 13:30:00 | 13:31:30 | 13:33:00 | 13:34:30 | 22 |
|                            | 13:40 | 13:40:00 | 13:41:30 | 13:43:00 | 13:44:30 | 23 |
|                            | 13:50 | 13:50:00 | 13:51:30 | 13:53:00 | 13:54:30 | 24 |
|                            | 14:00 | 14:00:00 | 14:01:30 | 14:03:00 | 14:04:30 | 25 |
|                            | 14:10 | 14:10:00 | 14:11:30 | 14:13:00 | 14:14:30 | 26 |
|                            | 14:20 | 14:20:00 | 14:21:30 | 14:23:00 | 14:24:30 | 27 |
|                            | 14:30 | 14:30:00 | 14:31:30 | 14:33:00 | 14:34:30 | 28 |
|                            | 14:40 | 14:40:00 | 14:41:30 | 14:43:00 | 14:44:30 | 29 |
|                            | 14:50 | 14:50:00 | 14:51:30 | 14:53:00 | 14:54:30 | 30 |
| Tercer programa 20         | 15:00 | 15:00:00 | 15:00:20 | 15:00:40 | 15:01:00 | 1  |
|                            | 15:10 | 15:10:00 | 15:10:20 | 15:10:40 | 15:11:00 | 2  |
|                            | 15:20 | 15:20:00 | 15:20:20 | 15:20:40 | 15:21:00 | 3  |
|                            | 15:30 | 15:30:00 | 15:30:20 | 15:30:40 | 15:31:00 | 4  |
|                            | 15:40 | 15:40:00 | 15:40:20 | 15:40:40 | 15:41:00 | 5  |
|                            | 15:50 | 15:50:00 | 15:50:20 | 15:50:40 | 15:51:00 | 6  |
|                            | 16:00 | 16:00:00 | 16:00:20 | 16:00:40 | 16:01:00 | 7  |

|       |          |          |          |          |    |
|-------|----------|----------|----------|----------|----|
| 16:10 | 16:10:00 | 16:10:20 | 16:10:40 | 16:11:00 | 8  |
| 16:20 | 16:20:00 | 16:20:20 | 16:20:40 | 16:21:00 | 9  |
| 16:30 | 16:30:00 | 16:30:20 | 16:30:40 | 16:31:00 | 10 |
| 16:40 | 16:40:00 | 16:40:20 | 16:40:40 | 16:41:00 | 11 |
| 16:50 | 16:50:00 | 16:50:20 | 16:50:40 | 16:51:00 | 12 |

## 8.2. Anexo II

Una vez realizada la programación de riego, la pantalla del programador mostraba la secuencia, según se muestra en este anexo.

|                    |           |        |       |       |   |   |   |
|--------------------|-----------|--------|-------|-------|---|---|---|
| Programa: 1        | Prioridad | Const. |       |       |   |   |   |
| Hora inicio        | 07:00     |        |       |       |   |   |   |
| Ciclos             | 18        |        |       |       |   |   |   |
| Retardo (m)        | 10        |        |       |       |   |   |   |
| Válvula #          | 01        | 03+04  | 05+06 | 07+08 |   |   |   |
| Tiempo de marcha # | 1         | 1      | 1     | 1     | 1 | 1 | 1 |
| Prog. Fert.        |           |        |       |       |   |   |   |
| Día: 01/07         | 1         | 2      | 3     | 4     | 5 | 6 | 7 |
| Fert/Agua          | A         | A      | A     | A     | A | A | A |

|                    |           |        |       |       |   |   |   |
|--------------------|-----------|--------|-------|-------|---|---|---|
| Programa: 2        | Prioridad | Const. |       |       |   |   |   |
| Hora inicio        | 10:00     |        |       |       |   |   |   |
| Ciclos             | 30        |        |       |       |   |   |   |
| Retardo (m)        | 6         |        |       |       |   |   |   |
| Válvula #          | 01        | 03+04  | 05+06 | 07+08 |   |   |   |
| Tiempo de marcha # | 2         | 2      | 2     | 2     | 2 | 2 | 2 |
| Prog. Fert.        |           |        |       |       |   |   |   |
| Día: 01/07         | 1         | 2      | 3     | 4     | 5 | 6 | 7 |
| Fert/Agua          | A         | A      | A     | A     | A | A | A |

|                    |           |        |       |       |   |   |   |
|--------------------|-----------|--------|-------|-------|---|---|---|
| Programa: 3        | Prioridad | Const. |       |       |   |   |   |
| Hora inicio        | 15:00     |        |       |       |   |   |   |
| Ciclos             | 12        |        |       |       |   |   |   |
| Retardo (m)        | 10        |        |       |       |   |   |   |
| Válvula #          | 01        | 03+04  | 05+06 | 07+08 |   |   |   |
| Tiempo de marcha # | 3         | 3      | 3     | 3     | 3 | 3 | 3 |
| Prog. Fert.        |           |        |       |       |   |   |   |



|            |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Día: 01/07 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Fert/Agua  | A | A | A | A | A | A | A |

