

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA
UNIDAD ACADÉMICA SAN LUIS RIO COLORADO

MAESTRIA EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION
BIOSUSTENTABLES



MAPEO DE LAS DIFERENTES GENERACIONES DE PLANTA EN FRESA
PARA SU UNIFORMIZACION EN CAMPO EN EL VALLE DE SAN QUINTIN

TESIS

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN SISTEMAS DE PRODUCCION BIOSUSTENTABLES

PRESENTA:

LEONARDO BARAQUIEL PARRA BUJANDA

DIRECTOR:

DR. NOE ORTIZ URIBE

SAN LUIS RIO COLORADO, SONORA.

SEPTIEMBRE, 2018.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA
FORMATO F5

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS
PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAESTRO,
OPCIÓN TESIS

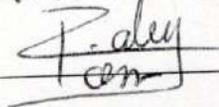
Los miembros del Comité de Tesis del alumno **Parra Bujanda Leonardo Baraquiel** recomendamos que el documento titulado:

sea aceptado como Requisito Parcial para obtener el grado de **MAESTRO EN SISTEMAS DE PRODUCCION BIOSUSTENTABLES**

COMITÉ DE TESIS


Dr. Noel Ortiz Uribe

Nombre y firma
Director


Ricardo Salomon Torres

Nombre y firma
Co-director


Dr. Antonio Morales Meza

Nombre y firma
Sinodal

INDICE

PORTADA	I
INDICE	II
CUADROS	V
FIGURAS	VI
I. INTRODUCCION	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
III. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo general.	6
3.2. Objetivos específicos.	6
IV. JUSTIFICACION	7
V. MARCO TEORICO	8
5.1. Origen.	8
5.2. Biología de la Planta.	8
5.3. Evolución	10
5.4. Hábitos de crecimiento.	12
5.5. Producción de fresa en invierno.	13
5.6. Vivero para producción en invierno.	17
5.6.1. Plantas libres de plagas y enfermedades.	17
5.6.2. Ubicación del vivero y condiciones de sacado.	17
5.6.3. Condiciones fisiológicas de una planta para su trasplante.	18

5.6.4.	Selección de planta, almacenamiento y transporte.	18
5.7.	Establecimiento y calidad de la planta.	19
5.8.	Diferenciación e inducción floral.	19
5.9.	Flujos de producción.	21
VI.	HIPOTESIS	22
VII.	METODOLOGIA	23
7.1.	Selección de planta (generaciones y tamaños)	23
7.2.	Aplicación de frío artificial	24
7.3.	Experimento 1	25
7.4.	Preparación para la Plantación	26
7.5.	Inspección de la planta	27
7.6.	Tratamiento de la planta	27
7.7.	Plantación	28
7.8.	Microaspersión	30
7.9.	Sombreo	31
7.10.	Experimento 2	31
7.11.	Variables a medir	32
7.12.	Vigor de la planta y uniformidad	32
7.13.	Mapeo floral	33
7.14.	Producción	35

VIII. RESULTADOS Y DISCUSION	
8.1. Resultados Experimento 1, Mapeo de las diferentes generaciones de planta.	36
8.2. Discusión Experimento 1, Mapeo de las diferentes generaciones de planta.	41
8.3. Resultados Experimento 2, Sombreo y aspersión para la diferenciación floral.	42
8.4. Discusión Experimento 2, Sombreo y aspersión para la diferenciación floral.	46
IX. CONCLUSIONES	47
9.1. Conclusiones Experimento 1	47
9.2. Conclusiones Experimento 2	48
X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49

CUADROS

Cuadro1. Clasificación taxonómica de la fresa. (Darrow, 1966).	9
Cuadro 2. Producción nacional de fresa año 2015 (Infosiap, 2017).	12
Cuadro 3. Descripción de los diferentes tratamientos para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones, y la influencia del frio artificial para su uniformidad.	25
Cuadro 4. Descripción de los diferentes tratamientos para el experimento 2, Sombreo y aspersion para la diferenciación floral.	32

FIGURAS

- Figura 1. Producción mundial de fresa año 2014 (Faostat, 2017). 11
- Figura 2. Clasificación de los diferentes cultivares de fresa. Fuente: Dennis, Lipecki, & Kiang, (1970); Durner, Barden, Himelrick & Poling, (1984). 13
- Figura 3. Ciclo de producción para la fresa en producción de invierno - primavera. El trasplante ocurre a principio de otoño (Octubre). La cosecha inicia a principios de Diciembre, con un pico de producción entre Marzo y Abril, terminando en Junio. Fuente: Neri, Baruzzi, Massetani & Faedi. (2012). 14
- Figura 4. Estructura y fisiología (organografía) para variedades de floración continua. Savini, (2003). 15
- Figura 5. Descripción de la planta de fresa (Bonnie Plants, 2017). 15
- Figura 6. Diferenciación fisiológica dependiendo de la longitud del día. Las variedades SD-EB tienen un crecimiento generativo en días menores a 10 horas de luz. Cuando existen más horas luz, su expresión es vegetativa. Fuente: Hancock, (1999). 16
- Figura 7. Diferenciación fisiológica dependiendo las temperaturas. Las variedades SD-EB tienen un crecimiento generativo a temperaturas menores a 20°C. Cuando existen temperaturas superiores, su expresión es vegetativa. Fuente. Hancock, (1999). 16
- Figura 8. Respuesta de la floración (Interrelación longitud del día y temperatura). Fuente: Yanagi & Oda, (1993). 20

Figura 9. Ciclo de producción para la fresa en producción de invierno - primavera, fuente. Neri, Baruzzi, Massetani & Faedi, (2012).	21
Figura 10. Influencia de las generaciones de hijas y fechas de enraizamiento de las mismas en el tamaño de plantas una vez cosechadas al 1ro de octubre, fuente, Larson, (2009).	24
Figura 11. Profundidad ideal para el trasplante de fresa, fuente. Larson (2009).	29
Figura 12. Iniciación floral en yemas vegetativas y florales, fuente. Taylor (2002).	34
Figura 13. Yema floral ya diferenciada y en desarrollo, fuente. Taylor (2002).	34
Figura 14. Gráfica para la variable de número de frutos por planta, para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.	37
Figura 15. Gráfica para la variable de número de botones florales por planta, para el experimento 1, Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.	38
Figura 16. Gráfica del comportamiento de la producción contra el precio de la caja en el mercado durante un año cálido, con interrupción en la producción para el experimento 1. Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.	39

Figura 17. Gráfica de la producción total por acre, para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.	40
Figura 18. Curvas de producción en los diferentes tratamientos, para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.	41
Figura 19. Gráfica para la variable de número de frutos por planta, para el experimento 2, mapeo de los diferentes sombreos y aspersion adicional para la diferenciación y uniformidad floral.	43
Figura 20. Gráfica para la variable de número de botones florales, para el experimento 2, mapeo de los diferentes sombreos y aspersion adicional para la diferenciación y uniformidad floral.	44
Figura 21. Gráfica de la producción total por acre, para el experimento 2, mapeo de los diferentes sombreos y aspersion adicional para la diferenciación y uniformidad floral.	45
Figura 22. Gráfica de la curva de producción, para el experimento 2, mapeo de los diferentes sombreos y aspersion adicional para la diferenciación y uniformidad floral.	46

I. INTRODUCCION

La región del valle de San Quintín se localiza en el estado de Baja California, dentro del municipio de Ensenada a 78 kms. al sur. El valle se ubica entre los paralelos 31° 19' y 30° 00' y entre las longitudes 116° y 115° 50', tiene un promedio de 45 metros de altura sobre el nivel del mar (INEGI, 2013). El valle de San Quintín cuenta con una superficie de 47,000 Ha de tierras de cultivo, de las cuales 32,000 son de temporal y 15,000 de riego (SAHOPE, 1996).

Dentro de los principales cultivos se encuentran: tomate rojo (jitomate), trigo, cebolla, fresa, pepino, vid y espárrago (INEGI, 2007). Así mismo, se ha incorporado dentro de los principales cultivos a la aceituna. Con un 32% de superficie nacional plantada, ocupa el segundo lugar después de Michoacán, pero el primer lugar en el aporte de la producción con el 46.6% de la producción nacional (SAGARPA, 2009).

El cultivo de la fresa en la zona de San Quintín se ha distinguido debido a su alta productividad. Su rendimiento promedio en la temporada 2008-2009 fue de 46 Ton Ha⁻¹, mientras que la media nacional fue de 16 Ton Ha⁻¹, lo cual representa una producción superior a la media nacional con un 287%. El máximo nivel de producción se alcanzó en el año 2008, con una producción record de 52 Ton Ha⁻¹, representando un 325% Más, comparado con el rendimiento promedio del país (SAGARPA, 2009).

Lo anterior debido a la incorporación de nuevas variedades y técnicas de cultivo en la zona, de las cuales, las variedades propiedad de Driscoll's, se han destacado no solo en productividad sino también en sabor y vida de anaquel. Cada año se estudian variedades potenciales naturalmente mejoradas, y únicamente se selecciona el 1% fenotípicamente superior, para producir comercialmente bajo la marca de Driscoll's. Este proceso tiene una duración de entre 5 y 7 años, para desarrollar una variedad patentada de fresa propiedad de Driscoll's (Driscoll's, 2015).

La empresa Berrymex, S. de R. L. de C.V. pertenece al grupo RAC (Reiter Affiliated Companies), el cual que se ha dedicado al cultivo de frutillas en los Estados Unidos por más de cien años, teniendo una gran expansión internacional en los últimos años. Cada uno de nuestros ranchos se encuentra estratégicamente ubicado por todo el mundo, a fin de mantener la demanda de fruta en el mercado y poder ofrecer nuestros productos frescos (fresas, frambuesas, zarzamora y arándano), durante todo el año (Berrymex, 2015).

RAC originalmente expandió sus operaciones dentro de México en el verano de 1991 en el Rancho Olmo de Jocotepec, Jalisco, bajo el nombre de Berrymex. La primera prueba de cultivos fueron solamente 11 hectáreas y estuvieron enfocadas en cultivar fresas y frambuesas. En 1994 inicio su programa de productores en México. Este programa en sociedad, afecto positivamente el rendimiento y la producción de Berrymex. Donde la empresa alcanzo un 17% de la producción global de RAC en el 2015, ofreciendo suministros de cuatro tipos de frutillas a consumidores a través de Norte América. Los empleados y productores de Berrymex continúan la expansión de la producción en casi cada producto, incluyendo orgánicos (Berrymex, 2015). Para el año 2015 Berrymex contaba con 4,500 acres en producción en México entre los cuatro cultivos, de los cuales 600 estaban destinados para fresa en el valle de San Quintín, B.C., en su mayoría con producción orgánica, con plantaciones en Octubre y un ciclo de producción de Diciembre a Mayo. Las plantas de fresa utilizadas comercialmente para la producción de fruta, son propagadas vegetativamente para mantener su integridad genética, en los viveros en el norte de California y sur de Oregón en los Estados Unidos. Las plantas generativas (planta madre) producen las nuevas generaciones de planta (hijas) a través de los estolones, para ser plantadas en los campos comerciales. Estas son producidas en vivero a partir del mes de Abril y cosechadas en Octubre, donde son cortadas, empacadas y enviadas en camiones refrigerados, para su plantación dentro de un periodo de 1 a 3 semanas después, dependiendo de la existencia de algún frio suplementario. La cosecha de este fruto inicia en el mes de Diciembre y termina en Junio.

La producción de fresa en invierno con planta de viveros de alta elevación, se encuentran favorecidas en producción debido a la acumulación de frío, lo que genera que la producción sea más rápida, disminuya el tiempo de flor a fruto, se tenga un mejor manejo del vigor de la planta, y una mejor calidad de fruto (Strand, 2008).

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de producción en campo de la empresa, observó que en el cultivo de fresa tanto convencional como orgánica, en los ciclos agrícolas 2010 al 2014, el vigor, la brotación, el inicio de floración e incluso algunos ciclos de floración, se han estado desfasando entre las plantas que se reciben de vivero. Produciéndose un fenómeno de variación en campo, mismo que es anormal debido a que las plantas tuvieron el mismo manejo, pertenecen al mismo lote y a la misma planta madre. Asimismo, el vivero garantiza un tamaño de coronas promedio a 10 mm de diámetro, asumiéndose una uniformidad del 90%. Adicionalmente se observó que algunas plantas como consecuencia de tener un vigor menor, producían una menor cantidad de fruto y retrasaban su cosecha. Esto provoca que el potencial productivo de la planta no se aproveche a su máxima capacidad. Sin embargo, se ha detectado que algunas plantas tienen un desempeño muy por arriba de la media varietal, por lo que la solución a este desfase es esencial (Berrymex, 2015).

Al presentarse este fenómeno de desfase, además de provocar una baja en la producción, coincide con las fechas en las que el mercado alcanza su nivel máximo de precios, que es durante la segunda semana de Diciembre y hasta mediados de febrero, lo cual representa pérdidas para la empresa. La colocación de fruta en el mercado durante este periodo de tiempo es de suma importancia económicamente, así como un impacto positivo en la retención de pizcadores para el resto del ciclo.

Para tratar entender y controlar los efectos de este desfase, se han adaptado varias medidas generales como: cambiar la fertilización, el tiempo de riego, utilización de los túneles para el control de la temperatura, utilización de diferentes colores en el acolchado. Sin embargo la tendencia hacia la interrupción en la producción se mantuvo similar. Por otro lado, estos tratamientos provocaron en las plantas que estaban en su ciclo normal, una respuesta negativa, ya que afectó su producción al tener un crecimiento vegetativo mayor.

