

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Trabajo de Investigación

**Influencia de la temperatura y luz artificial en la
maduración de la fresa en Arequipa, 2018**

Humberto Horacio Arnica Durand

Para optar el Grado Académico de
Bachiller en Ingeniería Industrial

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de investigación



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a Dios por ser mi guía en este camino y poder culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis padres Mariano y Antonieta que siempre me apoyaron en todo el proceso, muchos de mis logros se los debo a ellos, incluyendo éste. Me formaron con reglas y libertades los cuales me motivaron a ser una persona de principios y poder alcanzar mis anhelos.

A mis hermanos Eduardo y Verónica que fueron un ejemplo a seguir profesionalmente, que me impulsaron a seguir siempre adelante y poder darme su apoyo incondicional.

A la Universidad Continental que me dio la oportunidad de seguir avanzando en mis logros académicos.

A mis maestros por haber compartido sus conocimientos a lo largo de toda la preparación de nuestra profesión y de manera muy especial a mi tutora Mg. Leydi Beatriz Manrique Tejada quien ha guiado con paciencia y rectitud mi proyecto de investigación.

A mis amigos, compañeros y futuros colegas que me apoyaron desinteresadamente para poder alcanzar mis objetivos.

Humberto Horacio Arnica Durand

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi madre Antonieta Durand de Arnica que siempre fue el pilar que me apoyó incondicionalmente y quien me enseñó que todo esfuerzo tiene sus recompensas.

A mi amigo Luis Enrique Nuñez Oré quién siempre me tuvo la confianza de que podía ser mejor profesionalmente, impulsarme a seguir estudiando, culminar mis proyectos y ser mejor persona para la sociedad.

RESUMEN

En el Perú sucede lo mismo ya que posee diferentes climas debido a su geografía. En los últimos años la fresa (*Fragaria*) ha empezado a cultivarse cada vez más debido a su gran aceptación para el consumo de las personas y exportación del mismo. Hoy en día juega un papel importante en la economía de muchas familias a pesar de esto las técnicas de producción de fresa no se han mejorado en relación con otros países productores. Actualmente la producción de la fresa se realiza de forma extensiva y casi sin utilizar tecnologías que permitan incrementar los rendimientos y producción durante todo el año. En esta investigación se va evaluar el efecto de un ambiente controlado para la maduración de la fresa (*Fragaria*) tomando en consideración la temperatura y la luz, la cual nos permitirá tener mayor información para poder implementarlo en varios lugares del Perú.

Las longitudes de onda entre 300 y 900nm influyen en el proceso de crecer y desarrollarse los vegetales son importantes para el desarrollo de la fresa; sin embargo, muy aparte de la calidad de luz hay varios tipos de procesos que pueden influir en el crecimiento de las plantas, ya que éstas poseen diferentes características, como la intensidad y el tiempo, como también los factores ambientales y del clima, pueden estar involucrados. En los últimos años se han desarrollado varias investigaciones en diferentes productos vegetales con diferentes longitudes de onda del espectro de luz, el cual ha influenciado en el desarrollo de las plantas.

Descriptores: temperatura, luz, fresa, longitud, onda, ambiental.

ABSTRACT

In Peru the same thing happens because it has different climates due to its geography. In recent years strawberry (*Fragaria*) has begun to grow more and more due to its great acceptance for the consumption of people and export of it. Nowadays, it plays an important role in the economy of many families. Despite this, strawberry production techniques have not been improved in relation to other producing countries. At the moment the production of the strawberry realizes of extensive form and almost without using technologies that allow to increase the performances and production during all the year. In this research we will evaluate the effect of a controlled environment for the ripening of the strawberry (*Fragaria*) taking into consideration the temperature and light, which will allow us to have more information to be able to implement it in several places in Peru.

The wavelengths between 300 and 900nm influence the process of growing and developing the vegetables are important for the development of the strawberry; however, very different from the quality of light, there are several types of processes that can influence the growth of plants, since they have different characteristics, such as intensity and time, as well as environmental and climate factors. involved in recent years several investigations have been developed in different plant products with different wavelengths of the light spectrum, which has influenced the development of plants.

Descriptors: temperature, light, strawberry, length, wave, environmental.

INTRODUCCIÓN

Perú es un país con potencial para la producción de diversos productos por su condiciones agroclimáticas, en la actualidad se han desarrollado diversos cultivos esto para proveer de alimentos a las familias y mejorar la seguridad alimentaria como también para la generación de ingresos con miras a la mejorar la calidad de vida de las familias, para ello en la actualidad se trabaja sobre la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles para el desarrollo de tecnologías por medio de las cuales se puedan obtener mejores producciones e ingresos.

Las plantas poseen diferentes tipos de foto receptor ya que éstas le sirven para poder relacionarse con su entorno ambiental y los cuales le permiten poder captar las diferentes longitudes de onda provenientes de la luz solar, el cual afectará en el incremento y el cuidado de su autorregulación. Se tienen diferentes pigmentos entre ellos se encuentran los criptocromos (UV-B), las fototropinas (UV-A), fitocromos (rojo e infrarojo). El aumento y el desarrollo de una planta se influyen, por otras razones como la potencia y calidad de la luz que se pueden captar por los órganos que pueden realizar la fotosíntesis.

La calidad de los cultivos de la fresa y la utilización de su fruto está dada por las cualidades de ser fuente de antioxidantes y fuente natural de vitamina C, además es ampliamente apetecida por las familias para consumo en fresco y repostería, este cultivo bajo condiciones de invernadero tiene la virtud de ser producido en todas las épocas del año y acelerar la producción para tener diferentes etapas y ventanas de mercado para obtener y ofertarlo a buen precio.