### 8.3. Anexo III

La programación para el encendido y apagado de las válvulas de riego fue el siguiente:

| Fecha de inicio | Válvulas-tratamiento | Hora inicio | Ciclos       | Tiempo de marcha (seg) | Intervalo (min) |
|-----------------|----------------------|-------------|--------------|------------------------|-----------------|
| 26/04/2010      | T3                   | 07:30       | 3            | 15                     | 10              |
|                 |                      | 08:00       | 20           | 18                     | 6               |
|                 |                      | 10:00       | 10           | 35                     | 6               |
|                 |                      | 12:00       | 40           | 38                     | 6               |
|                 |                      | 14:00       | 20           | 30                     | 6               |
|                 |                      | 15:30       | 10           | 25                     | 6               |
| 27/04/2010      | T3                   | 06:30       | 3            | 10                     | 10              |
|                 |                      | 07:00       | 20           | 18                     | 6               |
|                 |                      | 09:00       | 10           | 25                     | 6               |
|                 |                      | 10:00       | 40           | 38                     | 6               |
|                 |                      | 14:00       | 20           | 25                     | 6               |
|                 |                      | 16:00       | 10           | 20                     | 6               |
| 03/05/2010      | T3 + T2              | 06:30       | 3            | 5                      | 10              |
|                 |                      | 07:00       | 20           | 8                      | 6               |
|                 |                      | 09:00       | 10           | 20                     | 6               |
|                 |                      | 10:00       | 40           | 20                     | 6               |
|                 |                      | 14:00       | 20           | 12                     | 6               |
|                 |                      | 16:00       | 10           | 10                     | 6               |
| 05/05/2010      | T3 + T2              | 07:00       | 20           | 8                      | 6               |
|                 |                      | 09:00       | 10           | 20                     | 6               |
|                 |                      | 10:00       | 40           | 20                     | 6               |
|                 |                      | 14:00       | 20           | 12                     | 6               |
|                 |                      | 16:00       | 10           | 10                     | 6               |
|                 |                      | 12/05/2010  | T1 + T2 + T3 | 07:00                  | 20              |
| 09:00           | 10                   |             |              | 20                     | 6               |
| 10:00           | 40                   |             |              | 20                     | 6               |
| 14:00           | 20                   |             |              | 12                     | 6               |
| 16:00           | 10                   |             |              | 10                     | 6               |
| 14/05/2010      | T1 + T2 + T3         |             |              | 07:00                  | 17              |
|                 |                      | 09:00       | 16           | 20                     | 6               |
|                 |                      | 10:00       | 15           | 20                     | 6               |
|                 |                      | 14:00       | 14           | 12                     | 6               |
|                 |                      | 16:00       | 13           | 10                     | 6               |

|            |             |       |    |    |    |
|------------|-------------|-------|----|----|----|
| 15/05/2010 | T1 + T2 +T3 | 07:00 | 12 | 8  | 10 |
|            |             | 09:00 | 10 | 10 | 6  |
|            |             | 10:00 | 40 | 23 | 6  |
|            |             | 14:00 | 10 | 18 | 6  |
|            |             | 15:00 | 20 | 10 | 6  |

Ciclos: El número de veces que se encenderán los aspersores de las válvulas indicadas en el tiempo de marcha (expresada en segundos) indicado.

Intervalo: Es el tiempo (en minutos) que transcurre entre el inicio del ciclo hasta el inicio del siguiente ciclo.