Lo anterior no ha sido suficiente para suprimir el desfase en la floración y el vigor. Esto provoca una necesidad de desarrollo de investigación, que contemple aspectos climáticos y maduración en vivero, ya que una de las características que han estado presentes, es la falta de acumulación de horas frío en vivero y la maduración temprana de las plantas a colocar. Se ha observado en campo que a partir del tercer mes de producción (febrero - marzo) la inducción floral y vigor se estabiliza, por lo cual se podría asumir que es un problema relacionado con el vivero, ya que acuerdo con Strand, 2008, menciona que la primer inducción floral se genera en vivero. Asimismo otro componente que podría afectar este desfase es el cambio climático, el cual ha tenido un efecto en la maduración de las plantas, por lo cual se debe añadir este factor en esta investigación.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Desarrollar una metodología que permita comprender, manipular y controlar el vigor y uniformidad en la floración, para cualquier variedad de fresa con producción de invierno.

3.2. Objetivos Específicos

- Mapear la floración de las diferentes generaciones de plantas hijas.
- Identificar la relación potencial entre acumulación de horas frío y uniformidad.
- Formular, evaluar y establecer los métodos, condiciones de crecimiento y desarrollo para cada variedad de las evaluadas según su requerimiento y acumulación de frío.
- Evaluar la diferencia en el vigor e inducción floral entre las diferentes generaciones de plantas de fresa.
- Interpretar los resultados para el desarrollo y establecimiento de una metodología para mejorar la producción de fresa.

IV. JUSTIFICACIÓN

La fresa es un cultivo de gran impacto económico y social en el valle de San Quintín, B.C. En el año 2015, debido a la demanda de trabajadores que oscilaba entre 7 y 8 personas por hectárea en promedio, lo cual representaba el 75% de la fuente de empleo para los trabajadores de este valle (Berrymex, 2015). Debido a esta demanda laboral y al extenso tiempo de la temporada de cosecha, las políticas en Berrymex son mantener la fuente de empleo, eliminar al máximo la rotación y que el trabajador aprenda rápido. Para poder cumplir con estas políticas, la empresa ha determinado que la única manera de lograr la permanencia del trabajador, es teniendo buenos campos con una producción constante y uniforme, que permita a los trabajadores obtener un salario constante en base a las cajas que cosechen.

Por otro lado, la ventana de producción para el cultivo de fresa con la que cuenta el valle de San Quintín es única, ya que la conjunción de factores ambientales, suelo y precios del mercado, provocan las condiciones ideales de producción para la empresa. Debido a lo anterior, es justificable un costo de producción por acre de 28,000 dólares, lo cual representa un 180% de inversión mayor que cualquier otra zona de producción. Para un campo orgánico, la producción inicia en los meses de Diciembre y Enero, donde los precios de Driscoll's llegan a posicionarse hasta los 48 dólares, por una caja de fresa orgánica de ocho libras. La producción promedio en esos meses es de 250 cajas por acre por semana, representando el 35% del costo de producción solo en para estos meses. Sin embargo esto solo se presenta cuando se tiene flujo de fruta uniforme, lo cual se ha carecido en los últimos años por diversos factores, como lo son: el cambio climático, la falta de uniformidad en la floración y calidad de la planta proveniente de vivero, entre otras.

V. MARCO TEORICO

5.1. Origen

Los orígenes de la fresa actualmente continúan en discusión, ya que algunas fuentes la consideran de origen Europeo, particularmente de zonas de los Alpes, mientras que otros la consideran de origen Chileno, de donde un oficial francés a principios del siglo XVII, transportó a Europa las plantas madre que se utilizaron como base para la constitución del híbrido *Fragaria x ananassa*, a la cual pertenecen todas las variedades de fresa difundidas actualmente.

Hasta el siglo XVII, en Europa fueron cultivadas plantas de especies silvestres autóctonas (*Fragaria vesca*, *F. viridis* ó *F. Moschata*) y otras variedades de fresas introducidas de América del Norte como *F. Virginiano*. Con la introducción de la especie americana, la planta de la fresa produjo frutos mucho más grandes (Zipmec, 2017).

5.2. Biología de la planta.

La fresa, (*Fragaria vesca*, *F. viridis* ó *F. moschata*), es un fruto de forma triangular, de color rojo, formado por pequeños puntos, conocida por su aroma y sabor característico. La fresa, pertenece a la familia de las rosáceas, es una planta perenne estolonífera, constituida por un breve fuste, conocido como corona o pedúnculo, sobre cual se introducen los botones y tres hojas ovaladas, alargadas, aserradas y dispuestas de tal forma que forman un diamante de hojas (Darrow, 1966). El sistema radicular es superficial, se expande sobre un terreno limitado donde alrededor del 90% de las raíces se sitúan en los primeros 15 cm de profundidad en el terreno. A la axila de las hojas se introducen los corimbos constituidos de 3 a 8 flores blancas, que son generalmente hermafroditas. Para el caso de las variedades de fresas femeninas, se requieren de polinizadores. La parte comestible de la fresa es el falso fruto, obtenido

del desarrollo del receptáculo, una vez pasada la fecundación. Los verdaderos frutos (semillas) de la fresa son los frutos secos que quedan pegados al falso fruto carnoso.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la fresa. (Darrow, 1966).

Reino	Plantae
Division	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae, Rosoideae
Tribu	Potentilleae, Fragariinae
Género	<i>Fragaria</i>
Especie	F. × <i>ananassa</i>

La fresa se define inapropiadamente como un fruto, debido a que realmente esta se compone por pequeños puntos que la circundan y que erróneamente son llamados semillas.

Para su cultivo, esta requiere de zonas con clima templado y veranos breves, que se caractericen por períodos calientes y por inviernos muy fríos. Las fuertes insolaciones veraniegas pueden provocar en efecto una caída anticipada de las hojas, disecaciones, frutos deformes, oscuros, de escaso tamaño y consistencia. Durante la floración la planta de fresa necesita temperaturas templadas y uniformes.

Por estas razones, es preferible el cultivo de la fresa en terrenos sueltos, a medio impacto, con pH neutral o subácido, que sean frescos pero bien drenados, con una profundidad superior a 50 cm y ricos en sustancia orgánica. La fresa no aprecia los suelos muy pesados, genera asfixia con estancamientos hídricos, muy calcáreos y salinos, ya que en este caso, el fruto es sensible al moho gris (Darrow, 1966).

5.3. Evolución.

La evolución de la fresa se ha desarrollado de ser un cultivo silvestre a variedades comerciales con potenciales de producción altos. La forma en que se cultiva actualmente, refleja su gran impacto evolutivo ya que sus primeros cultivos comerciales iniciaron en el siglo XIV (Darrow, 1966). En la actualidad se ubica en la familia de las Rosaceae, género *Fragaria*, cuenta con características poliploide, presentando condiciones de adaptabilidad a diferentes condiciones, tales como geográficas, de fotoperiodo y temperatura. Las plantas poliploides tienen el fenotipo giga, produciendo un aumento de tamaño, ya que poseen un mayor número de células que los individuos los diploides (Darrow 1966). La fresa cuenta con 22 especies conocidas, de las cuales 13 son diploides, cuatro son tetraploides, una es hexaploide y cuatro son octaploides (Folta & Davis 2006). La fresa octaploide (8 juegos de cromosomas) es la que mayormente se cultiva en la actualidad debido a sus características de producción y calidad.

Es de suma importancia el entendimiento general de los hábitos de crecimiento, producción y características de cada variedad en específico, así como la adaptabilidad, vigor, crecimiento, así como todo tipo de respuestas fisiológicas y fenológicas, provocadas por las distintas condiciones climáticas, edafológicas, fotoperiodo, precipitación, acumulación de horas frío, entre otras, para lograr los más altos rendimientos dentro de las diferentes zonas geográficas. Debido a lo anterior podemos ver en la Figura 1, la producción mundial de fresa, corroborando su adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas.

De acuerdo a datos de la FAO, para el año 2014 se cultiva de manera comercial en 78 países (Faostat, 2017). México con 460 mil toneladas ocupa el segundo lugar en producción, después de Estados Unidos con 565 mil toneladas.

Produccion Mundial de Fresa en Toneladas para el año 2014.

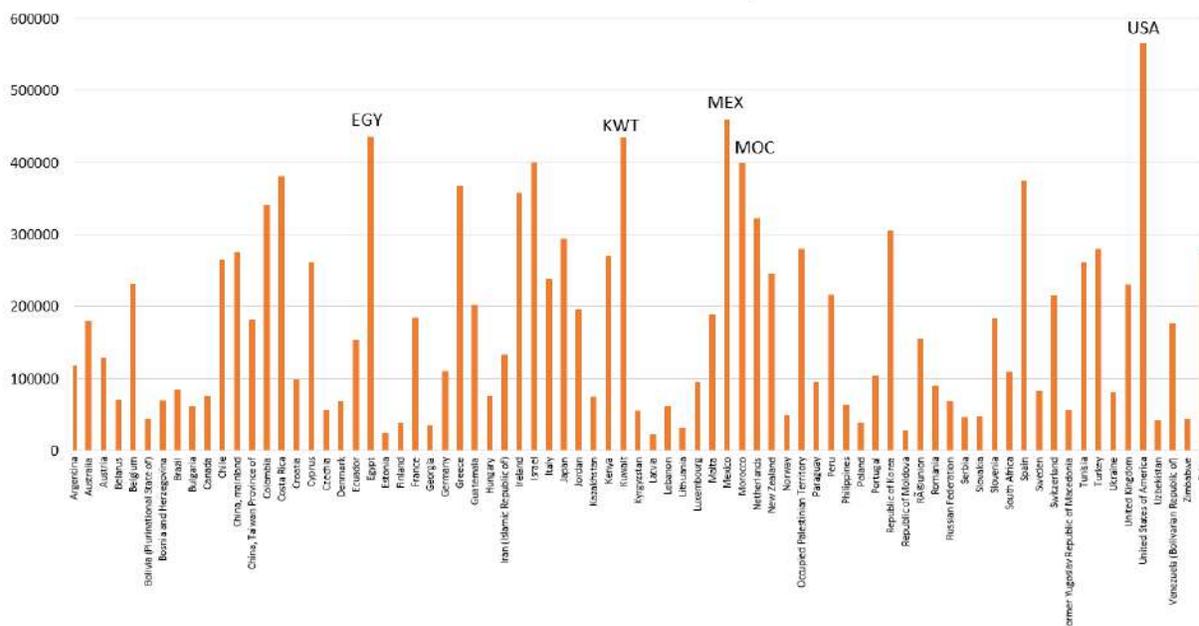


Figura 1. Producción mundial de fresa año 2014 (Faostat, 2017).

En México, para el año 2015 se registró una producción comercial en 14 Estados de la República, ubicando a Baja California en segundo lugar después de Michoacán (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Producción nacional de fresa en el año 2015 (Infosiap, 2017).

Ubicación	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
Aguascalientes	29.00	29.00	1,347.80	46.48	9,870.90	13,304.00
Baja California	2,531.25	2,531.25	82,607.73	32.64	22,403.29	1,850,685.19
Baja California Sur	121.00	121.00	6,825.00	56.40	17,107.96	116,761.82
Chihuahua	1.75	1.75	52.75	30.14	33,201.61	1,751.38
Guanajuato	1,000.75	1,000.75	32,645.05	32.62	5,963.72	194,685.93
Jalisco	246.00	246.00	9,930.60	40.37	13,237.49	131,456.23
Michoacán	5,870.50	5,780.50	253,536.55	43.86	13,545.85	3,434,367.72
México	329.50	329.50	5,312.50	16.12	5,641.70	29,971.55
Oaxaca	7.00	7.00	158.20	22.60	17,525.62	2,772.55
Puebla	5.50	5.50	24.51	4.46	12,265.61	300.63
Sinaloa	13.21	13.21	82.50	6.24	17,000.00	1,402.50
Tlaxcala	2.00	2.00	36.00	18.00	18,500.00	666.00
Veracruz	3.00	3.00	27.00	9.00	6,500.00	175.50
Zacatecas	3.00	3.00	39.00	13.00	18,000.00	702.00
	10,163.46	10,073.46	392,625.19	38.98	14,718.88	5,779,003.00

5.4. Hábitos de crecimiento

La fresa (*Fragaria* spp.) se adapta a diferentes condiciones ambientales, por lo que podemos encontrar diferentes respuestas de su floración, dependiendo las condiciones ambientales. Se clasifican en dos grandes grupos: Especies de día largo (LD) y de día corto (SD). La primera de ellas, inducen floración a través de fotoperiodos largos (días con longitud de luz mayor a 10 horas) con producción durante el verano. Las de día corto, son especies que se inducen a floración a través de fotoperiodos bajos críticos (días con longitud de luz menor a 10 horas).

La interacción entre temperatura y fotoperiodo tiene un efecto en floración, con producción principalmente en invierno y primavera. De allí se desprenden los genotipos de floración continua (EB) para estos grupos (Hytönen, 2009). Ver figura 2.