Cuando hablamos de mejorar los sistemas de producción, nos referimos a buscar nuevas formas de producción para incrementar los rendimientos, es por ello que en este proyecto se evaluará el efecto de un sistema de producción del cultivo de fresa (*Fragaria*) en macetas bajo condiciones controladas, con el objetivo final de encontrar una tecnología o mecanismos apropiados los cuales permitan el mejoramiento de la producción y una alternativa de diversificación y una fuente de ingresos.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	4
1.4.1. HIPOTESIS.....	4
1.4.2. VARIABLES.....	4
1.4.2.1. Variables independientes.....	4
1.4.2.2. Variables dependientes.....	5
CAPÍTULO II.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	6
2.2. BASES TEÓRICAS.....	11
2.2.1. ORIGEN DE LA FRESA.....	11

2.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	12
2.2.3. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS	17
2.2.4. LA CALIDAD DE LA LUZ.....	18
2.2.5. CULTIVOS BAJO AMBIENTES CONTROLADOS.....	20
2.2.5.1. Temperatura del aire.	20
2.2.5.2. Cantidad de la luz.....	21
2.2.5.3. Tipos y características de ambientes controlados.....	22
2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS	27
CAPITULO III.....	30
3.1. METODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	30
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	30
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....	31
CAPITULO IV	33
4.1. ANALISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION	33
4.1.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO.....	33
4.1.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR.....	34
4.1.2.1. ESTRUCTURA.....	34
4.1.2.2. TEMPERATURA	34
4.1.2.3. LUZ.	34
4.1.2.4. CLIMA	34
4.1.3. DISTRIBUCION DE LAS MACETAS	35
4.1.4. MATERIAL A EXPERIMENTAR	36
4.1.4.1. MATERIALES A UTILIZAR.....	36
4.1.5. FASES DEL DESARROLLO DE LA PLANTA.....	40
4.2. REGISTRO DE DATOS	41
4.3. DISCUSION DE RESULTADOS	62
CONCLUSIONES	64

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
ANEXOS.....	69
ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	70
ANEXO B FICHA TECNICA PARA EL CULTIVO DE FRESA.....	71

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i> Componentes químicos de la fresa (contiene en 100 gr).....	12
<i>Tabla 2.</i> Control de temperatura en invernadero mes de octubre 2018.....	42
<i>Tabla 3.</i> Tamaño de planta de fresa durante octubre 2018.....	43
<i>Tabla 4.</i> Control de temperatura en medio ambiente en octubre 2018.....	44
<i>Tabla 5.</i> Control de temperatura en invernadero mes de noviembre 2018.....	46
<i>Tabla 6.</i> Control de temperatura en medio ambiente en noviembre 2018.....	47
<i>Tabla 7.</i> Tamaño de planta de fresa durante noviembre 2018.....	48
<i>Tabla 8.</i> Control de temperatura en invernadero mes de diciembre 2018.....	49
<i>Tabla 9.</i> Control de temperatura en medio ambiente en diciembre 2018.....	50
<i>Tabla 10.</i> Tamaño de planta de fresa durante diciembre 2018.....	51
<i>Tabla 11.</i> Control de temperatura en invernadero mes de enero 2019.....	52
<i>Tabla 12.</i> Control de temperatura en medio ambiente en enero 2019.....	53
<i>Tabla 13.</i> Tamaño de planta de fresa enero 2018.....	54
<i>Tabla 14.</i> Floración de las plantas de fresa mes de diciembre 2018.....	54
<i>Tabla 15.</i> Fructificación de planta de fresa enero del 2019.....	56
<i>Tabla 16.</i> Temperatura en invernadero mes de febrero 2019.....	57
<i>Tabla 17.</i> Temperatura medio ambiente mes de febrero 2019.....	58
<i>Tabla 18.</i> Tamaño del fruto de fresa en mes de febrero 2019.....	59

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Morfología de fresa	7
<i>Figura 2.</i> Plantas de fresa, estolón.....	13
<i>Figura 3.</i> Emisión de estolones	14
<i>Figura 4.</i> Botón floral en cultivo de fresa.....	14
<i>Figura 5.</i> Flor de fresa no polinizada.....	15
<i>Figura 6.</i> Flor de fresa polinizada.....	15
<i>Figura 7.</i> Fruto de fresa inmaduro.....	16
<i>Figura 8.</i> Fruto de fresa virando de color	16
<i>Figura 9.</i> Fruto de fresa maduro	17
<i>Figura 10.</i> Transmitancia de las láminas de polipropileno que se utilizan en coberturas con plantíos de fresa.....	19
<i>Figura 11.</i> Cultivo de fresas con luz solar	21
<i>Figura 12.</i> Planta con luz artificial	22
<i>Figura 13.</i> Invernadero tipo parral.....	24
<i>Figura 14.</i> Invernadero tipo capilla.....	25
<i>Figura 15.</i> Invernadero de diente de sierra	26
<i>Figura 16.</i> Sistema de túnel pequeño o micro túnel	26
<i>Figura 17.</i> Sistema de túnel grande o macro túnel.....	27
<i>Figura 18.</i> Ubicación geográfica de invernadero	33
<i>Figura 19.</i> Estructura de invernadero.....	35
<i>Figura 20.</i> Distribución de plantas en invernadero	35
<i>Figura 21.</i> Foco de 30 watts color azul	37
<i>Figura 22.</i> Cámara digital.....	37
<i>Figura 23.</i> Regla milimetrada	38
<i>Figura 24.</i> Bolsas negras con estolones de fresa.....	38
<i>Figura 25.</i> Termómetro ambiental.....	39
<i>Figura 26.</i> Tijera de corte.....	39
<i>Figura 27.</i> Laptop.....	40
<i>Figura 28.</i> Tamaño de estolón primera semana.....	43
<i>Figura 29.</i> Tamaño de planta en invernadero 4 semana	45
<i>Figura 30.</i> Tamaño de planta en medio ambiente 4 semana.....	45
<i>Figura 31.</i> Tamaño de planta en invernadero cuarta semana noviembre 2018.....	48