#### 8.4. Anexo IV

Temperaturas 2012

|         | T dentro |      |      |      |       |      |      |      | T fuera |      |      |      |       |      |      |      |
|---------|----------|------|------|------|-------|------|------|------|---------|------|------|------|-------|------|------|------|
|         | T min    |      |      |      | T max |      |      |      | T min   |      |      |      | T max |      |      |      |
|         | T0       | T1   | T2   | T3   | T0    | T1   | T2   | T3   | T0      | T1   | T2   | T3   | T0    | T1   | T2   | T3   |
| 25/4/12 | 23.5     | 20.6 |      |      | 35.1  | 30.7 |      |      | 22.7    | 26.7 |      |      | 34.9  | 31.3 |      |      |
| 26/4/12 | 15.2     | 15.2 |      |      | 33.2  | 30.7 |      |      | 15.5    | 15.5 |      |      | 35.8  | 31.1 |      |      |
| 27/4/12 | 15.5     | 15.5 |      |      | 34.2  | 32.6 |      |      | 16      | 16.2 |      |      | 34.9  | 37.1 |      |      |
| 28/4/12 | 13.9     | 15.4 |      |      | 31.2  | 29.6 |      |      | 14      | 15.3 |      |      | 34.4  | 31.1 |      |      |
| 29/4/12 | 14.7     | 14.3 |      |      | 32.3  | 31   |      |      | 16.3    | 15.9 |      |      | 34.3  | 27.2 |      |      |
| 30/4/12 | 16.2     | 12.7 |      |      | 31.6  | 31   |      |      | 16.5    | 13.5 |      |      | 31.2  | 28.7 |      |      |
| 1/5/12  | 12.4     | 12.5 |      |      | 31.6  | 30.5 |      |      | 12.3    | 13.3 |      |      | 31.1  | 30.3 |      |      |
| 2/5/12  | 13.5     | 14.6 |      |      | 32.5  | 31.3 |      |      | 13.4    | 15.8 |      |      | 32    | 29.5 |      |      |
| 3/5/12  | 13.5     | 13.1 |      |      | 34.2  | 32.6 |      |      | 13.4    | 14.3 |      |      | 34.1  | 31.7 |      |      |
| 4/5/12  | 13.8     | 13.6 |      |      | 34.2  | 32.9 |      |      | 13.6    | 14.6 |      |      | 35.2  | 31.9 |      |      |
| 5/5/12  | 13.4     | 13.2 |      |      | 29.2  | 28.3 |      |      | 13.1    | 14.2 |      |      | 30.4  | 27.1 |      |      |
| 6/5/12  | 22.8     | 22.7 |      |      | 30.7  | 29.3 |      |      | 22.4    | 23   |      |      | 30.7  | 27.3 |      |      |
| 7/5/12  | 14.5     | 14.3 |      |      | 30.7  | 29.8 |      |      | 14.8    | 16   |      |      | 30.8  | 32.1 |      |      |
| 8/5/12  | 13.3     | 13.1 |      |      | 30.9  | 30.3 |      |      | 13.5    | 14.1 |      |      | 32.7  | 31.8 |      |      |
| 9/5/12  | 14.5     | 14.2 |      |      | 30.9  | 30.2 |      |      | 14.6    | 15.7 |      |      | 32.1  | 30.7 |      |      |
| 10/5/12 | 12.4     | 12.5 |      |      | 30.1  | 28.8 |      |      | 12.1    | 13.1 |      |      | 30.1  | 27.2 |      |      |
| 11/5/12 | 12.2     | 11.9 |      |      | 29.2  | 27.7 |      |      | 11.7    | 12.4 |      |      | 28.8  | 25.1 |      |      |
| 12/5/12 | 17.1     | 16.7 | 14.7 | 17.1 | 25.7  | 24.7 | 25   | 25.9 | 17.4    | 18.5 | 18.5 | 17   | 25.5  | 23.7 | 24.8 | 24.8 |
| 13/5/12 | 15.9     | 15.8 | 16.3 | 16.4 | 31    | 29.6 | 30.1 | 31.1 | 15.5    | 16.9 | 17.8 | 16.5 | 31.4  | 28.2 | 28.4 | 30   |
| 14/5/12 | 12.8     | 12.6 | 13.2 | 12.9 | 31.8  | 28   | 30.4 | 31.7 | 13.3    | 14.5 | 14.5 | 12.9 | 32.9  | 28.5 | 29.4 | 31.7 |