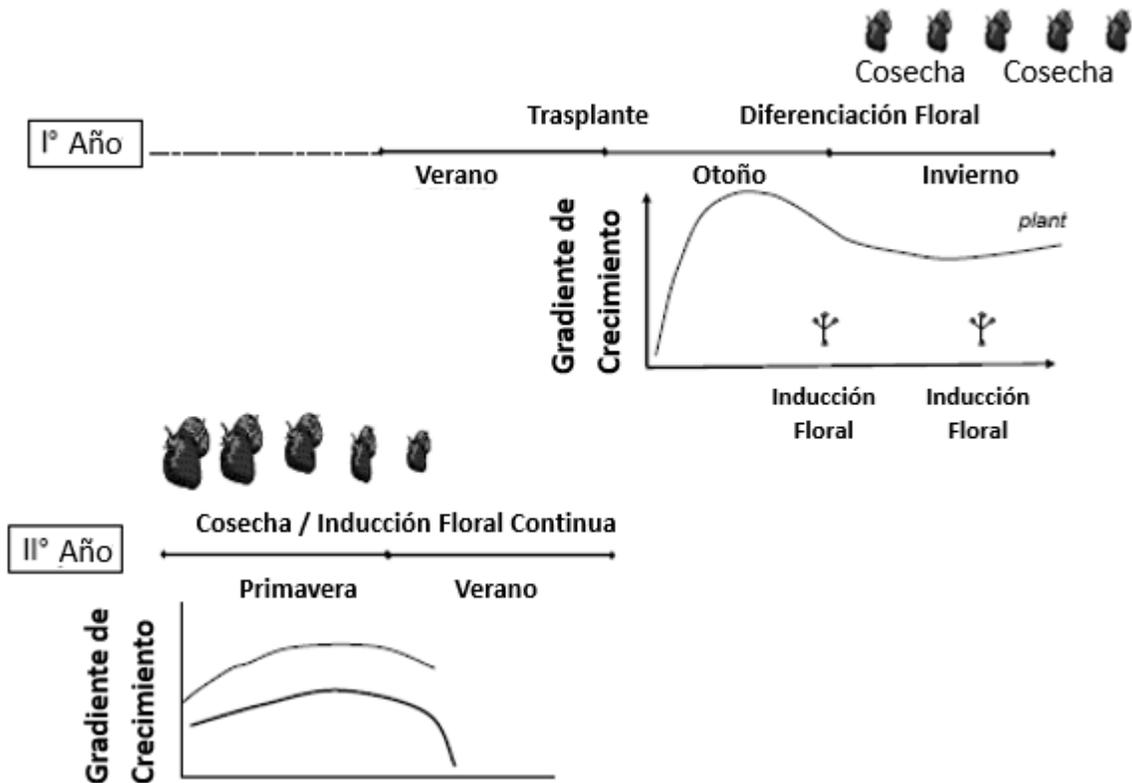
Fuente: Dennis, Lipecki, & Kiang, (1970); Durner, Barden, Himelrick & Poling, (1984).

Figura 2. Clasificación de los diferentes cultivares de fresa.

5.5. Producción de fresa en invierno

La tendencia general en las zonas productoras de fresa ha sido maximizar el periodo de producción, utilizando diferentes ubicaciones para tomar ventaja de la plasticidad de las variedades de día corto (SD), con genotipos de floración continua (EB) (Neri, Baruzzi, Massetani & Faedi, 2012). Según (Castoldi, Oliveira, Constancio & DeCosta, 2014). Estos genotipos están favorecidos y deben su éxito a la plasticidad en crecimiento, la colocación de su producción hacia el invierno y primavera. Asimismo contrarresta la escasez de fruta de otras regiones, obteniendo un diferencial mayor en el precio de la fruta. Ver Figura 3.

Cultivos de **Invierno - Primavera** con Plántula Fresca en el sur de Italia



Fuente: Neri, Baruzzi, Massetani & Faedi. (2012).

Figura 3. Ciclo de producción para la fresa en producción de invierno - primavera. El trasplante ocurre a principio de otoño (Octubre). La cosecha inicia a principios de Diciembre, con un pico de producción entre marzo y abril, terminando en Junio.

Según (Hytönen, 2009) los genotipos de día corto y de floración continua (SD-EB) cuentan con una característica importante para el mantenimiento y renovación de la planta, ya que adicional a su corona principal, emergen yemas auxiliares diferenciadas que generan coronas secundarias, las cuales tienen un gran efecto en la producción y determinan gran parte de la continuidad de la cosecha. Ver Figuras 4 y 5.

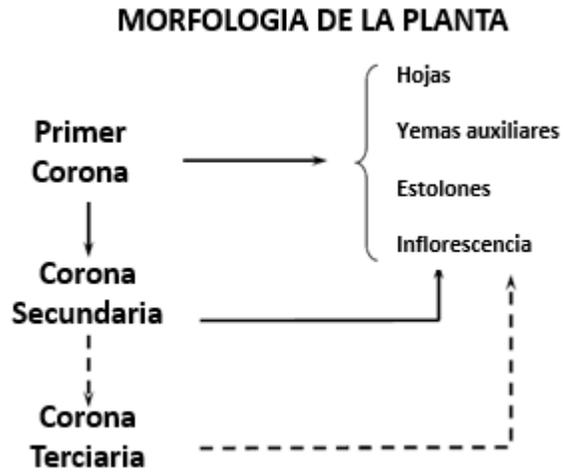


Figura 4. Estructura y fisiología (organografía) para variedades de floración continúa. Savini, (2003).

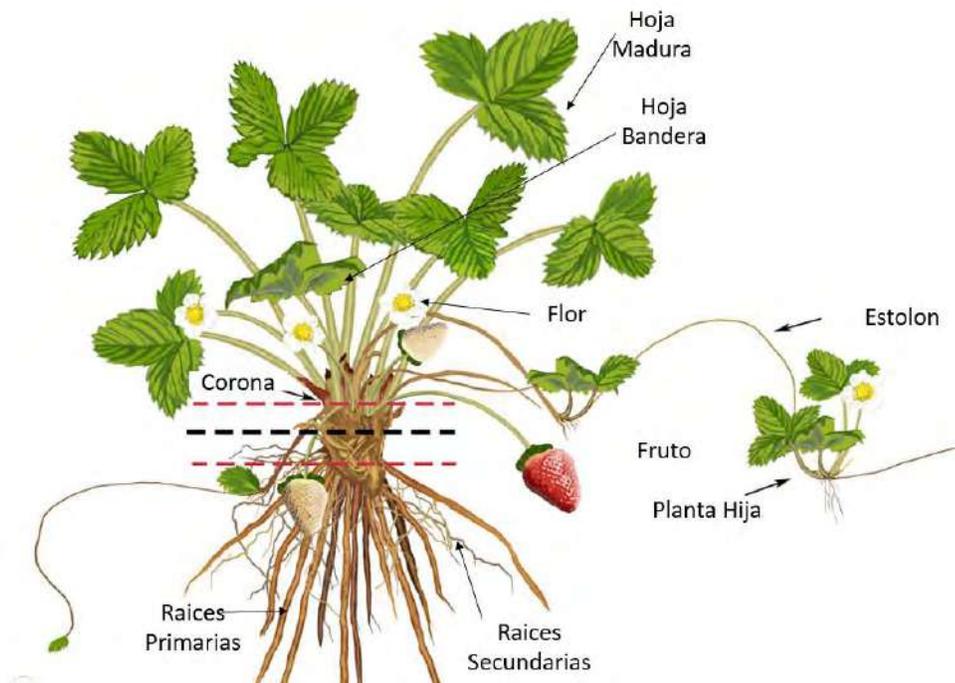
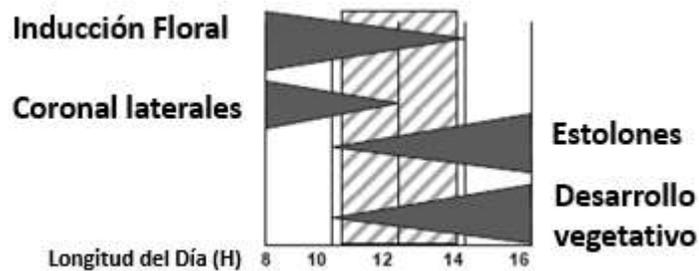


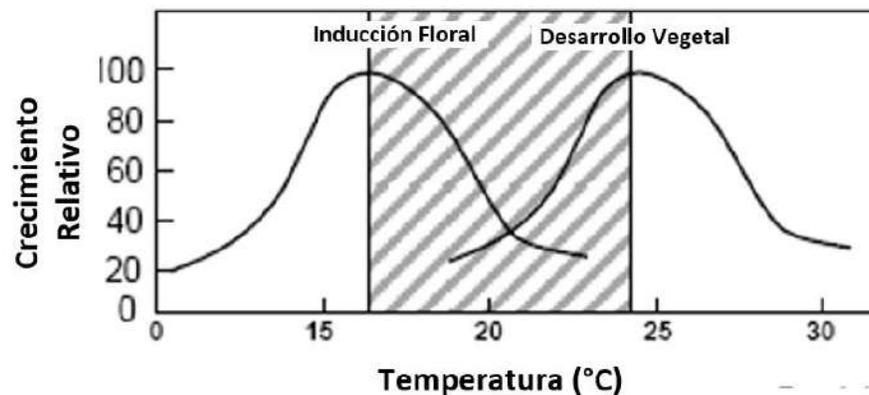
Figura 5. Descripción de la planta de fresa (Bonnie Plants, 2017).

Las características de óptima producción y calidad de fruta, se observan en las plantaciones del Sur de California, en Estados Unidos y en Baja California, México, donde la mayoría de la producción se ubica en zonas templadas y la temperatura oscilando entre los 13 y 24 grados centígrados (Strand, 2008). Esto se debe a las interacciones entre el fotoperiodo y temperaturas que se presentan principalmente en las áreas costeras (ver Figura 6 y 7).



Fuente: Hancock, (1999).

Figura 6. Diferenciación fisiológica dependiendo de la longitud del día. Las variedades SD-EB tienen un crecimiento generativo en días menores a 10 horas de luz. Cuando existen más horas luz, su expresión es vegetativa.



Fuente. Hancock, (1999).

Figura 7. Diferenciación fisiológica dependiendo las temperaturas. Las variedades SD-EB tienen un crecimiento generativo a temperaturas menores a 20°C. Cuando existen temperaturas superiores, su expresión es vegetativa.

5.6. Vivero para producción en invierno

Las plantas de fresa destinadas a la producción comercial son propagadas vegetativamente para mantener su integridad de su genética. En los viveros las nuevas plantas (hijas) son producidos a través de los estolones de las plantas madre, los cuales son cosechados para su trasplante, ya sea para la propagación en otros viveros o para producción de fruta (Strand, 2008). El éxito para la obtención de una calidad superior de planta comienza en el vivero, en el cual se debe asegurar el control y manejo de las variables descritas a continuación.

5.6.1 Plantas libres de plagas y enfermedades

En los viveros de Driscoll's, esto se logra generando plantas a través del cultivo de meristemas, lo cual elimina cualquier patógeno que estuviera en la planta madre, manteniéndose así mientras se encuentre aislada y libre de contaminación. Esto fortalece su vigor y mantiene las cualidades genéticas de la variedad, manteniendo alta productividad, ya que cada meristemo genera entre 100-200 plantas hijas (Larson, 2009).

5.6.2 Ubicación del vivero y condiciones de sacado.

Las distintas ubicaciones de los viveros para su desarrollo son de gran importancia, ya que para su mejor producción las plantas hijas generadas a partir del cultivo de meristemas se plantan en viveros de baja elevación, para una rápida propagación y poder ser certificadas con bloques registrados. Después las hijas producidas en estos bloques se plantan en viveros de alta elevación (Larson, 2009). Donde tendrán un desarrollo vegetativo y a su vez estarán induciendo la primer floración al término del crecimiento, justo antes de ser trasplantadas en los campos de producción, por lo regular en zonas cerca de la costa para su cosecha en invierno – primavera (Strand, 2008).

5.6.3 Condiciones fisiológicas de una planta para su trasplante.

Las condiciones fisiológicas para que una planta nueva (hija), se encuentre lista para su trasplante en un campo productivo, es el equilibrio entre tres parámetros diferentes: acumulación de horas frío, incremento en la cantidad de azúcares en la corona y tamaño de la misma. En los viveros de alta elevación (ubicados en el Norte de California y Oregón) a medida que se disminuye el fotoperiodo y las temperaturas comienzan a disminuir, en la planta se reduce el crecimiento foliar y la respiración, pero a su vez se incrementa el crecimiento radicular, de corona y comienza la diferenciación floral (Strand, 2008).

Para las variedades con producción de invierno – primavera, los rangos óptimos en cuanto a la acumulación de horas frío está en el rango de 150 a 350 horas frío ($< 45^{\circ}\text{F}$ o $< 7^{\circ}\text{C}$), con una acumulación de azúcares totales mayor a 5° Brix y un diámetro ó tamaño de corona mayor a 10 milímetros (Larson, 2009).

5.6.4 Selección de planta, almacenamiento y transporte

Normalmente la extracción de la planta de fresa en vivero se realiza mecánicamente, durante la noche para evitar estrés por viento y calor sobre todo en la raíz, ya que la plantación se considera a raíz desnuda. Después se realiza una selección manual y un corte (trim) eliminándose todas las hojas, seleccionando las plantas con un diámetro superior a los 10 mm para su posterior almacenamiento en cajas de cartón ventiladas. En promedio se almacenan 1000 plantas por caja y las cuales son transportadas en camiones refrigerados hasta su destino de plantación. Estas cajas deben de estar a una temperatura de 3°C , pudiendo las plantas estar almacenadas hasta 30 días bajo esa temperatura. Pueden existir algunos riesgos como la dispersión de algún hongo y una acumulación extra de horas frío, resultando en un crecimiento vegetativo excesivo (Driscoll's, 2013).