<i>Figura 32.</i> Tamaño de planta en invernadero cuarta semana mes de diciembre	51
<i>Figura 33.</i> Floración de planta de fresa en medio ambiente.....	55
<i>Figura 34.</i> Floración planta de fresa en invernadero	55
<i>Figura 35.</i> Fructificación de fresa en invernadero después de 10 días.....	56
<i>Figura 36.</i> Fructificación de fresa en medio ambiente después de 10 días	57
<i>Figura 37.</i> Tamaño de fresa en invernadero durante la segunda semana.....	59
<i>Figura 38.</i> Tamaño de fresa en medio ambiente durante la segunda semana	60
<i>Figura 39.</i> Tamaño de fresa en medio ambiente tercera semana	60
<i>Figura 40.</i> Planta de fresa con crecimiento en invernadero en la cuarta semana.....	61
<i>Figura 41.</i> Planta de fresa con crecimiento en medio ambiente después de la cuarta semana.....	61

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El clima en el mundo ha cambiado de diversas formas debido a factores ambientales, el cual ha sido perjudicial en diferentes lugares del planeta, por consiguiente, las diferentes especies de vegetales no se han desarrollado de manera adecuada y han perdido bastantes propiedades en su desarrollo.

La capa de ozono fue la más afectada a causa de la contaminación ambiental lo cual ha producido el ingreso de rayos UV que son perjudiciales para la producción de vegetales, es por eso que dentro de las principales adaptaciones en las cosechas fue el diseño de ambientes controlados (invernaderos), los cuales han ayudado en la producción de los vegetales mejorando las propiedades de las mismas.

A causa de esta contaminación se han creado variados climas y microclimas a causa esto es que se han desarrollado nuevas técnicas ingenieriles que se puedan aplicar en el proceso de sembrío, maduración, cosecha y post cosecha de diferentes especies de vegetales.

En el Perú estos cambios climáticos en los últimos años han afectado en la producción agrícola, la cual ha afectado diferentes cosechas como el mango, espárragos, quinua, cacao, cebolla y azúcar. Siendo los departamentos más afectados Tumbes, La Libertad, Piura, Cajamarca Amazonas, Ica, Huancavelica, Arequipa, Tacna, Apurímac y Puno. Estos cambios han afectado severamente las exportaciones y por consiguiente han afectado el PBI.

La producción de fresa (*Fragaria x annanasa*) en el Perú también ha sido afectado yaqué los lugares donde se produce han sufrido fuertes lluvias y cambios de

temperatura que no hicieron que la planta de fresa (*Fragaria x annanasa*) madurara adecuadamente.

En los últimos años se han mejorado nuevas técnicas en el Perú, como el uso de ambientes controlados (invernaderos), que se han implementado en la mayoría de parcelas de diferentes vegetales en donde el clima es demasiado variado. Estos ambientes ayudaron a mejorar las producciones de las cosechas ya que se regularon factores como la temperatura, ph de la tierra, luz incidente, humedad entre otros.

El clima de la ciudad de Arequipa no cuenta con la temperatura ideal adecuada para el cultivo de fresa ya que según el SENAMHI la temperatura se encuentra entre los 5°C hasta los 27°C y según estudios realizados la fresa (*Fragaria x annanasa*) necesita de 18°C hasta 22 °C cuando ocurre la fructificación y desde 23°C hasta 28°C y pueda obtener un correcto desarrollo de la planta. Por esta razón es que se verificará el proceso de maduración de la fresa en un clima controlado tanto en temperatura, luminosidad y otras longitudes de onda para mejorar su proceso de maduración.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

A) Problema General

La temperatura, la intensidad de luz, la humedad entre otros factores influyentes en la maduración de la fresa (*Fragaria x annanasa*), y esto se traduce en tiempo de maduración, así como en sus valores nutricionales lo cual sería una pérdida en la economía de los productores de este producto.

B) Problemas Específicos

- La temperatura en la ciudad de Arequipa varía entre 9° a 24°C lo que impediría que la fresa madure según el plazo estimado, por lo tanto, afectaría sus propiedades físicas y químicas.
- Los rayos solares llegan con demasiada intensidad a la ciudad de Arequipa por lo que no sería muy propicio dejar la maduración de la planta en lugares abiertos, ya que también sufriría cambios en su maduración y sus propiedades.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizaremos la maduración de la fresa (*Fragaria x annanasa*) en un ambiente controlado con temperatura constante y luz artificial.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparación de ambiente controlado y no controlado.
- Observación de la temperatura constante, la intensidad de luz adecuada y la longitud de luz adecuada entre 400nm a 700nm.
- Determinar el tiempo de floración.
- Durante la fructificación se verificará y comparará las propiedades físicas (tamaño, color) y químicas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El cambio climático, así como la degradación de los suelos en la ciudad de Arequipa debido a la contaminación ambiental y a la combustión de hidrocarburos ha hecho que el resultado final disminuya en las cosechas de diferentes plantíos; estos niveles de contaminación influyen en el sembrío, la germinación y maduración de las plantas, además los agricultores también han tenido que enfrentar las diferentes temperaturas debido al clima de la región de Arequipa.