|         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 15/5/12 | 12.5 | 12.5 | 13.2 | 12.7 | 31.2 | 28.5 | 30.7 | 31.4 | 12.7 | 14.2 | 14.2 | 12.8 | 32.5 | 28.7 | 28   | 30.3 |
| 16/5/12 | 15.4 | 15.1 | 15.5 | 15.1 | 30.7 | 29.3 | 29.5 | 30.5 | 15.9 | 16.5 | 16.7 | 15.1 | 30.6 | 28.9 | 27.5 | 29.2 |
| 17/5/12 | 15.3 | 15.3 | 15.5 | 15.1 | 28.1 | 27.2 | 27.5 | 28.2 | 15.8 | 16.7 | 16.7 | 15.4 | 29.2 | 26.8 | 27.1 | 27.7 |
| 18/5/12 | 9.8  | 9.7  | 9.9  | 9.6  | 27.5 | 26.6 | 26.9 | 27.4 | 8.9  | 9.9  | 10.3 | 9.5  | 27.3 | 23.5 | 24.3 | 26.7 |
| 19/5/12 | 14.3 | 14.1 | 14.5 | 14.3 | 28.1 | 27   | 27.2 | 27.7 | 15.5 | 16   | 15.8 | 2.9  | 28.7 | 25.2 | 26.1 | 22.5 |
| 20/5/12 | 13.5 | 13.5 | 13.5 | 12.9 | 30.6 | 29.6 | 29.2 | 29   | 13.6 | 14.3 | 14.2 | 13.4 | 30.3 | 27.8 | 28.9 | 25   |
| 21/5/12 | 11.6 | 11.5 | 12   | 11.5 | 30.7 | 29.6 | 29.6 | 29   | 11.7 | 12.8 | 13.2 | 11.7 | 31   | 27.2 | 27.4 | 24.5 |
| 22/5/12 | 12.5 | 12.5 | 12.9 | 12.2 | 28.4 | 28.5 | 28.4 | 27.4 | 12.8 | 13.6 | 13.8 | 12.4 | 28.7 | 27.8 | 27.8 | 24.2 |
| 23/5/12 | 13   | 12.9 | 13.3 | 12.7 | 28.8 | 27.3 | 27.2 | 26.2 | 13.8 | 14.5 | 14.8 | 13.8 | 27.9 | 24.3 | 24.7 | 21.9 |
| 24/5/12 | 13.3 | 13.2 | 13.3 | 12.3 | 32.8 | 31.6 | 31.5 | 29.7 | 13.3 | 14.1 | 14.4 | 13.2 | 33.1 | 28.2 | 28.5 | 24   |
| 25/5/12 | 12.3 | 12.3 | 11.9 | 12.1 | 30.9 | 30.4 | 29.8 | 28.8 | 13.2 | 13.6 | 14.1 | 12.8 | 31.8 | 27.7 | 28.2 | 23.3 |
| 26/5/12 | 14.6 | 14.2 | 14.7 | 14.4 | 27.5 | 26.7 | 26.4 | 25.7 | 15.7 | 16   | 15.5 | 14.9 | 27.9 | 28   | 26.3 | 23.6 |
| 27/5/12 | 13.9 | 13.9 | 14   | 13.5 | 19.3 | 19.3 | 19.1 | 19.5 | 14.7 | 15.5 | 15   | 14.3 | 20.2 | 20.4 | 19.7 | 20.2 |
| 28/5/12 | 14.6 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 25.9 | 25.3 | 25.9 | 24.3 | 15.4 | 16.1 | 15.7 | 15   | 26.7 | 27.9 | 25.4 | 22.6 |
| 29/5/12 | 9.3  | 9.1  | 8.8  | 8.9  | 28.6 | 28.1 | 28.1 | 26.8 | 9.2  | 9.5  | 9.2  | 8.8  | 28.3 | 27.5 | 27.2 | 24.3 |
| 30/5/12 | 7.5  | 7.5  | 7.6  | 7.6  | 30.9 | 31.5 | 29.8 | 26.2 | 7.7  | 9.3  | 8.3  | 8.5  | 31.1 | 30   | 28.4 | 26.7 |
| 31/5/12 | 14.4 | 14.3 | 14.4 | 14.2 | 23.9 | 23.3 | 27.3 | 23.6 | 15.2 | 15.8 | 15.5 | 15   | 24.3 | 25.6 | 25.2 | 22.5 |
| 1/6/12  | 14.5 | 14.2 | 14.2 | 14.2 | 28.3 | 28.3 | 28.6 | 27.1 | 15.1 | 15.9 | 15.2 | 15   | 29.5 | 30.1 | 27.1 | 24   |
| 2/6/12  | 12.7 | 12.5 | 12.7 | 2.1  | 29.1 | 28   | 29.2 | 27.4 | 13.5 | 14.2 | 13.8 | 11.8 | 30.4 | 28.3 | 27.8 | 25.7 |
| 3/6/12  | 11.3 | 11.1 | 11.4 | 11   | 30   | 29.9 | 29.9 | 29   | 12.5 | 13.1 | 12.7 | 12.2 | 30.1 | 28.4 | 27.6 | 25.3 |
| 4/6/12  | 12.9 | 12.7 | 12.8 | 12.6 | 28.6 | 28.5 | 28.7 | 27.1 | 13.8 | 14.4 | 13.9 | 13.6 | 29.1 | 29.2 | 27.3 | 24.3 |
| 5/6/12  | 7.5  | 1.4  | 7.6  | 7.5  | 28.3 | 27.7 | 28.3 | 26.8 | 7.7  | 8.9  | 8.8  | 8.2  | 29.6 | 28.7 | 27.6 | 24.1 |
| 6/6/12  | 14   | 13.9 | 14.3 | 13.8 | 28.6 | 27.6 | 29.7 | 26.7 | 15.1 | 15.6 | 15.4 | 15   | 28.5 | 30.3 | 27.3 | 23.5 |
| 7/6/12  | 16.1 | 16.1 | 15.9 | 15.8 | 27.8 | 27   | 27.5 | 26.2 | 16.8 | 17.7 | 17.4 | 16.9 | 28.2 | 27.7 | 26.8 | 25.6 |
| 8/6/12  | 15.4 | 15.1 | 15   | 15   | 28.1 | 27.7 | 28.5 | 27.1 | 16.1 | 16.9 | 16.4 | 16.1 | 29.2 | 27.9 | 28.1 | 25.9 |
| 9/6/12  | 14.3 | 14.1 | 14.5 | 14.2 | 25.1 | 25.1 | 25.2 | 15.3 | 15.3 | 15.9 | 15.6 | 15.1 | 27   | 25.1 | 24.2 | 15.8 |
| 10/6/12 | 15.3 | 15.1 | 15.1 | 0    | 27.5 | 29.4 | 27.8 | 0    | 16.1 | 16.9 | 16.6 | 0    | 27.2 | 27.4 | 25.2 | 0    |
| 11/6/12 | 15.4 | 14.5 | 14.6 | 14.4 | 31.2 | 30.4 | 30.8 | 29.9 | 15.8 | 16.5 | 16.2 | 15.8 | 30.9 | 28.6 | 28.6 | 26.3 |