5.7. Establecimiento y calidad de la planta

Para tener una buena producción de fresa, es necesario proveer un ambiente óptimo de crecimiento. Este inicia con el trasplante, el cual genera un estrés a la planta, por lo que es importante la comprensión del mismo para contrarrestarlo y tener un buen desarrollo fisiológico de la planta. Las medidas para combatir el estrés en la planta varían año con año en relación a diferentes factores como lo son: el frío acumulado, variedad, vigor, tipo de suelo, tipo de agua, presión patológica, sanidad, temperaturas máximas y mínimas, entre otras. (Larson, 2009).

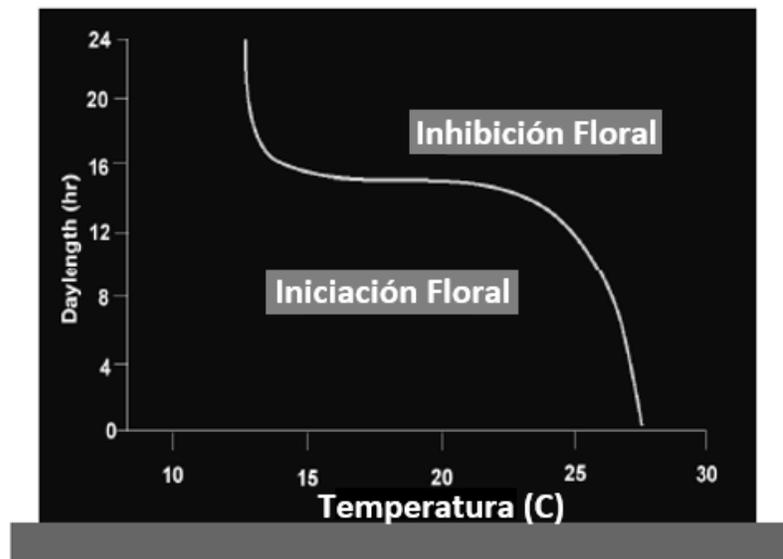
El 90% de la composición de la planta de fresa está formado por carbono, hidrogeno y oxígeno, por lo que los nutrientes minerales como nitrógeno, fosforo, calcio, potasio, azufre y magnesio, se requieren en grandes cantidades para generar su desarrollo, fructificación y desarrollo de nuevas raíces. La fertilización debe ir aumentando de una manera balanceada y complementada con enraizadores y aminoácidos según la etapa fenológica, para lograr un óptimo desarrollo, en un ambiente de humedad suficiente (4 -10 bar de presión). Una regla general para los productores de fresa, es que el rango de crecimiento máximo para el desarrollo de la planta ocurre entre 15 y 26°C (Strand, 2008).

5.8. Diferenciación e inducción floral

Varios estudios concuerdan en la existencia de un antagonismo entre el desarrollo generativo y vegetativo, (Brown & Wareign, 1965), por lo que el entendimiento de la regulación, iniciación e inducción floral es un proceso complejo ya que se relaciona con el desarrollo vegetativo. Varios procesos metabólicos y análisis moleculares, fueron necesarios para identificar como estos procesos están controlados por separado y como tienen una gran interacción (Hytönen, 2009). Para las variedades de día corto (SD) tienen la característica de que la inducción floral se ve afectada por dos

parámetros dependientes uno del otro, como son la longitud del día y temperatura (día y noche). Cuando las yemas son expuestas a días con fotoperiodos menores a 14 horas comienza la inducción floral. Cabe mencionar que la inducción floral aun depende de la temperaturas del día, ya que estas deben de estar por debajo de los 25°C para inducir la floración en invierno, para después lograr una continuidad en la inducción e iniciación floral en primavera, verano e incluso otoño. Cuando el fotoperiodo se incrementa y después se reduce, y asimismo las temperaturas del día son más elevadas, estas variedades (SD) continuaran induciendo floración, siempre y cuando la temperatura durante la noche no supere los 65°F (18°C) (Strand, 2008). Ver Figura 8.

Control de la Floración en Cultivares de Fresa Productoras de Verano (Longitud del Día / Interacción con la Temperatura).

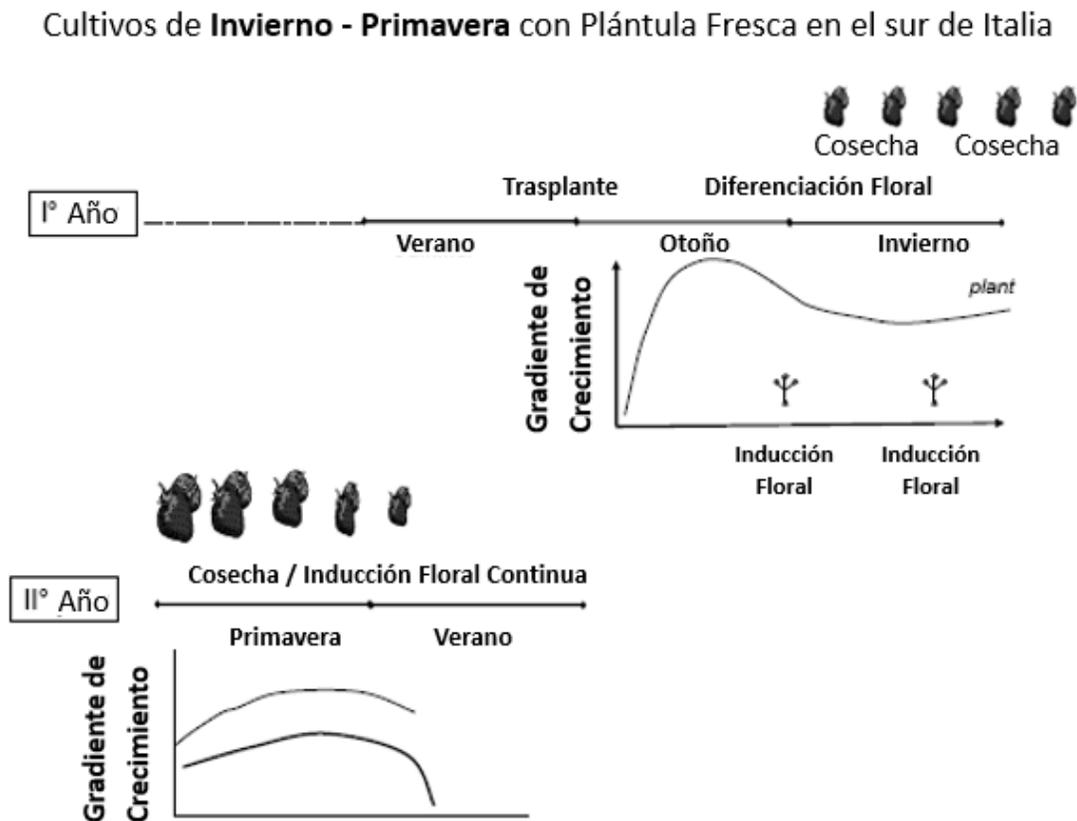


Fuente: Yanagi & Oda, (1993).

Figura 8. Respuesta de la floración (Interrelación longitud del día y temperatura).

5.9. Flujos de producción

Las condiciones climáticas que prevalecen para el norte de Baja California, convierte a las variedades de fresa cultivadas por Berrymex como ideales para su producción, ya que se logra producir fruta temprana a principios de Diciembre, colocando esta producción principal (producción en fresco) en una ventaja, ya que en las oportunidades de mercado como navidad, año nuevo, 14 de Febrero y otras, se puede contar con un sobre precio en la fruta, con la oportunidad de continuar su cosecha para la industria (fruta de proceso) hasta finales de Julio (Berrymex, 2015).



Fuente. Neri, Baruzzi, Massetani & Faedi, (2012).

Figura 9. Ciclo de producción para la fresa en producción de invierno – primavera.

VI. HIPOTESIS

- 1) El frío artificial no es suficiente para eliminar la diferencia de vigor e iniciación floral, entre las generaciones de plantas (hijas) procedentes de vivero en años con otoños cálidos.

- 2) La aplicación de aspersión y sombreo durante el establecimiento de planta, para disminuir la temperatura, elimina las diferencias en vigor y tiempo para la iniciación floral, obteniendo una producción más uniforme.

VII. METODOLOGIA

7.1. Selección de planta (generaciones y tamaños)

El cultivo de la fresa comúnmente genera una variabilidad en la calidad y cantidad de hijas o plantas para producción, esto está relacionada con las generaciones de hijas y cantidad de cada una de ellas, debido a la madurez o juvenilidad que generan hasta ser cosechadas (Figura 6). Por lo que las plantas con mayor diámetro de corona pertenecen a las dos primeras generaciones de hijas y las plantas con un menor diámetro en las siguientes dos últimas generaciones. Cabe mencionar que para Berrymex el estándar que se recibe en un 90 %, son plantas con un diámetro mayor a 10 mm de corona, la cual normalmente llega a principios de octubre a los ranchos comerciales de la empresa (7 de octubre 2015), procedentes del vivero del rancho Tulelake, al norte de California, en Estados Unidos. El personal de Driscoll's en los hangares de selección (*trim sheds*), separaron y etiquetaron 250 plantas de tres diferentes diámetros de coronas, quedando caracterizadas de la siguiente manera:

- 250 plantas con un diámetro de 13 mm consideradas como primeras hijas.
- 250 plantas con un diámetro de 10 mm consideradas como segundas hijas.
- 250 plantas con un diámetro de 7 mm consideradas como terceras hijas.



Fuente, Larson, (2009).

Figura 10. Influencia de las generaciones de hijas y fechas de enraizamiento de las mismas en el tamaño de plantas una vez cosechadas al 1 de octubre.

7.2. Aplicación de frío artificial

En los campos comerciales de fresa de Berrymex y productores independientes de Driscoll's, comúnmente utilizan la práctica de aplicación artificial de frío a 3°C, ya que esta nivela la acumulación natural de horas frío en la corona, generando de esta manera en la mayoría de las variedades una respuesta en vigor y uniformización, cuando se utiliza de una manera moderada de 5 a 10 días. Sin embargo si se exceden esos días se tiene un efecto a favor del crecimiento vegetativo exagerado, disminuyendo considerablemente la producción (Berrymex, 2015).

7.3. Experimento 1 Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

Al momento de recibir las plantas de vivero (11 Oct. 2015), cada sección de 250 plantas de los diferentes diámetros de corona o generaciones de hijas, se dividió por mitad (125 plantas) plantándose directamente al día siguiente (12 Oct.). A la siguiente mitad se les aplicaron 5 días extras de frio artificial, para después ser plantadas (16 oct 2015). Quedando los tratamientos como se muestra en la Cuadro 3.

Cuadro 3. Descripción de los diferentes tratamientos para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de fresa, y la influencia del frio artificial para su uniformidad.

250 plantas 13mm / 1ra hija		250 plantas 10mm/2da hija		250 plantas 7mm/3ra hija		250 plantas 10mm	
125 plantas plantación directa campo	125 plantas plantación +5 días frio extra						
10/10/2015	15/10/2015	10/10/2015	15/10/2015	10/10/2015	15/10/2015	10/10/2015	15/10/2015
tratamiento 1	tratamiento 2	tratamiento 3	tratamiento 4	tratamiento 5	tratamiento 6	testigo 1	testigo 2

7.4. Preparación para la plantación

El éxito de una buena temporada depende mucho del inicio en la plantación, para obtener un vigor óptimo, crecimiento uniforme, así como incrementar los rendimientos y reducir el impacto por replante. La selección de la fecha de plantación es muy importante ya que ayuda a promover el vigor de la planta y mejorar el rendimiento. Si se planta anticipadamente, estos factores se verán reducidos, así como el riesgo de la aparición de fruta deforme es muy alto. Por el contrario si se planta muy tarde, debido a que en su almacenamiento está bajo frío, entonces resultará con crecimiento excesivo, formación de estolones, retraso en la floración, y otros defectos. Para la variedad Marquis en Baja California, México, al ser una planta vigorosa, se ha encontrado que la mejor fecha de plantación es a partir del día 5 y como límite el 15 de Octubre.

La plantación se hace a una densidad de 22,000 plantas por acre, en camas de 40 pulgadas con dos líneas de plantas y una cinta de riego de alto flujo de 65 gpm/100 mts. Esto con una separación entre plantas de 14 pulgadas, utilizando acolchado gris para brindarle una temperatura de suelo moderada durante la temporada. La plantación se hace de manera tradicional (manual), para la cual se utilizan 25 personas por hectárea cada día de plantación. Cabe mencionar que es una de las actividades que requiere la mayor cantidad de personal para un periodo de tiempo muy corto, ya que en un promedio de 20 días, deberán estar plantadas en la totalidad de los ranchos. Esta actividad es de suma importancia por el poco tiempo disponible para plantar. Asimismo en este periodo, se pueden llegar a generar hasta más 600 empleos temporales en toda empresa.

7.5. Inspección de la planta

Una vez que se recibe la planta del vivero, se realiza una inspección para evaluar la calidad de la planta, donde se realiza un conteo de plantas por caja, separación por diámetros de la corona, contenido de °Brix en la corona, presencia de hongo o moho, por excesos de humedad durante el almacenamiento y evaluación de la raíz. Esta última debe ser abundante y con suficientes raíces jóvenes para un rápido trasplante y establecimiento.