En el Perú hace seis años se podían contar con más de 2500 hectáreas de fresa, pero hoy en día sólo existen 1300 esto debido principalmente al Fenómeno del Niño que afectó al norte del Perú en donde se encontraban la mayor parte de hectáreas.

Hasta el 2017 se llegaron a producir menos de 6 millones de kilos lo que representó una reducción de 21.7% de kilos con respecto al año anterior lo cual significó cerca de 2 millones de dólares en producto de exportación, esto se debe a que la mayor cantidad de la fresa es para consumo nacional. Desde el 2017 se está logrando mejorar la producción por hectárea que era de 25 toneladas sembradas al aire libre, pero utilizando ambientes controlados su producción sería de 32 toneladas por hectárea mejorando varias propiedades de la fresa y de ésta manera aumentar le exportación y tratar de llegar a los primeros países exportadores.

Ante esta problemática se desarrollaron nuevas técnicas ingenieriles como el diseño de ambientes controlados (invernaderos) con los cuales en un inicio se logró controlar factores como la temperatura, intensidad de la luz y humedad; los cuales mejoraron el rendimiento de maduración de diferentes vegetales incluyendo la fresa (*Fragaria x*

annanasa). En los últimos años los ambientes controlados (invernaderos) han ido mejorando estructuralmente y tecnológicamente ya que se pudieron controlar más factores como color de luz (longitud de onda), ph de la tierra, control de plagas entre otros.

En los últimos años se hicieron investigaciones sobre como las diferentes longitudes de onda afectaban las propiedades de forma diferente durante la maduración, cosecha y post cosecha de las plantas ya que éstas poseen diferentes pigmentos que atrapan las diferentes longitudes de onda en su estructura y hacen que maduren y germinen más rápido según el color de luz que se les haga incidir.

El presente trabajo de investigación tratará sobre la maduración de la fresa (Fragaria x annanasa) en un ambiente controlado, verificando la temperatura, iluminación y diferente color de luz el cual ayudará a mejorar el desarrollo de la misma.

En el caso de la fresa se ha visto que al hacerle incidir la luz azul durante la maduración y posteriormente la luz roja durante la floración se logra obtener un producto que mejora mucho sus propiedades en tamaño, color, textura, sabor; sin embargo, hay que tener mucho cuidado sobre el tiempo y la cantidad de luz de incidencia ya que sería perjudicial sino se toman las precauciones adecuadas.

Consumir fresa (Fragaria x annanasa) hoy en día se vuelto un gran suplemento nutricional para las personas ya que es una fuente de vitamina del grupo B, es un potente antioxidante y antiinflamatorio natural, contribuyen a la salud ósea. Por contener bajas calorías y bastante contenido en nitrato, las fresas serán un alimento con usos para uso de dietas y bajar el peso.

1.4. HIPOTESIS Y VARIABLES

1.4.1. HIPOTESIS.

- a) Se comprobará que a una temperatura controlada el tiempo de maduración de la fresa será más rápido.
- b) Se comprobará que al hacer incidir luz artificial de color azul y roja ayudará a que el tiempo de maduración sea más rápido.

1.4.2. VARIABLES.

1.4.2.1. Variables independientes.

La Temperatura óptima para que la fresa (fragaria x annanasa) pueda florar y madurar está entre 18 °C y 27 °C es por eso que se la colocará en un ambiente

controlado para que no sea afectada por las bajas o altas temperaturas de la ciudad de Arequipa.

La incidencia de la luz artificial durante el proceso de maduración será controlada, se usará luz amarilla, azul y roja en determinados momentos de maduración, ésta ayudará a mejorar las propiedades físicas y químicas y se obtendrá un mejor producto.

1.4.2.2. Variables dependientes

A) Tiempo de maduración

El tiempo apropiado de la fresa (*Fragaria x annanasa*) es aproximadamente entre 3 y 4 semanas en condiciones ambientales, pero en ambiente controlado se espera que este tiempo disminuya entre 2 a 3 semanas

B) Tamaño

El tamaño dependerá de temperaturas altas en donde las exposiciones excesivas de más de 12 horas provocarán crecimiento vegetativo excesivo.

C) Color

El color rojo que adopta indicará que la fresa (*Fragaria x annanasa*) posee diferentes cualidades nutritivas y en los que se han demostrado que se encuentran propiedades antioxidantes; es decir, que mientras más roja esté será mejor.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

La fresa es un vegetal recurrente de tamaño achicado, se puede reproducir de forma sexual y asexual, es una planta de clase leñosa, el lapso de su existencia es reducido; su tallo está apretado en una corona, de la que emergen las hojas en muy cortos tiempos, en la parte axilar se incrementan yemas que tienen la oportunidad de sobrepasar como ramas, se reproducen de manera sexual a través de la germinación de inflorescencias en la mayoría de los casos, pequeños hojas de color blanco y cavidad amarilla, los que culminan creando poliaquenios “eterios” y tienen dentro los reales frutos (aquenios) en su sector, los eterios catalogados fresas son semicirculares, con muy jugo, dulce y de olor interesante, los frutos de la fresa no son muy climáticos, por lo cual no completa su desarrollo de venta cuando se haya recogido (Figura 1) (Calderon Gomez, 2015).