|          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12/6/12  | 15.4  | 15.3  | 15.3  | 15.1  | 25.9  | 25.5  | 29.1  | 25.5  | 16.4  | 17.1  | 16.8  | 16.2  | 27    | 26.7  | 25.9  | 24.1  |
| 13/6/12  | 13.5  | 13.2  | 13.3  | 13.2  | 27.7  | 25.9  | 28.3  | 26.4  | 14.4  | 14.9  | 14.5  | 14.3  | 27    | 26    | 26    | 24.9  |
| 14/6/12  | 14.3  | 14.1  | 14    | 14    | 24.8  | 24    | 27.8  | 23.7  | 15.5  | 16    | 15.6  | 11    | 26.3  | 25.9  | 24.8  | 20.9  |
| 15/6/12  | 14.8  | 14.7  | 14.8  | 14.1  | 27.8  | 27.5  | 28.9  | 26.4  | 15.9  | 16.5  | 16.2  | 16.1  | 28.2  | 31.1  | 26.1  | 23    |
| 16/6/12  | 13.1  | 12.7  | 12.9  | 12.5  | 29.5  | 29.1  | 29.7  | 28.4  | 13.5  | 12.1  | 13    | 14    | 29.1  | 28.9  | 26.4  | 25.8  |
| 17/6/12  | 16.3  | 16    | 16.4  | 15.9  | 23    | 22.5  | 23    | 22.7  | 17.3  | 18    | 17.6  | 17    | 24.3  | 24.5  | 22.7  | 19.3  |
| 18/6/12  | 13.6  | 13.4  | 13.8  | 13.9  | 18.9  | 20.1  | 19.7  | 18.9  | 14.9  | 15.5  | 15.1  | 15    | 20.4  | 19.4  | 19.1  | 17.9  |
| 19/6/12  | 15.1  | 15.3  | 15.3  | 15.3  | 29.5  | 29.1  | 33.9  | 27.9  | 16.6  | 17.3  | 16.9  | 16.1  | 30.3  | 30.7  | 28.8  | 26.2  |
| 20/6/12  | 12.8  | 12.6  | 12.7  | 12.6  | 30.6  | 29.6  | 30.3  | 29.3  | 14.1  | 14.8  | 14.2  | 14.2  | 30.5  | 30.8  | 27.3  | 25.5  |
| 21/6/12  | 11.5  | 11.4  | 10.9  | 11.3  | 27.5  | 27.2  | 30.3  | 26.4  | 12.1  | 13.5  | 12.1  | 11.3  | 26.8  | 26.6  | 25.4  | 23.8  |
| 22/6/12  | 15.7  | 15.4  | 15.3  | 15.1  | 27.5  | 27.2  | 29.7  | 26.8  | 16.7  | 17.2  | 16.9  | 16.3  | 28.7  | 29.3  | 25.9  | 26.1  |
| 23/6/12  | 10.5  | 10.5  | 10.8  | 10.5  | 27.8  | 20.2  | 28.7  | 24.3  | 12.3  | 1.9   | 11.9  | 12.8  | 28.9  | 21.5  | 24.7  | 29.7  |
| 24/6/12  | 13.9  | 13.8  | 13.7  | 13.5  | 25.5  | 25.3  | 26.1  | 24.1  | 15.4  | 15.9  | 15.7  | 15.4  | 28.3  | 26.6  | 23.8  | 25.5  |
| 25/6/12  | 10.7  | 10.4  | 10.4  | 10.3  | 23.8  | 23.9  | 25.9  | 22.3  | 11.7  | 12.3  | 11.8  | 11.7  | 25.5  | 23.7  | 22.7  | 21.3  |
| 26/6/12  | 12.8  | 12.6  | 7.8   | 12.4  | 30    | 29.3  | 33.3  | 29.6  | 14.1  | 14.6  | 14.3  | 14.2  | 30.8  | 31    | 29.2  | 28.4  |
| 27/6/12  | 12.5  | 12.5  | 11.7  | 11.7  | 28.3  | 27.5  | 22.8  | 20.1  | 13.7  | 14.4  | 13.8  | 13.7  | 25.9  | 22    | 23.3  | 18.7  |
| Promedio | 13.83 | 13.52 | 13.21 | 12.34 | 28.98 | 28.01 | 28.11 | 25.86 | 14.37 | 14.94 | 10.73 | 9.764 | 29.54 | 27.87 | 19.27 | 17.61 |