7.6. Tratamiento de la planta

Si bien el vivero lleva un programa estricto de inocuidad y constantes fumigaciones o esterilizaciones del suelo donde se reproducen estas plantas, no se está exento de la presencia de patógenos (en su mayoría hongos), los cuales si bien pueden estar presentes en vivero y no presentar síntomas. Pero cuando se lava la raíz para prepararse para exportación a México (raíz desnuda), se generan las condiciones ideales para su desarrollo, durante el almacenamiento y transporte. Sumado a este problema, se tiene que en las diversas inspecciones para llegar a su destino, se rompe la cadena de frío, aumentando la posibilidad de desarrollo de hongos en las plantas, por lo que es necesario realizar un tratamiento correctivo, para evitar poner en riesgo la producción de ese año, así como evitar la infección de nuestro suelo. Para la empresa BerryMex, dentro del programa orgánico se utiliza el producto Oxicare (peróxido de hidrogeno al 28%), el cual está incluido para su utilización en campos orgánicos, según la lista autorizada de Driscoll's. Esta inmersión se realiza a una dosis del producto de 1:1000 lts de agua y se agrega en las cajas de plantas, dejándolas sumergidas y reposando por lo menos 2 minutos, para después poner a escurrir el exceso de agua en las cajas. Posterior a este proceso, las plantas están listas para ser plantadas.

7.7. Plantación

La labor de plantación si bien se escucha relativamente sencilla, en realidad es bastante complicada y existen algunos puntos críticos para el establecimiento de la planta. Primero que nada la estructura de la cama y la perforación en el plástico, deben estar a la medida exacta y alineada con la cinta de riego, para lograr la densidad adecuada. La humedad en el suelo, debido a que es un trasplante que se realiza a raíz desnuda, ésta llegará a un ambiente ajeno donde la humedad juega un papel clave, por lo que se debe asegurar que la cama donde se va a plantar, haya sido regada con anterioridad, incluso de ser posible, ir colonizando la cama con agentes benéficos y microorganismos que ayudaran al establecimiento de la planta. La acción de plantar ocurre en segundos, ya que las personas en una jornada de trabajo pueden llegar a plantar alrededor de 2,200 plantas.

Antes de colocar la planta en la cama, se debe realizar una inspección visual, desechando las que tengan con defectos, como cortes de corona y raíces sin pelos radiculares. Después se debe colocar la raíz completamente vertical dentro de la perforación en la cama. Este punto es clave ya que el principal crecimiento de la raíz es hacia abajo para su anclaje. A continuación se revisa la profundidad a la que quedará la corona de la planta, a medida de que se va cubriendo y compactando el orificio donde se plantó. Estas dos acciones que se realizan a la par son de suma importancia, ya que la corona debe de quedar ligeramente por encima del suelo, para permitir el desarrollo de nuevas coronas hacia arriba y generar nuevas raíces hacia abajo (ver Figura 11). La cobertura y compactación del orificio donde se plantó debe quedar libre de huecos o aire, ya que las raíces que estén en esos huecos se pueden secar y al momento del riego son lugares donde se concentra la humedad, generando problemas de pudrición y ahogamiento de raíz.

A fin de evitar esto, se recomienda realizar un riego pesado de al menos 45 minutos después de la plantación, con la adición de microorganismos benéficos y desestresantes, así como enraizadores para proveer un establecimiento exitoso, seguido de riegos ligeros pero continuos por al menos una semana. El monitoreo del establecimiento es esencial para determinar el porcentaje de replante ya que comúnmente en BerryMex, se presenta un porcentaje de replante, inferior al 3%, por lo que a los 7 días es necesario regresar a replantar donde no se observe actividad o desarrollo.

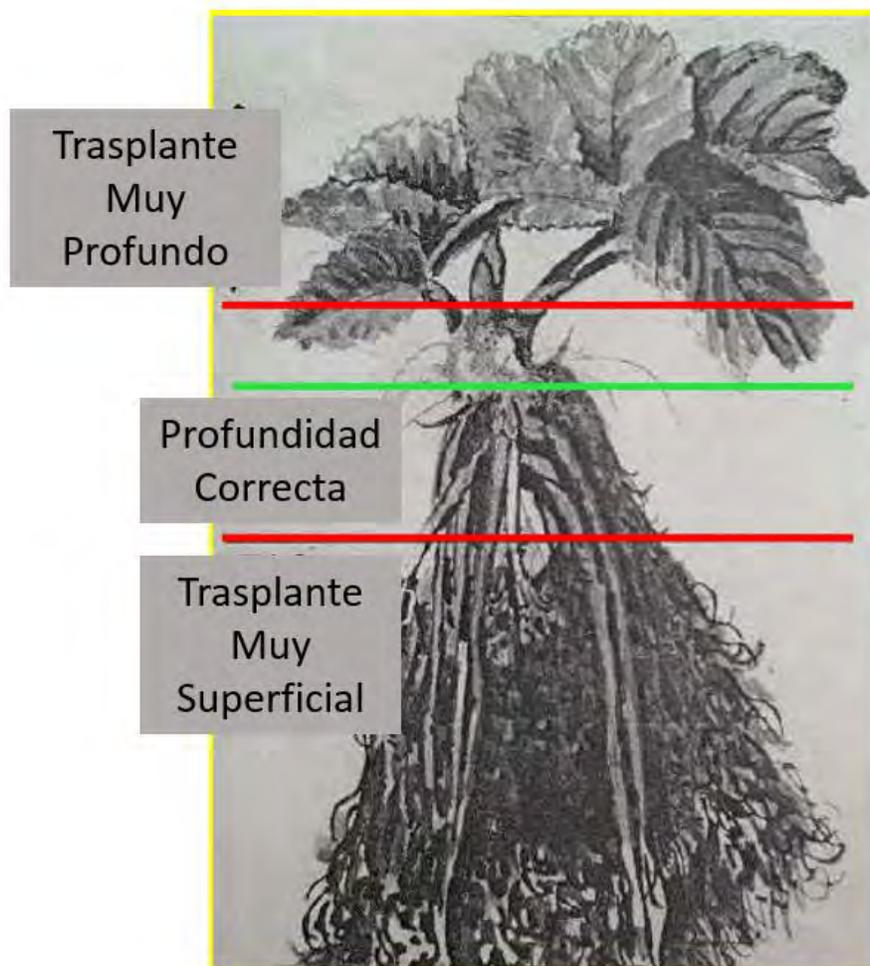


Figura 11. Profundidad ideal para el trasplante de fresa, fuente. Larson (2009).

7.8. Microaspersión

El apoyo para el establecimiento de la planta con aspersión y disminución del estrés, al cambio generando por un ambiente más confortante, ha sido utilizado por muchos años, pero se ha disminuido por los altos requerimientos de agua. Sin embargo en estudios recientes (Massetani, Savini & Neri, 2013). Se muestra la utilización de la aspersión como método de inducción floral, ayudando a mantener las temperaturas por debajo de los 25°C. Esta necesidad se ha incrementado en los últimos años debido al cambio climático, donde en Baja California se han tenido otoños e inviernos más cálidos con temperaturas de hasta 40°C en Octubre. Por esta razón, se instaló un sistema de riego por aspersión marca *Jain Irrigation Systems*, línea Mamkad 16, por arriba de las camas de fresa con una línea de aspersores cada 4 camas (160 pulgadas), a lo largo de la misma cada 140 pulgadas, intercalando los aspersores entre líneas para lograr una cobertura uniforme en una llave.

Esto con un consumo de 135 litros por hora, a 2 bares de presión, los cuales se utilizan por no menos de 10 minutos por cada media hora, durante las horas de máximo calor. Debiéndose monitorear la temperatura cada 10 minutos, almacenándose los datos.

Estas reducciones de temperatura se deben realizar durante 4 semanas después de plantación, ya que se conoce que es el momento crítico para la inducción y diferenciación floral, coincidiendo con el cambio definitivo de estación a invierno.

7.9. Nivel de sombra

El sombreado es una técnica que complementa la aspersión, ya que ayuda a disminuir la temperatura de la planta evitando los rayos directos del sol, por lo cual se evaluaron cinco diferentes métodos de sombreado.

- Malla sombra negra con un 45% de sombreado.
- Malla sombra negra con un 30% de sombreado.
- Malla sombra negra con un 15% de sombreado.
- Malla sombra blanca con un 10% de sombreado y refección de luz.
- Agrivon con un 10% de sombreado y refección de luz.

Se optó por el agrivon como una opción de sombreado ya que normalmente en años fríos, se tiene la probabilidad de heladas y se utiliza como protector, funcionando como sombreado y reflector de los rayos solares, permitiendo la disminución de temperatura. Asimismo, al ser este un material de doble uso, permite ahorro en la producción.

7.10. Experimento 2 Mapeo de los diferentes niveles de sombra y la influencia de la aspersión para su uniformidad.

Una vez terminada la plantación el día 7 de octubre se cubrieron los túneles con las cinco diferentes mallas sombras y se comenzaron los riegos por aspersión, dejando un área sin sombreado pero con aspersión, así como un cuadro del mismo vivero y fecha de plantación sin aspersión, ni túnel como testigo, quedando tratamientos como se observan en la Cuadro 4. Por lo que puede decir que entre los 6 tratamientos y el testigo, se tiene un escalamiento en la intensidad de sombreado y aspersión, teniendo un efecto en la manipulación de las temperaturas. Esto con la intención de poder determinar el efecto de los mismos y hacer una correlación en base a la temperatura estimada del año, así como agronómicamente tener las bases de ubicación y características climatológicas, para decidir cuál de las intensidades de sombreado y aspersión se deberá aplicar.

Cuadro 4. Descripción de los diferentes tratamientos para el experimento 2, Sombreo y aspersión para la diferenciación floral.

Plantas variedad Marquis del vivero MCDSA-MX 1002 con fecha de sacado 03 oct 2015 plantadas el día 07 de octubre 2015.						
Micro aspersión	Micro aspersión	Micro aspersión	Micro aspersión	Micro aspersión	Micro aspersión	N/A
malla sombra negra 45%	malla sombra negra 30%	malla sombra negra 15%	malla sombra blanca 10%	Agrivon 10% de sombreado	N/A	N/A
tratamiento 1	tratamiento 2	tratamiento 3	tratamiento 4	tratamiento 5	tratamiento 6	testigo

7.11. Variables a medir.

Para ambos experimentos se realizarán mediciones quincenales a partir del 25 de noviembre 2015 y hasta mediados de Febrero 2016, ya que a partir de esa fecha es cuando la temperatura se mantiene menor a 25°C logrando una uniformidad general en las plantas en vigor y floración. Esto para determinar el vigor de las plantas, su uniformidad, el tiempo a la inducción y diferenciación floral.

7.12. Vigor de la planta y uniformidad.

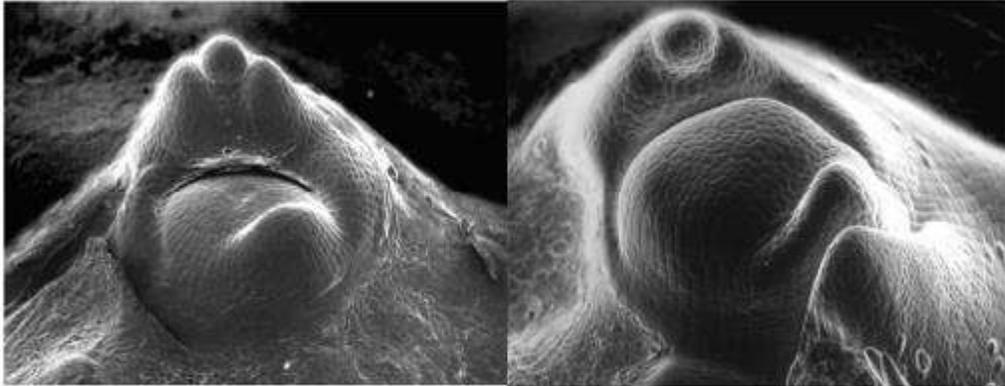
El vigor de la planta depende de la calidad y características proporcionadas en vivero, la exposición a frío suplementario y el efecto a las condiciones en campo, por lo que para este parámetro estaremos utilizando las siguientes mediciones:

- Tamaño de planta.
- Peso total seco de la raíz corona y hojas.
- Área radicular.
- Área foliar.
- Análisis de crecimiento destructivo.
- Tipo de hojas.
- Número de hojas.
- Conteo de nuevas coronas.
- Diámetro de nuevas coronas.
- Estolones.
- Racimos o botones florales

7.13. Mapeo floral

La planta de fresa es una rosácea herbácea perene, posee entrenudos y ramificaciones como cualquier otra rosácea, pero extremadamente cortas. Dentro de la estructura de fresa se tienen yemas de las hojas, las cuales se presentan en espiral al eje de la planta, desarrollando los meristemas auxiliares que generan ya sea a estolones o coronas secundarias, dentro del mismo eje (Savini, Neri, Zucconi & Sugiyama, 2005). Todo este desarrollo de alrededor de 5 ó más órganos, tiene un crecimiento asombrosamente rápido y dinámico, ya que todo esto sucede en los primeros 4 centímetros de la planta. Por esta razón es necesaria la técnica del mapeo floral con ayuda de un microscopio, para disertar e identificar el estado en que se encuentran las yemas, ya sea de forma vegetativa o generativa, no necesariamente al momento de la inducción, por que las diferencias son mínimas (Figura 8), por lo que debemos buscar estructuras ya diferenciadas, las cuales como cualquier otra yema floral, se ven abultadas con un desarrollo de mayor tamaño. Es por esto que el momento ideal para realizar esta técnica, es una vez comenzada la diferenciación y desarrollo (Massetani, Savini & Neri, 2013). Ver Figura 12.