La fresa es considerada un fruto muy saludable ya que está conformada por sustancias como vitaminas, antioxidantes, coagulantes que ayudan al organismo; usualmente usada como un producto medicinal que ayuda incluso a personas que quieran mantener un peso determinado ya que se usa en las dietas que puede realizar una persona, también la pueden consumir personas que no puedan consumir azúcar, se puede adaptar a zonas tropicales es por eso que en Perú se siembran en Lima Norte, Trujillo, La Libertad, Ica y Arequipa. Su producción ha aumentado en estos últimos años y es un alimento de exportación (MINAGRI, 2008).

La fresa tiene larga duración de vida productiva es por éste motivo que son casi dos años que demora en producir efectivamente, los plantíos más frágiles pueden ser más propensos a que los destruyan plagas y enfermedades que puedan afectarlas; las

producciones de éstas pueden ser de baja calidad y no aptas para el consumo (ATTRA, 2007).

A nivel nacional la producción de fresa en el 2015 la lidera Lima con más de 24mil 167 toneladas al año, seguido de La Libertad que supera las 480 toneladas y 430 toneladas en Pasco, pero la calidad de la fresa cosechada en La Libertad mayormente es de primera el 80%, mientras que la segunda es 19%, quedando solo el 1% de tercera, en nuestra región este año 2016 se espera tener una producción aproximada de 625 toneladas, en un área de 25 hectáreas (AGRO LA LIBERTAD, 2016).

En la actualidad diferentes países sobre todo en Europa, América del Norte, Guatemala y en países como Ecuador, Colombia, Perú, Chile y Argentina se viene incrementando su producción es por éste motivo que la fresa es un producto que no sólo mejora su consumo sino la adaptabilidad en diferentes países del mundo (ATTRA, 2007).

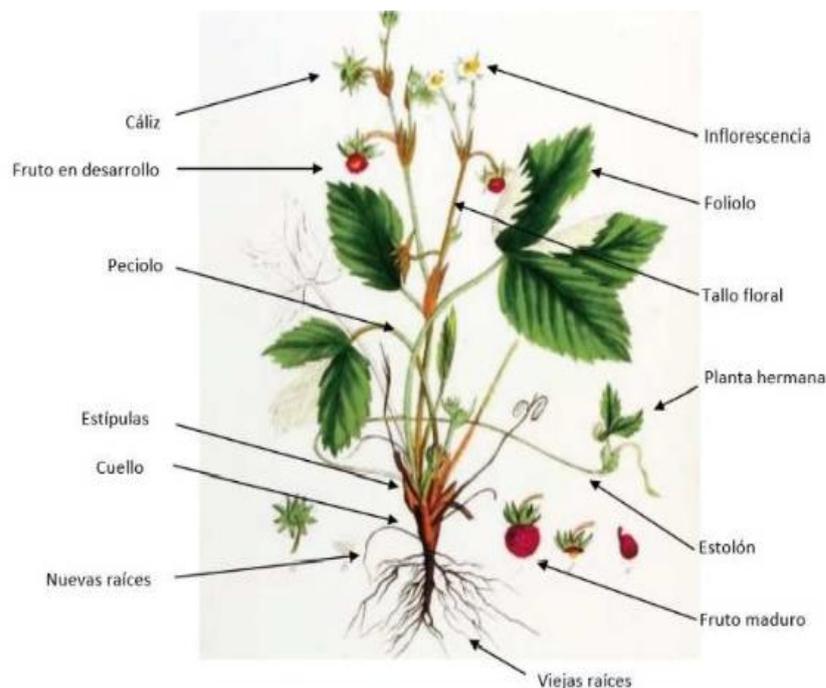


Figura 1. Morfología de fresa

Fuente: (Calderon Gomez, 2015)

La fresa se puede adaptar a diferentes climas que existen en nuestro planeta, es muy resistente a temperaturas frías en algunos lugares se comprobó que algunas de las variedades pueden sobrevivir a temperaturas de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, lo mismo ocurre con temperaturas muy altas de hasta $55\text{ }^{\circ}\text{C}$, pero las temperaturas más óptimas para el fructificación ideal están entre $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; es por ésta razón que en lugares

demasiado fríos o calientes se han adaptado ambientes controlados para su maduración adecuada y posterior comercialización (AGRO LA LIBERTAD, 2008).

La fresa en el Perú se llega a sembrar en aproximadamente 2000 hectáreas por lo que se espera obtener un promedio de 40 toneladas por cada hectárea en la segunda mitad del año, pero va depender de las condiciones climáticas del ambiente de maduración; la mayor concentración se encuentra en la ciudad de Lima y en épocas donde baja la demanda se exporta como producto congelado principalmente a países europeos; producir la fresa se ha vuelto rentable a pesar que cuando uno inicia tiene que invertir una fuerte cantidad de dinero tanto en la compra de plantíos así como compra de instalaciones adecuadas, plaguicidas e incluso tiene que esperar un tiempo para su completa maduración, pero si se toman todo tipo de precauciones la rentabilidad será muy alta cerca de S/. 100,000 menos el costo de producción que aproximadamente es la mitad (RED AGRICOLA, 2017).