## 8.5. Anexo IV

| Fecha      | T Amb (8am) | T min | T max | Horas-frío |
|------------|-------------|-------|-------|------------|
| 25/04/2012 | 20          | 14.6  | 31.9  | -8.9       |
| 26/04/2012 | 17.3        | 14.3  | 31.6  | -9.5       |
| 27/04/2012 | 17.1        | 14.3  | 30.5  | -9.8       |
| 28/04/2012 | 17.6        | 13.9  | 31.5  | -8.9       |
| 29/04/2012 | 18          | 12.7  | 30.2  | -6.2       |
| 30/04/2012 | 17.8        | 13.1  | 27.7  | -7.4       |
| 01/05/2012 | 16.4        | 12.1  | 27.4  | -6.7       |
| 02/05/2012 | 17.8        | 14.3  | 27.4  | -11.6      |
| 03/05/2012 | 18.7        | 13.9  | 29.7  | -10.1      |
| 04/05/2012 | 19.3        | 13.6  | 29.8  | -8.1       |
| 05/05/2012 | 16.4        | 12.4  | 28.4  | -6.6       |
| 06/05/2012 | 17.4        | 15.8  | 20.7  | -17.4      |
| 07/05/2012 | 17.9        | 12.6  | 27.4  | -12.8      |
| 08/05/2012 | 17.5        | 11.2  | 28.8  | -5.1       |
| 09/05/2012 | 17.4        | 16.2  | 24.9  | -20.1      |
| 10/05/2012 | 16.5        | 15.6  | 24.3  | -25.3      |
| 11/05/2012 | 16.1        | 13.8  | 24.8  | -14.0      |
| 12/05/2012 | 18.1        | 11.5  | 27.8  | -6.4       |
| 13/05/2012 | 19.6        | 9.9   | 31.3  | -3.1       |
| 14/05/2012 | 17.7        | 9.5   | 28.1  | -2.3       |
| 15/05/2012 | 17.2        | 11.7  | 24    | -5.7       |
| 16/05/2012 | 15.4        | 14.6  | 25.4  | -23.2      |
| 17/05/2012 | 15.6        | 12.8  | 24.6  | -9.9       |
| 18/05/2012 | 13.2        | 12.1  | 25.6  | -11.6      |
| 19/05/2012 | 14.2        | 11.9  | 28.1  | -8.2       |
| 20/05/2012 | 14.7        | 10.6  | 28.5  | -4.4       |
| 21/05/2012 | 15.9        | 11.7  | 23.5  | -5.9       |
| 22/05/2012 | 15.3        | 15.2  | 24.3  | -98.8      |
| 23/05/2012 | 14.7        | 13.6  | 28.1  | -16.5      |
| 24/05/2012 | 13.9        | 14.3  | 28.9  | 9.3        |
| 25/05/2012 | 14.6        | 13.8  | 27.7  | -16.2      |
| 26/05/2012 | 14.6        | 11.7  | 25.8  | -6.6       |
| 27/05/2012 | 14.1        | 11.9  | 24.9  | -8.2       |
| 28/05/2012 | 15.4        | 15.1  | 20.7  | -41.1      |
| 29/05/2012 | 11.2        | 13.6  | 17.1  | -13.1      |
| 30/05/2012 | 13.3        | 11.5  | 24.4  | -16.2      |
| 31/05/2012 | 15.1        | 10.9  | 24.1  | -5.8       |
| 01/06/2012 | 15.3        | 12.3  | 26.3  | -9.4       |
| 02/06/2012 | 13          | 11.6  | 26.9  | -8.6       |
| 03/06/2012 | 12.3        | 10.1  | 27.9  | -4.5       |
| 04/06/2012 | 12.7        | 11.6  | 26.2  | -9.0       |
| 05/06/2012 | 11.9        | 9     | 26.9  | -2.7       |
| 06/06/2012 | 14.3        | 12.4  | 26.9  | -9.2       |
| 07/06/2012 | 16.6        | 14.4  | 25.8  | -13.4      |
| 08/06/2012 | 15.4        | 13.8  | 26.2  | -13.9      |

|            |      |      |      |       |
|------------|------|------|------|-------|
| 09/06/2012 | 14.7 | 12.1 | 23.2 | -8.1  |
| 10/06/2012 | 15.5 | 13.1 | 24.1 | -12.8 |
| 11/06/2012 | 15.4 | 13.4 | 27.8 | -13.4 |
| 12/06/2012 | 15.8 | 12.1 | 25.2 | -6.9  |
| 13/06/2012 | 13.8 | 11.9 | 24.7 | -8.8  |
| 14/06/2012 | 14.4 | 11.7 | 23.3 | -7.9  |
| 15/06/2012 | 15.5 | 11.8 | 25.8 | -8.4  |
| 16/06/2012 | 13.2 | 11.6 | 26.8 | -8.4  |
| 17/06/2012 | 15.8 | 12.1 | 21.9 | -7.3  |
| 18/06/2012 | 14   | 12.1 | 18.9 | -11.5 |
| 19/06/2012 | 16.3 | 13.6 | 27.7 | -23.6 |
| 20/06/2012 | 13.4 | 11.6 | 27.1 | -7.4  |
| 21/06/2012 | 13.1 | 10.7 | 24   | -5.4  |
| 22/06/2012 | 15.8 | 12.1 | 26.4 | -8.7  |
| 23/06/2012 | 12.1 | 9.9  | 21.7 | -4.3  |
| 24/06/2012 | 14.4 | 13.1 | 23.8 | -16.8 |
| 25/06/2012 | 11.3 | 10   | 20.3 | -6.0  |
| 26/06/2012 | 13.4 | 10.8 | 27.7 | -8.3  |
| 27/06/2012 | 13.3 | 11.8 | 28.6 | -8.3  |