Iniciación Floral

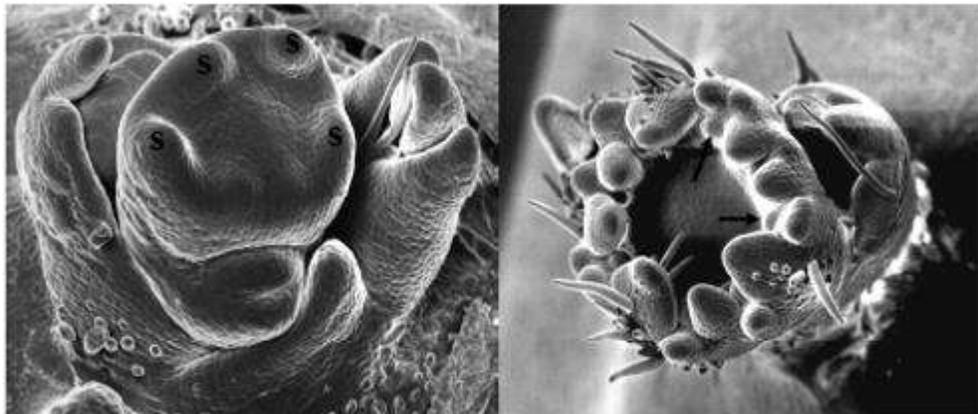


Botón Vegetativo

Botón Floral

Figura 12. Iniciación floral en yemas vegetativas y florales, fuente. Taylor (2002).

Diferenciación Floral



Sépalo (S) Primario
en la Flor Primaria

Pétalos Primarios
Señalados

Figura 13. Yema floral ya diferenciada y en desarrollo, fuente. Taylor (2002).

Estos esquemas nos ayudan al entendimiento y el tiempo para realizar la disección de las coronas y comprender de una mejor manera los procesos de iniciación, inducción, diferenciación y desarrollo floral, con los cuales podemos determinar la uniformidad en la floración, tomando en consideración las siguientes mediciones para ello.

- Porcentaje de Juvenilidad vs Generatividad técnica de mapeo floral.
- Tiempo a la iniciación floral por medio de la técnica del mapeo floral

7.14. Producción

Como cualquier otro cultivo extensivo, nuestra prioridad es la producción de fruta para abastecer las necesidades del mercado y generar ganancias. Por este motivo Berrymex, ha diseñado un sistema de rastreo de la producción, donde se pueda separar cada uno de los tratamientos y su producción de cajas por acre, desde el inicio hasta el término de los experimentos en febrero. Cabe mencionar que para este caso no solo estaremos viendo las cajas por acre, sino también la curva de producción que genera cada tratamiento, (ya que el precio de la fresa es variante y va disminuyendo conforme avanza la temporada), la cantidad de cajas que se produce y la combinación con su precio, de acuerdo a la semana de colocación en el mercado (Berrymex, 2015). Las dos variables a medir durante este proceso serán:

- Producción.
- Curva de producción.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Resultados experimento I. Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

Para el experimento de diámetro de coronas y adición de frio para la diferenciación floral, en este experimento estamos aceptando la hipótesis planteada para el primer experimento, donde:

El frio artificial no es suficiente para eliminar la diferencia de vigor, iniciación floral e interrupción de la producción entre las generaciones de plantas (hijas) procedentes de vivero en años con otoños cálidos.

En la Figura 14 podemos apreciar que todos los tratamientos presentaron una interrupción en la floración (Gap en la producción), por lo que podemos demostrar que el diámetro de coronas y la adición de frio artificial no es suficiente para la inducción e iniciación floral.

Donde se puede apreciar que si existen diferencias por vigor y adición de frio ya que los diferentes tratamientos comenzaron de forma dispersa en base a número de frutos, debido al diámetro de la corona y el vigor adicional por el frio extra. En el caso del tratamiento de 10 mm + 5 días de frio artificial, superó a todos los tratamiento al inicio pero al igual que todos su producción se vio interrumpida para la fecha del 17 de Enero, cabe mencionar que la fecha de los análisis destructivos fueron arbitrarios cada 30 días.

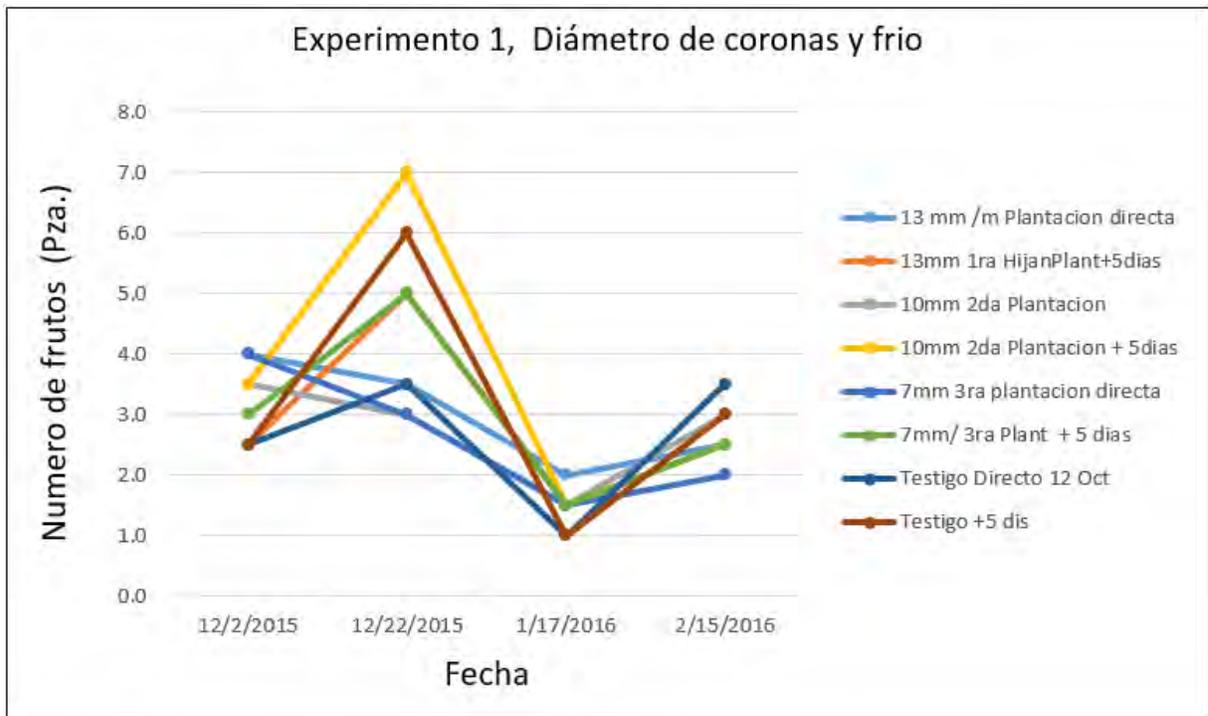


Figura 14. Grafica para la variable de número de frutos por planta, para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

De una manera más ilustrativa podemos ver en la Figura 15, que la aparición de botones florales visibles en las plantas mediante la técnica del mapeo floral, se presenta hasta la fecha del 17 enero, lo que nos indica que no se diferenciaron botones florales anteriores a esta fecha.

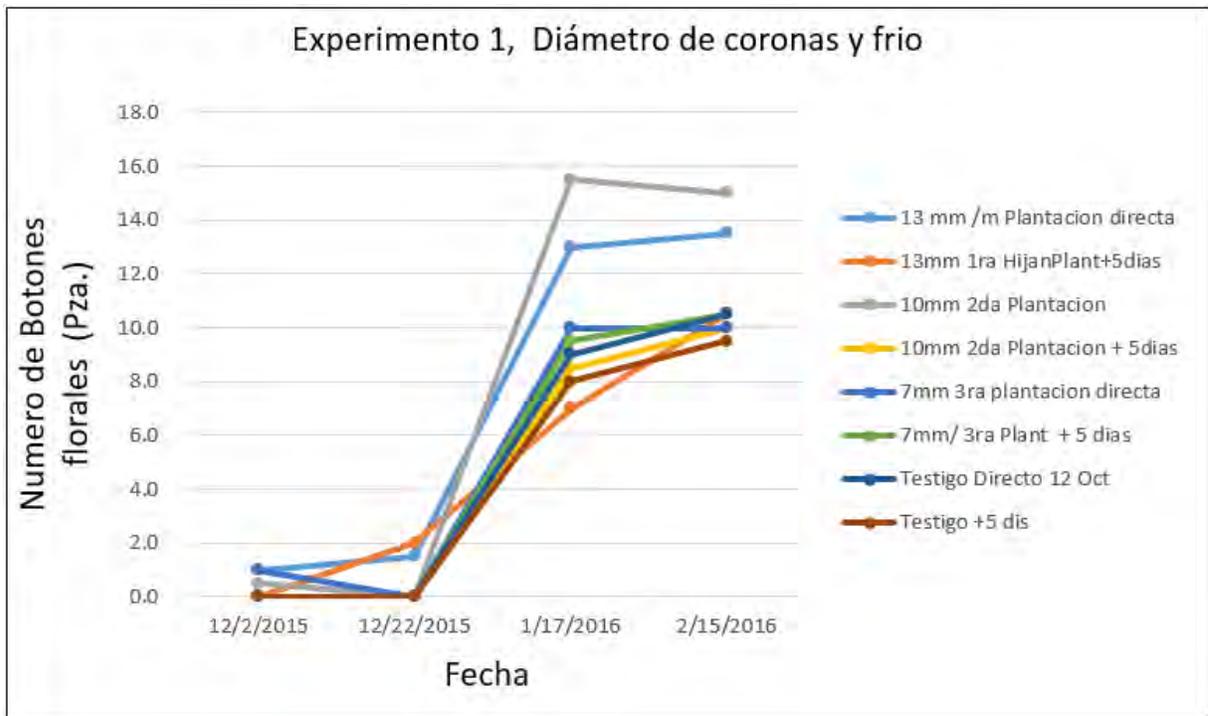


Figura 15. Número de botones florales por planta, para el experimento 1, Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

Esta tendencia se vio durante los primeros meses después de la plantación durante el mes de Enero, si bien es el inicio de cosecha pero representa la ventana de precios máximos donde la curva de producción se ve afectada y donde la planta no tiene las condiciones para diferenciar flores/frutos, por lo que se pierde la oportunidad de colocar la fruta en esta ventana. Para ilustrar mejor la tendencia podemos ver en la Figura 16 donde se muestra la interacción entre el precio y la curva de producción.

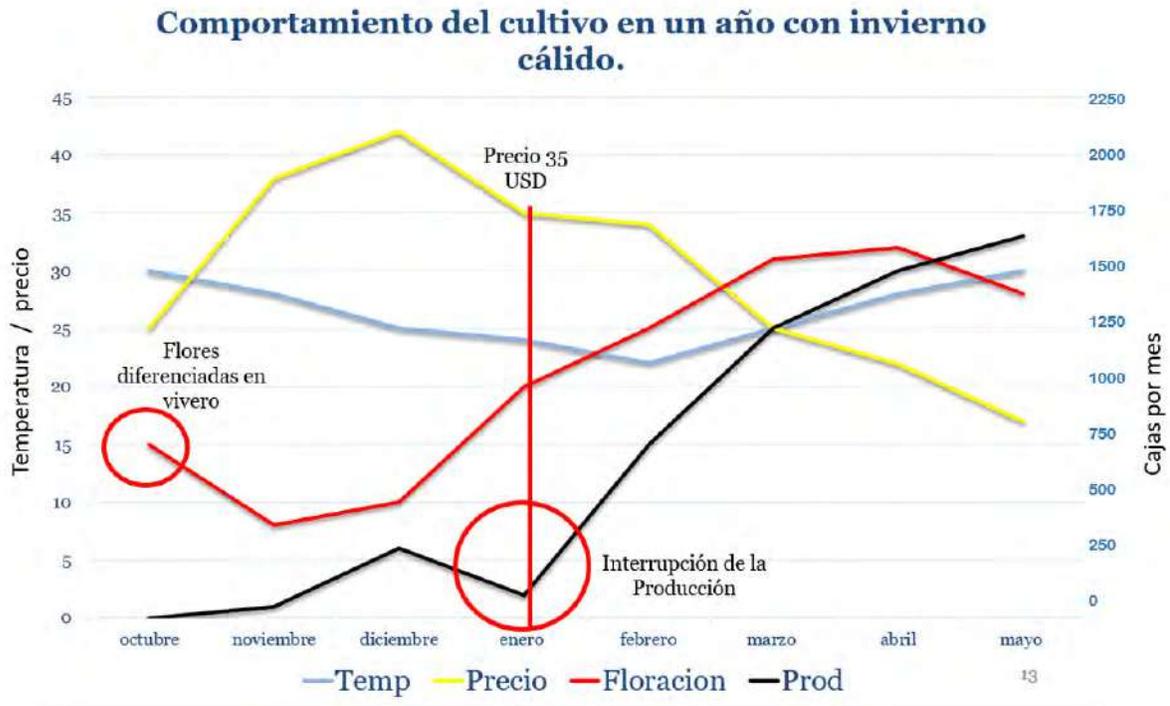


Figura 16. Comparación del comportamiento de la producción contra el precio de la caja de fresas, en el mercado durante un año cálido, con interrupción en la producción para el experimento 1. Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frío adicional para su uniformidad.