La luz es muy importante dentro de las etapas funcionales de las plantas, la cual afecta el desarrollo vegetal la respuesta de las plantas a la luz azul incluye la poca actividad de crecimiento del hipocótilo, la estimulación de los cotiledones, la regulación del momento en que florecerá, la curvatura fototrópica, la abertura estomática (Casierra-Posada & Pinto-Correa, Crecimiento de Plantas de Remolacha Bajo Coberturas de Color, 2011).

En plántulas de fresa conservadas a 15 °C durante 15 o 16 días, se verificó el desarrollo de nuevas hojas, los grados de clorofila y de carbohidratos, así como la tasa fotosintética en propágulos se expusieron a la radiación roja, que se comparan con material vegetal acopiado sin luz solar; la radiación roja suprimió la desnaturalización de la clorofila en hojas; en ese momento, las hojas que surgían de las coronas de plántulas conservadas sin luz solar continua, fueron cortas con poco contenido de clorofila y con poco valor fotosintético en relación con las plantas que estuvieron expuestas a la luz roja (Casierra-Posada & Pinto-Correa, Crecimiento de Plantas de Remolacha Bajo Coberturas de Color, 2011).

En esta exploración nos basamos en las utilidades del método de Análisis ágil de los Sistemas de Entendimientos Agrícolas (RAAKS), que se llevó a cabo durante tres periodos, donde el resultado de una etapa daba las observaciones para poder decidir la

elección en la siguiente etapa, se orientó al modo de uso tecnológico del medio que se controla en la zona, el producto concluyó que la tecnología usada fueron paños cobertores, micro túnel, macro túnel, casa con una malla, las cuales son construcciones de poco valor, observando a vigilar la entrada de plagas; además se consiguió información acerca de la aptitud de originalidad en la obtención de frutos y que se identifican en los primordiales momentos y las que limitan la obtención ambientes controlados (Castellanos Valerio, 2009).

Los sistemas de custodia permanentes, que se asocian al cultivo a lo largo del período se nombran “forzados”, en tal caso la situación en diferentes tipos de ambientes controlados; se forma por la composición que usa componentes diferentes y que sostiene una protección de vidrio o plástico muy duro, maleable y tiene bastante dureza para aguantar los fuertes vientos y extensiones que aceptan el avance de los vegetales y la forma de manipular la parte interna desde el comienzo hasta la recolección de los cultivos (Martinez, 2015).

Impresiona que la misma inclinación encontrada al considerar las plántulas del semillero que se encuentran en las coberturas de diferente color no cambio a pesar que las plantas se trasladaron al campo abierto, el cual no hizo ningún cambio ya que no se encontraban bajo ningún tipo de cobertura, sin embargo, los tallos que estuvieron expuestos bajo la cobertura de color rojo obtuvieron tallos 9% más largos que las plantas control; las plantas que se les incidió el color azul y amarillo obtuvieron una reducción en el crecimiento del tallo del orden de 31 y 14%, respectivamente; la misma inclinación se anunció para la variable diámetro basal del tallo, las plántulas que nacieron bajo la cobertura roja, en la etapa de semillero, crecieron tallos 11% más desarrollados que tallos de los vegetales del régimen controlado, en tanto las cubiertas azul y amarilla hicieron más pequeño el diámetro de los tallos en 51 y 31%, respectivamente, en comparación con los tallos patrón, para las dos variantes evaluadas se descubrió diferencias muy significativas ($P \leq 0,01$); la consecuencia de la cobertura de color naranja sobre las dos variantes no produjo diferencias importantes y el avance del sector foliar al instante de la cosecha fue 18% más grande en las plantas que habían estado bajo la cobertura roja a lo largo de el semillero, que las plantas controladas, estas variables mostraron diferencias estadísticas importantes ($P \leq 0,01$), las coberturas azul y amarilla redujeron el sector foliar en valores de 53 y 38%, respectivamente, que las plantas

controladas. No se distingue importante varianzas entre el control y en régimen con cubierta naranja o transparente (Casierra-Posada, Fanor; Rojas B., Javier F., 2009).

Las láminas de polipropileno, se conocen comúnmente, papel celofán, son aquellas que si se usan de acuerdo a un color adecuado éstas no dejarán pasar la longitud de onda de ese mismo color de la luz solar; sin embargo el polipropileno azul deja incidir con mayor facilidad la longitud de onda desde 440nm hasta 520nm, que pertenecen al color azul y verde, la lámina de color rojo transfiere cierta cantidad de luz azul, aunque con más cantidad, más arriba de 610nm, está la porción del espectro del rojo. La lámina de color verde transfiere con gran intensidad longitudes de onda donde se ubica parte del color verde y el color amarillo 510nm a 540nm; por el contrario el polipropileno de color amarillo transluce una longitud de onda mayor a 530nm, que están la posición del verde, amarillo, naranja, rojo que corresponden al espectro, bajo la lámina transparente, ésta deja pasar todas las longitudes del espectro, el cual llama la atención, el valor mayor de transmitancia del cobertor de color amarillo que está ubicado cerca al valor ingresado para el cobertor translúcido, el cual, varios de los factores analizados contienen valores casi igual en los vegetales que se encuentran debajo de estas (Casierra-Posada, Peña-Olmos, & Ulrichs, CRECIMIENTO Y EFICIENCIA FOTOQUÍMICA DEL FOTOSIS, 2011).