| Fecha      | T Amb (8am) |    |    | T min |    |    | T max |    |    | Horas-frío |      |      |
|------------|-------------|----|----|-------|----|----|-------|----|----|------------|------|------|
|            | T1          | T2 | T3 | T1    | T2 | T3 | T1    | T2 | T3 | T1         | T2   | T3   |
| 25/04/2012 | 21          | 20 | 20 | 23    | 15 | 15 | 31    | 32 | 32 | -28        | -8   | -9   |
| 26/04/2012 | 16          | 17 | 17 | 15    | 14 | 14 | 31    | 32 | 32 | -18        | -9.5 | -9.5 |
| 27/04/2012 | 17          | 17 | 17 | 16    | 14 | 14 | 35    | 31 | 31 | -16        | -9.8 | -9.8 |
| 28/04/2012 | 17          | 18 | 18 | 14    | 14 | 14 | 30    | 32 | 32 | -8.3       | -8.9 | -8.9 |
| 29/04/2012 | 16          | 18 | 18 | 15    | 13 | 13 | 29    | 30 | 30 | -16        | -6.2 | -6.2 |
| 30/04/2012 | 18          | 18 | 18 | 13    | 13 | 13 | 30    | 28 | 28 | -7.9       | -7.4 | -7.4 |
| 01/05/2012 | 16          | 16 | 16 | 12    | 12 | 12 | 30    | 27 | 27 | -6.8       | -6.7 | -6.7 |
| 02/05/2012 | 16          | 18 | 18 | 13    | 14 | 14 | 30    | 27 | 27 | -8.6       | -12  | -12  |
| 03/05/2012 | 16          | 19 | 19 | 13    | 14 | 14 | 32    | 30 | 30 | -9.1       | -10  | -10  |
| 04/05/2012 | 17          | 19 | 19 | 14    | 14 | 14 | 32    | 30 | 30 | -8.3       | -8.1 | -8.1 |
| 05/05/2012 | 16          | 16 | 16 | 13    | 12 | 12 | 28    | 28 | 28 | -7.8       | -6.6 | -6.6 |
| 06/05/2012 | 16          | 17 | 17 | 15    | 16 | 16 | 28    | 21 | 21 | -18        | -17  | -17  |
| 07/05/2012 | 16          | 16 | 18 | 15    | 15 | 13 | 31    | 31 | 27 | -18        | -29  | -13  |
| 08/05/2012 | 15          | 15 | 18 | 13    | 13 | 11 | 31    | 31 | 29 | -8.6       | -10  | -5.1 |
| 09/05/2012 | 16          | 16 | 17 | 15    | 15 | 16 | 30    | 30 | 25 | -12        | -12  | -20  |