Mediante los análisis destructivos se observó que después de la interrupción en la producción todos los tratamientos comenzaron rápidamente a diferenciar flores de nuevo ya que para el análisis destructivo del 17 de enero se comenzaron a ver botones florales (Figura 15), los cuales para el análisis destructivo del 15 de febrero ya mostraban frutos (Figura 14) y por ende reanudar su producción normal debido a las temperaturas menores a 25°C durante la etapa de inducción floral. La producción para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frío adicional para su uniformidad, se comportó de una manera normal, con producciones totales dentro de la media para San Quintín como se puede ver en la Figura 17, donde se observa una diferencia positiva con mayor número de cajas por acre en los tratamientos sin adición de frío artificial.



Figura 17. Grafica de la producción total por acre, para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

Los resultados del experimento I nos indica que para un año cálido en San Quintín no es necesario el frio adicional para obtener una mayor producción, al contrario detiene su crecimiento ya que las plantas que se plantaron directamente tuvieron un mejor crecimiento contra las que se plantaron después. Otro punto es que las condiciones en el vivero fueron ideales en base a la acumulación de frio, sin embargo como lo hemos mencionado este experimento tuvo el propósito de evaluar si la adición de frio y el tamaño de coronas tendría una respuesta positiva en la interrupción de la producción, poder colocar fruta en la ventana de producción de mayor precio y mantener a los trabajadores con una cosecha continua, por lo que en la Figura 18 podemos apreciar la interrupción de la producción a mediados de Enero, a pesar de las diferencias en vigor y cajas totales a final de temporada, así como una tendencia normal en el pico general de producción y flujos.

Experimento 1 diámetro de coronas y frio

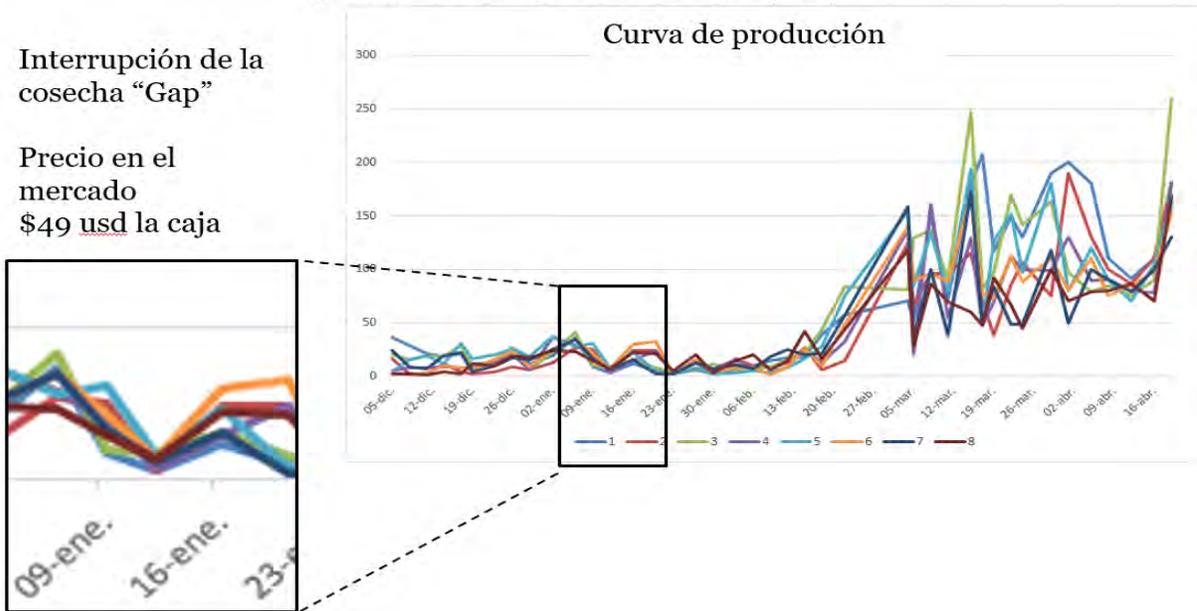


Figura 18. Curvas de producción en los diferentes tratamientos, para el experimento 1, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

8.2. Discusión experimento 1. Mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frio adicional para su uniformidad.

Para el experimento de diámetro de coronas y adición de frio para la diferenciación floral. Tenemos una diferencia en la producción de cajas, entre las plantas que tuvieron frio adicional, esto debido a que las plantas que se metieron al frio tardaron más en generar flores, ya que las condiciones de este año fueron favorables en vivero (buena acumulación de frio natural) y al tener un otoño cálido las plantas sin frio comenzaron a desarrollar y producir más rápido, sin embargo, todos los tratamientos tuvieron una interrupción en la inducción e iniciación floral, generando un GAP en la producción, independientemente del vigor de la planta, tamaño de coronas, o adición de frio artificial.

8.3. Resultados experimento 2. Mapeo de los diferentes niveles de sombra y la influencia de la aspersion para su uniformidad.

Para el experimento del mapeo de los diferentes sombreos y aspersion adicional para la diferenciacion y uniformidad floral, estamos comprobando la hipotesis planteada. Donde:

La aplicacion de aspersion y sombreo durante el establecimiento de planta, para disminuir la temperatura, elimina las diferencias en vigor y tiempo para la iniciacion floral, obteniendo una produccion mas uniforme.

En la Figura 19 se aprecia que todos los tratamientos presentaron diferente cantidad de frutos para la fecha de muestreo excepto el testigo el cual presento cero frutos para la fecha de muestreo del 17 de Enero, por lo que podemos demostrar que los diferentes sombreos y aspersion adicional para la diferenciacion y uniformidad floral, tiene un efecto positivo en la produccion, evitando la interrupcion en la produccion en la segunda semana de enero (GAP).

La respuesta a los tratamientos puede dividirse en tres grupos, los tratamientos que tuvieron sombreo negro, presentaron de 6 a 9 frutos por planta, seguidos de los tratamientos con sombreo claro, agrivon y solo aspersion, los cuales tuvieron entre 2 y 4 frutos y por ultimo el testigo que para esa fecha de muestreo obtuvo cero frutos por planta.

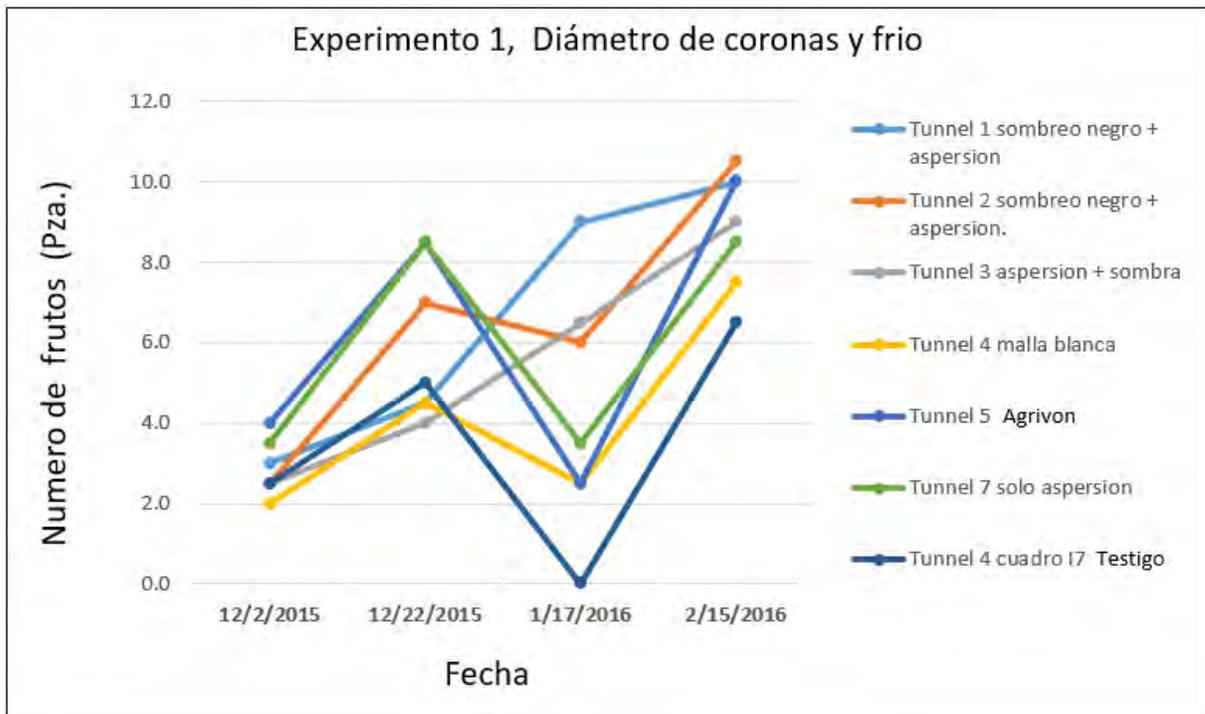
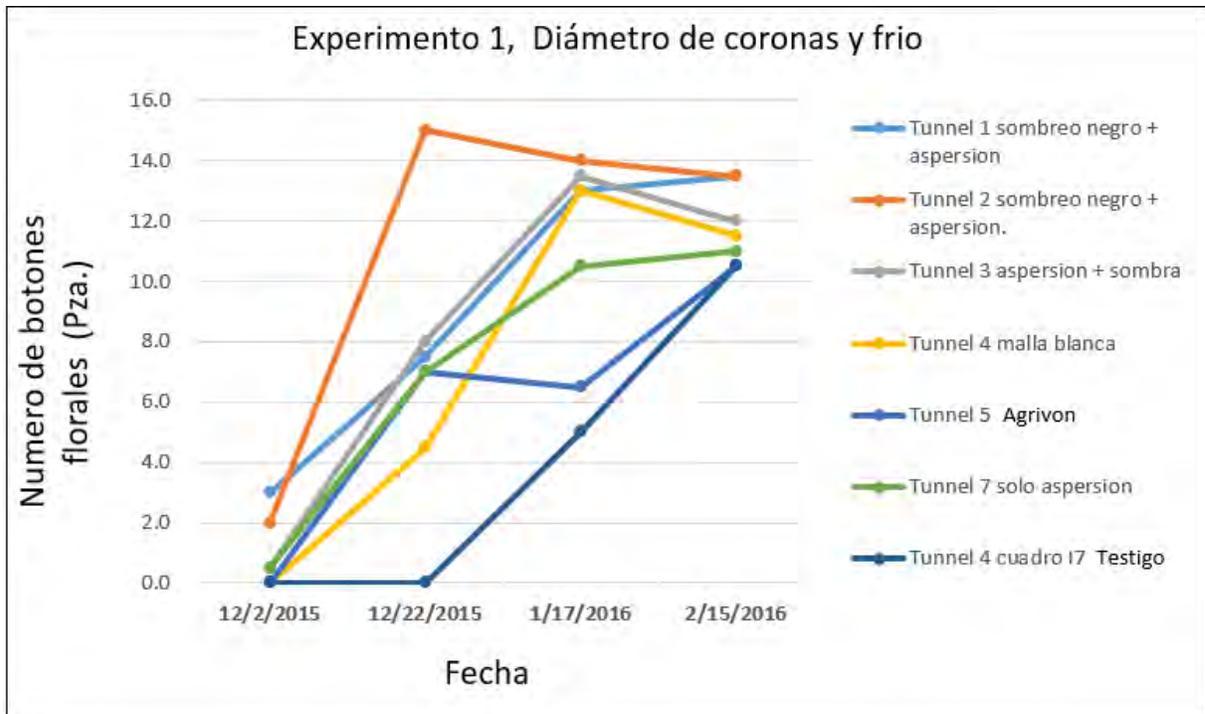


Figura 19. Respuesta del número de frutos de plantas de fresa a tratamientos de grados de sombreo y aspersión adicional, durante el ciclo de producción de 2016, bajo las condiciones ambientales y de manejo de la empresa Berrymex en San Quintin, B.C.

En la Figura 20 se ve el número de botones florales por planta, donde se observan que todos los tratamientos con sombreo y/o aspersión generaron y diferenciaron continuamente botones florales, así mismo existe una diferencia con la misma tendencia hacia lo que después sería el número de frutos donde los tratamientos con sombreo, malla negra y blanca tuvieron un efecto mayor en la diferenciación e iniciación de botones florales, a diferencia de los tratamientos con agrivon y solo aspersión, los cuales fueron menores, y el testigo el cual no se observaron botones florales hasta el análisis del 17 de Enero lo cual según la literatura y concordando con la Figura 19 sería fruta que cosecharíamos un mes después en febrero. Se destaca el sombreo negro con 30% de sombra donde se obtuvo el mayor número de botones florales.



Quitar el título interior de la gráfica, y a todas las demás que lo tengan, trata de ponerle bien las etiquetas a los ejes x y y.

Figura 20. Número de botones florales en plantas de fresa sometidas a niveles de sombreado y aspersión, durante el ciclo de cultivo de 2016, bajo las condiciones ambientales y de manejo de la empresa Berrymex en San Quintín, B.C.

Después de la realización de los análisis destructivos se registró la producción hasta el final de la temporada para todos los tratamientos. Se determinó que hubo una diferencia entre los tratamientos, principalmente en los que consistieron en sombreado con malla negra a sus diferentes porcentajes de sombra más la aplicación de la aspersión, se puede apreciar en la Figura 21 que estos tratamientos indujeron una producción de cerca de las 300 cajas por acre por arriba del tratamiento con aspersión de malla blanca y casi 500 cajas por acre contra el tratamiento de agrivon + aspersión, solo aspersión y el testigo, siendo el agrivon + aspersión el que obtuvo la menor cantidad de cajas por acre.