Entre los componentes que afectan los procesos fenológicos de los cultivos están cambiantes los factores ambientales, captan la energía del sol, transpiran y poseen disponibilidad de agua y contienen elementos minerales fundamentales, todos controlados a temperaturas adecuadas, las plantas tienen la posibilidad de crecer de forma impecable según sea la cantidad de estos componentes y su interacción, la iluminación día tras día total tiene un efecto sobre el avance de las plantas en la regulación de la diferenciación floral, siendo de mayor relevancia que la calidad de luz y trabaja de forma indirecta por medio de la regulación de la fotosíntesis y el avance y desarrollo de un cultivo, se altera por la rivalidad que presente este, por la composición de ciertos elementos; la planta crece más acelerada cuando usa una más grande proporción de un preciso recurso utilizable e incrementará su tasa de desarrollo general mientras la más grande extensión de las hojas dejará a la planta poseer una más grande captación de luz y una más grande producción fotosintética (Castro Padilla, 2014).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ORIGEN DE LA FRESA

Los datos recopilados de se remontan a épocas antiguas.

La frutilla se originó en Europa, en una región de los Alpes; hasta ese momento se consideraba una fruta no tan grande pero con un sabor agradable; durante el siglo XVIII se observó que en Chile se encontraba una fresa con mayor tamaño, la que se conoce en la actualidad como fresón o frutilla y es la que frecuentemente se siembra por casi todo el globo por su gran rendimiento y el que recibe el nombre hoy en día de “fresa”; ésta pertenece al orden rosales, familia Rosaceae, sub familia Rosoideae, género *Fragaria* que tiene unas veinte especies y más de 1,000 variedades (MINAGRI, 2008).

La fresa tiene poco tamaño aproximadamente 50 cm de alto, posee raíces que llegan a la superficie, contiene bastantes hojas trilobuladas con pecíolos extensos que comienzan en la corona con un rizoma pequeño el cual está al ras del suelo y es el cimiento del desarrollo de la fresa, en los cimientos encontramos tres formas de yemas: tallos, estolones y los racimos florales; conocidos con el nombre de fresa que en realidad no es un fruto real, ya que aquí encontraremos las semillas que contienen los aquenios o frutos reales (MINAGRI, 2008).

La “fresa”, se le conoce también como frutilla o fresón, fraise en francés, fragola en italiano, strawberry en inglés y morango en portugués; la fresa posee características medicas: posee un elemento que prevé el cáncer, buena para inflamación, cicatrizante, posee minerales, su consumo no es perjudicial para las personas que tienen diabetes; las hojas que recién empiezan a florecer pueden consumirse sin que sea perjudicial; por otro lado, su consumo constante revitaliza al cuerpo (MINAGRI, 2008).

La fresa que se cultiva en Perú, es un vegetal híbrido entre *Fragaria virginiana* (proveniente de EEUU) y *Fragaria chiloensis* proveniente de Chile, bastantes especies de frutilla silvestre que se cultivaron por diferentes lugares, usualmente se siembran en América, Asia y Europa; pero, hoy en día las diferentes clases de frutilla

tiene frutos de mayor tamaño y se obtienen de F. x ananasa (Ferrucho Gonzalez & Ruiz Gonzalez, 2013).

Tabla 1. Componentes químicos de la fresa (contiene en 100 gr)

Composición	Cantidad
Energía	41 kcal
Valor Proteico	0.7 g
Lípidos	0.8 g
Carbohidratos	8.9 g
Calcio	37 mg
Zinc	0.14 mg
Hierro	1.20 mg
Fibra cruda	1.4 g
Fibra dietaria	2.0 g
Cenizas	0.5 g
Vitamina A	100 U.I.
Retinol	7 µg
Tiamina	0.04 mg
Niacina	0.26 mg
Vitamina C	42 mg

Fuente (MINISTERIO DE SALUD DEL PERU, 2009)

2.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La fresa es herbácea, la parte más alta de la planta contiene una dura roseta de tamaño de 50 centímetros de alto casi al ras del suelo, su tallo es pequeño y cónico, donde surgen los estolones, los cuales crecen por la parte lateral; los estolones tienen entrenudos donde se observan las pequeñas floraciones de hojas y raicillas superficiales, que se propagan y desarrollan los nuevos estolones, las hojas terminan en punta, con el limbo que se divide en tres foliolos y con los cantos puntiagudos; la parte superior tiene una parte con

vellosidades de lana y de color verde oscuro y por la parte posterior son de color verde claro, las flores se muestran en las axilas de las hojas en grupos con inflorescencias de tipo ramillete, encima de un pedúnculo no tan largo y también podemos encontrar plantas femeninas, hermafroditas o masculinas, aunque la mayor parte se cultivan poseen solamente flores hermafroditas. Su altura se encuentra entre 2 y 5 centímetros de espesor, con un cáliz compuesto por cinco y demás sépalos verdosos y una corola con cinco pétalos en forma de elipse con color blanco, su fruto de todos modos no es un verdadero fruto, compuesto por un receptor con carne amplia, manteniendo sépalos en los cimientos donde se encuentran los insertos de los verdaderos frutos llamados aquenios donde se encuentra el receptáculo comestible y adopta un diseño alargado a forma esférica y se le observa un color rojo apenas haya madurado el fruto, en su periferie se observan los aquenios de color marrón claro y por dentro del receptáculo se observa un color más blanco, por lo que el centro no está muy formado, el sistema radicular contiene muchas fibras y no es tan hondo, conteniendo exactamente en los primeros treinta centímetros tanto de lado y en lo profundo (Ferrucho Gonzalez & Ruiz Gonzalez, 2013).