|            |    |    |    |     |    |     |    |    |    |      |      |      |
|------------|----|----|----|-----|----|-----|----|----|----|------|------|------|
| 10/05/2012 | 17 | 17 | 17 | 12  | 12 | 16  | 28 | 28 | 24 | -5.9 | -6.1 | -25  |
| 11/05/2012 | 15 | 15 | 16 | 12  | 12 | 14  | 26 | 26 | 25 | -6.9 | -7.2 | -14  |
| 12/05/2012 | 18 | 19 | 18 | 17  | 17 | 12  | 24 | 25 | 28 | -35  | -22  | -6.4 |
| 13/05/2012 | 18 | 18 | 20 | 16  | 16 | 9.9 | 29 | 29 | 31 | -27  | -25  | -3.1 |
| 14/05/2012 | 16 | 16 | 18 | 13  | 13 | 9.5 | 28 | 30 | 28 | -8.7 | -9.2 | -2.3 |
| 15/05/2012 | 15 | 15 | 17 | 13  | 13 | 12  | 29 | 29 | 24 | -11  | -10  | -5.7 |
| 16/05/2012 | 16 | 16 | 15 | 16  | 16 | 15  | 29 | 29 | 25 | -184 | -55  | -23  |
| 17/05/2012 | 16 | 16 | 15 | 16  | 16 | 15  | 27 | 27 | 28 | -68  | 78   | -68  |
| 18/05/2012 | 17 | 17 | 16 | 9.8 | 10 | 4.7 | 25 | 26 | 27 | -3.2 | -3.4 | 1.9  |
| 19/05/2012 | 14 | 15 | 14 | 15  | 15 | 14  | 26 | 27 | 26 | -1.2 | -93  | 64   |
| 20/05/2012 | 14 | 15 | 14 | 14  | 14 | 13  | 29 | 29 | 27 | -20  | -17  | -14  |
| 21/05/2012 | 14 | 14 | 13 | 12  | 12 | 12  | 28 | 29 | 27 | -8.1 | -7.3 | -7.5 |
| 22/05/2012 | 14 | 15 | 14 | 13  | 13 | 12  | 28 | 28 | 26 | -10  | -10  | -8.9 |
| 23/05/2012 | 14 | 15 | 15 | 13  | 13 | 13  | 26 | 26 | 24 | -14  | -12  | -13  |
| 24/05/2012 | 14 | 15 | 14 | 13  | 14 | 6.5 | 30 | 30 | 27 | -21  | -17  | 0.6  |
| 25/05/2012 | 14 | 14 | 14 | 13  | 13 | 6.3 | 29 | 29 | 26 | -9.7 | -11  | 0.7  |
| 26/05/2012 | 14 | 15 | 15 | 15  | 15 | 15  | 27 | 26 | 25 | -0.9 | 30   | 140  |
| 27/05/2012 | 14 | 14 | 14 | 14  | 15 | 14  | 20 | 19 | 20 | 8.7  | 8    | 23   |
| 28/05/2012 | 15 | 15 | 15 | 15  | 15 | 15  | 26 | 26 | 23 | -2   | 9.1  | -176 |
| 29/05/2012 | 11 | 11 | 11 | 9.3 | 9  | 8.8 | 28 | 28 | 25 | -3.8 | -3   | -3   |
| 30/05/2012 | 10 | 11 | 11 | 7.6 | 8  | 8   | 31 | 29 | 26 | -0.7 | -1.1 | -1.3 |
| 31/05/2012 | 14 | 15 | 15 | 15  | 15 | 15  | 24 | 24 | 23 | 7.3  | 22   | -48  |
| 01/06/2012 | 15 | 16 | 15 | 15  | 15 | 15  | 29 | 28 | 25 | -31  | -23  | -26  |
| 02/06/2012 | 13 | 13 | 13 | 13  | 13 | 6.9 | 28 | 29 | 26 | -37  | -49  | 0.2  |
| 03/06/2012 | 12 | 13 | 12 | 12  | 12 | 12  | 29 | 29 | 27 | -15  | -13  | -13  |
| 04/06/2012 | 14 | 13 | 14 | 13  | 13 | 13  | 29 | 28 | 26 | -25  | 18   | -16  |
| 05/06/2012 | 10 | 11 | 10 | 7.6 | 8  | 7.8 | 28 | 28 | 25 | -0.7 | -1.2 | -1   |
| 06/06/2012 | 14 | 14 | 14 | 15  | 15 | 14  | 28 | 29 | 25 | 7.4  | 9.4  | 25   |
| 07/06/2012 | 16 | 17 | 16 | 16  | 17 | 16  | 27 | 27 | 26 | 24   | 50   | 8.5  |
| 08/06/2012 | 15 | 15 | 15 | 16  | 16 | 15  | 28 | 28 | 26 | 12   | 16   | 1.5  |
| 09/06/2012 | 15 | 15 | 15 | 15  | 15 | 15  | 25 | 25 | 20 | 16   | 9.7  | 140  |
| 10/06/2012 | 15 | 16 | 15 | 16  | 16 | 7.7 | 27 | 27 | 13 | 6    | 42   | -1   |
| 11/06/2012 | 15 | 15 | 15 | 16  | 15 | 15  | 30 | 30 | 28 | 9.1  | 15   | 158  |



|            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |      |      |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|------|------|
| 12/06/2012 | 16 | 16 | 15 | 16 | 16 | 16 | 26 | 26 | 25 | 33   | 15   | 45   |
| 13/06/2012 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 26 | 27 | 26 | 10   | 58   | 34   |
| 14/06/2012 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 12 | 25 | 25 | 22 | 1    | 4.9  | -10  |
| 15/06/2012 | 15 | 15 | 14 | 15 | 16 | 15 | 28 | 28 | 25 | 19   | 0.9  | -12  |
| 16/06/2012 | 13 | 13 | 13 | 12 | 13 | 13 | 29 | 28 | 27 | -17  | -126 | 4.5  |
| 17/06/2012 | 16 | 16 | 16 | 17 | 17 | 16 | 24 | 23 | 21 | -1.4 | -5.4 | 5.9  |
| 18/06/2012 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 20 | 19 | 18 | -2.2 | -5.6 | -9.3 |
| 19/06/2012 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 30 | 29 | 27 | -62  | 44   | 32   |
| 20/06/2012 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 7  | 30 | 29 | 27 | 19   | 11   | 0    |
| 21/06/2012 | 12 | 11 | 11 | 12 | 12 | 11 | 27 | 27 | 25 | 12   | 41   | 38   |
| 22/06/2012 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 | 28 | 27 | 26 | 16   | 31   | -57  |
| 23/06/2012 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 21 | 27 | 27 | -0.7 | -1.5 | -1.4 |
| 24/06/2012 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 14 | 26 | 25 | 25 | -7.1 | 4.5  | 1.4  |
| 25/06/2012 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 24 | 23 | 22 | 3.6  | 1.8  | 15   |
| 26/06/2012 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 | 13 | 30 | 30 | 29 | 7.8  | 2.7  | 50   |
| 27/06/2012 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 25 | 23 | 19 | 55   | -19  | -20  |