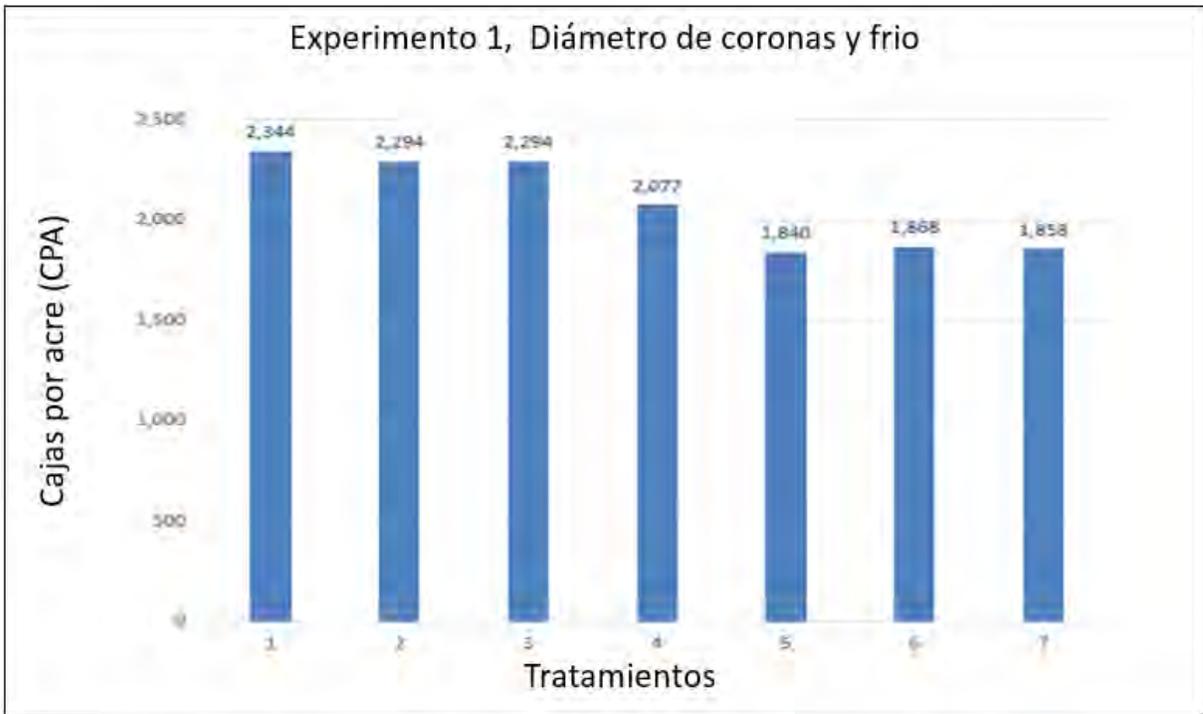


Figura 21. Producción total en cajas por acre, para fresas sometidas a tratamientos de niveles de sombreado y aspersion adicional, durante el ciclo 2016, bajo las condiciones ambientales y de manejo de la empresa Berrymex en San Quintin, B.C..

Las diferencias en la respuesta a los tratamientos, representa diferencias de hasta 17,500 dólares por hectárea a un precio promedio de 35 dólares, esto puede determinar el éxito o no de la producción de nuestro cultivo ya que como se mencionó anteriormente la época de cosecha donde estos tratamientos tienen su efecto, es en la época del año con el mejor precio en el mercado, así mismo en la Figura 22. podemos ver el GAP en el tratamiento de testigo así como en el tratamiento de solo aspersion.

Interrupción de la cosecha "Gap"

Precio en el mercado
\$49 usd la caja

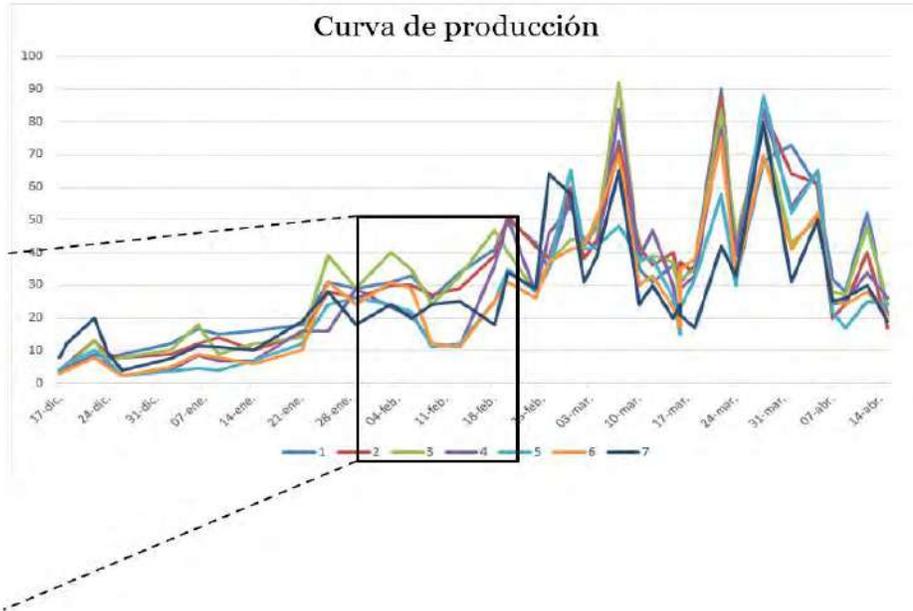
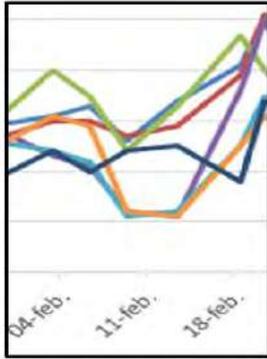


Figura 22. Curva de producción, cajas por acre para fresas sometidas a tratamientos de niveles de sombreado y aspersion adicional, durante el ciclo 2016, bajo las condiciones ambientales y de manejo de la empresa BerryMex en San Quintin, B.C.

8.4. Discusión experimento 2. Mapeo de los diferentes niveles de sombra y la influencia de la aspersión para su uniformidad.

Para el experimento 2, mapeo de los diferentes sombreos y aspersión adicional para la diferenciación y uniformidad floral, las plantas donde se aplicó el tratamiento de sombreo negro mantuvieron una temperatura lo suficientemente baja para continuar diferenciando flores y no mostraron interrupción alguna en la producción. Se encontraron algunas diferencias negativas en los tratamientos con sombreo blanco y aspersión ya que tuvieron un crecimiento vegetativo mayor, así como la interrupción de la producción en el tratamiento de solo aspersión y el testigo, lo cual se debe a que si bien la aspersión en el tratamiento externo es más eficaz y donde rápidamente se puede bajar la temperatura de la planta, generando la inducción e iniciación floral es el que al detener la aspersión rápidamente regresa a las condiciones de calor, lo que genera el aborto posterior de los frutos. Cabe mencionar que también resultó ser uno de los tratamientos más caros debido a su alto consumo de agua.

IX. CONCLUSIONES

A partir de los resultados de los experimentos, mapeo de las diferentes generaciones de hijas (diámetro de coronas), la influencia del frío adicional para su uniformidad, así como el mapeo de los diferentes tratamientos bajo sombreado y aspersión adicional para la diferenciación y uniformidad floral, se desarrolló una metodología que permite comprender, manipular y controlar el vigor y uniformidad en la floración.

9.1. Conclusiones Experimento 1.

Para el Experimento 1, Mapeo de las diferentes generaciones de plantas hijas (diámetro de coronas) y la influencia del frío adicional para su uniformidad en la floración, se puede concluir que:

- El tamaño de corona no tiene influencia sobre la inducción e iniciación floral.
- La adición de frío extra no tiene influencia sobre la inducción e iniciación floral.

Esto nos indica que las causas que provocan la inducción e iniciación floral son activados por agentes o condiciones externas que afectan la fenología y respuesta de la planta independientemente del tamaño y vigor de las plantas.

9.2. Conclusiones Experimento 2.

Para el Experimento 2, En el que se evaluaron diferentes niveles de sombreado y aspersión adicional para inducir diferenciación y uniformidad floral se evaluaron diferentes métodos para contrarrestar los efectos de los agentes o condiciones externas que generan la interrupción de la floración y la producción, en este caso el calor durante el mes de octubre en años cálidos, esto quiere decir con otoños con temperaturas mayores a los 25 °C. El efecto de los tratamientos evaluados es mitigar el afecto del calor más que la aplicación de agua mediante la aspersión.

Los tratamientos de sombreado aplicados, provocan que la planta se comporte de manera normal con una inducción e iniciación floral constante y una curva de producción estable, obteniendo buena producción de fruta en los periodos de mayor precio en el mercado.

La mejor alternativa dentro de las evaluadas, es el sombreado adicional; de preferencia color oscuro, ya que el sombreado mitiga los efectos de temperatura ante la exposición al sol, directa o bajo plástico.

Así mismo al detectar que las temperaturas bajas durante los meses de otoño se considera de suma importancia la selección del sitio de plantación, ya que esta se puede mover hacia lugares más frescos durante el invierno, evitando lugares con riesgo de heladas. Para el caso de Berrymex se decidió mover los ranchos cerca de la costa para obtener el beneficio de la brisa del mar y sus vientos, con la disminución de las temperaturas en otoño, y evitar heladas durante el invierno.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BERRYMEX (2015). Berrymex a Reiter Affiliated Company. Recuperado el 10 de octubre de 2015, de www.berry.net
- Bonnieplants (2017). Bonnieplants, our roots run deep, green house & nursery growers. Recuperado el 11 de Septiembre de 2017 de <https://bonnieplants.com/growing/growing-strawberries/>
- Brown, T. y Wareign, P.F. (1965). The genetic control of the everbearing habit and three other characters in varieties of *Fragaria vesca*. *Euphytica*, 14 (1), 97-112.
- Castoldi, R., Oliveira, C. E., Constâncio, M. H. y DeCosta, (2014). Phenology and leaf accumulation in vernalized and non-vernalized strawberry seedlings in neutral days. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 36 (1), 57-62.
- Darrow G. M. (1966). The strawberry. History, breeding and physiology. (pp. 5-129). The New England institute for medical research: Holt, Rinehart and Winston.
- Dennis F. G., Lipecki J. y Kiang C. L. (1970). Effects of photoperiod and other factors upon flowering and runner development of three strawberry cultivars. *Journal of American Society of the Horticultural Science*, 95, 750-754.
- DRISCOLL'S (2015). Driscoll's Only the Finest Berries. Recuperado el 10 de Octubre de 2015 de www.driscolls.com
- Durner E. F., Barden J. A., Himelrick D. G. y Poling E. B. (1984). Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, Junebearing and Everbearing strawberries. *Journal of American Society of the Horticultural Science*, 109, 396-400.
- Folta K.M., Davis T.M. (2006). Strawberry genes and genomics. *Critical Review. Plant Science*, 25, 399-415.
- Hancock, J. F. (1999). *Strawberries*. Wallingford UK, (pp. 35-237). CABI Publishing,

- Hytönen T. (2009). Regulation of strawberry growth and development. Faculty of Agriculture and Forestry, Department of Applied Biology, Thesis (pp. 3-55). University of Helsinki, Finland.
- INEGI (2007). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 09 de octubre de 2015 de www.inegi.org.mx.
- INEGI (2013). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 09 de octubre de 2015 de www.inegi.org.mx.
- Larson K. (2009). Use of physiological and horticultural principles to create superior strawberry nursery transplants. Recopilación de artículos, informe divulgativo Driscoll's Base de datos confidencial. 2, 69.
- Massetani F., Savini G., y Neri D. (2013). Plant architecture and flower differentiation to evaluate the effect of different nursery techniques, (pp. 3-97). Polytechnics University of Marche, Ancona, Italy.
- Neri D., Baruzzi G., Massetani F., y Faedi W., (2012.). Strawberry production in forced and protected culture in Europe as a response to climate change. Canadian Journal of Plant Science, 92 (6), 1021-1036.
- SAGARPA (2009). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado el 15 de octubre de 2015 de www.sagarpa.gob.mx.
- SAHOPE (1996). Secretaria de Asentamientos Humanos Y Obras Publicas del Estado. Recuperado el 05 de octubre de 2015 de www.sahope.org.mx.
- Savini G. 2003. Architectural model and factors implicated in the flower differentiation of strawberry plant. Ph.D. thesis, (pp. 151). Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy.
- Savini, G., Neri, D., Zucconi, F. y Sugiyama, N. (2005). Strawberry growth and flowering. An architectural model. International Journal of Fruit Science. 5, 29-50.

Strand L. L. (2008). Integrated Pest Management for Strawberry. University of California: Journal of Agriculture and Natural Resources, 3351, 1-42.

Taylor D.R. (2002). The physiology of flowering in strawberry. Acta Horticulturae, 567, 245-251.

Yanagi T., y Oda, Y. (1993). Effects of photoperiod and chilling on floral formation of intermediate types between june- and everbearing strawberries. Acta Horticulturae, 348, 339-346.

Zipmec (2017). Zipmec, portal de operadores del sector agrícola Web. www.zipmec.com/es/la-planta-de-la-fresa.html, fecha de consulta 10 de Septiembre de 2017.