Figura 2. Plantas de fresa, estolón

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 3. Emisión de estolones

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 4. Botón floral en cultivo de fresa

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 5. Flor de fresa no polinizada

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 6. Flor de fresa polinizada

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 7. Fruto de fresa inmaduro

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 8. Fruto de fresa virando de color

Fuente: (INFOAGRO)



Figura 9. Fruto de fresa maduro

Fuente: (INFOAGRO)

2.2.3. CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS

A lo largo del período de la fresa hay que poseer un estabilidad con las etapas de crecimiento y reproducción, dado que forman parte en el desarrollo y la producción; es por ello, que hay causantes complementarios que determinarán el avance fenológico, y tienen la posibilidad de ser de los genes y/o climáticos; por consiguiente, la intensidad de luz correcta para la fresa es de precisamente tres mil horas, haciendo que florezca, consiguiendo frutos con excelentes propiedades de la fruta, físicas y alimenticias, con color profundo y altos escenarios de vitamina C, en cambio en la raíz de la fresa crecerá aproximadamente quince centímetros del suelo, el cual deberá de hundirse poco profundo, rápido, preferentemente con arena, bien drenado, que sea fértil y con ph desde 5.7 hasta 6.5, ya que por lo general se genera en diversos lugares (Ferrucho Gonzalez & Ruiz Gonzalez, 2013).

Las bajas temperaturas conllevan a que florezca y produzca frutos y las temperaturas altas produce que se desarrolle la hoja y al mismo tiempo la planta, es por esto que cuando los cultivos se comercian, los campos deben de tener

condiciones para que se adapten según las alturas de los suelos; no obstante, su desarrollo eficaz se encuentra entre los 1200 y los 2600 msnm, en lugares con humedad relativa baja, con la temperatura correcta durante el día se debe encontrar entre los 15 a 18 °C y por la noche de 8 a 10 °C; el desarrollo de la maduración se refleja muy agradable con temperaturas en el día entre los 18 a 25 °C y por la noche 10 a 13 °C; por tal motivo, aunque la fresa se expone fuertemente muy resistente al frío es importante tener particular precaución por no lograr el punto de congelamiento a lo largo de la brotación para asegurar la corona de la planta, posición donde se encuentran los tallos y raíz de la planta (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

2.2.4. LA CALIDAD DE LA LUZ

La luz incrementa de todas formas en el peso cuando la planta está seca, los vegetales de distintos cultivos muestran diferentes importantes en la obtención del tamaño que son perjudicadas por la calidad de la luz; además estas longitudes se encuentran desde 400 hasta 550 nanómetros que son de los colores azul y verde, y produjeron una reducción cuando se hizo cosechar la planta por tal motivo plantas como la de fresa, remolacha y brócoli; sin embargo, también se encontraron que, en plantas de cala, el color verde (500-550 nm) han favorecido la captación de material en seco hallaron que cuando se emite luz a través del diodo de color azul lograba aumentar la carga total de los vegetales como tomates, el proceso de fotosíntesis y el desarrollo de estos vegetales de tomate influenciado por luz azul, fue de mayor tamaño en relación a los vegetales con las que se compararon, quienes aseguran que la luz azul se transforma en una reacción para hacer que las respondan y se puedan aclimatar en los vegetales, dirigidas a la organización de energía en el fotosistema II y a la vez, observaremos como se asimila el CO₂ en situaciones de bastante irradiación, estos estudios se llevaron en las plantas de fresa las cuales han presentado un aumento al pesar los vegetales una vez cosechado cuando nacieron debajo del filtro foto selectivo de color rojo, al comparar con filtros de colores azul, verde y amarillo, se observó que al mostrar la micro alga *Chlorella vulgaris* a luces de un solo color como colores amarillo, rojo y blanco, la cantidad del fruto que se acumuló creció frente a las micro algas expuestas a luces de colores azul, verde y púrpura, de la misma manera se encontró que treinta y cinco días luego de la siembra, los vegetales de coquito desarrollaron un incremento en la masa al secar la planta y al desarrollarse frente a filtros con papel celofán de

color rojo con los filtros de los de color verde y blanco (Casierra-Posada, Fanor; Peña-Olmos, Jame E., 2015).

La calidad de la luz tiene relación con el tono o longitud de onda, el sol hace incidir longitudes de onda desde los 280nm hasta los 2800nm (98% del total del espectro de luz), el espectro se parte en 3 zonas: ultravioleta (100nm hasta 380nm), luz que se observa (380nm hasta 780nm) y la infrarroja (700nm hasta 3000nm), la cantidad más superior se ajusta a las longitudes de onda pequeñas; la luz ultravioleta contiene más fuerza que la roja; en cambio las personas observamos las longitudes de onda que van desde 380nm hasta 770nm; en este rango se le conoce como luz visible la cual se puede observar tres zonas, en violeta (desde 380nm hasta 430nm), azul (desde 430nm hasta 500nm), verde (desde 500nm hasta 570nm), amarillo (desde 570nm hasta 590nm), naranja (desde 590nm hasta 630nm) y rojo (desde 630nm hasta 770nm); por otro lado, los vegetales foto sintetizan en los rangos de 400nm hasta 700nm; este rango la conocemos como radiación fotosintéticamente activa (RFA) y la clorofila, el pigmento que da el color verde a las hojas es responsable de succionar la energía de RFA, tiene dos elementos fundamentales de poder absorber la luz azul y roja, las hojas succionan no tanto color verde y lo mandan de regreso; esta es la causa por la cual observamos la tonalidad verde de las hojas (Chen Lopez, 2018).

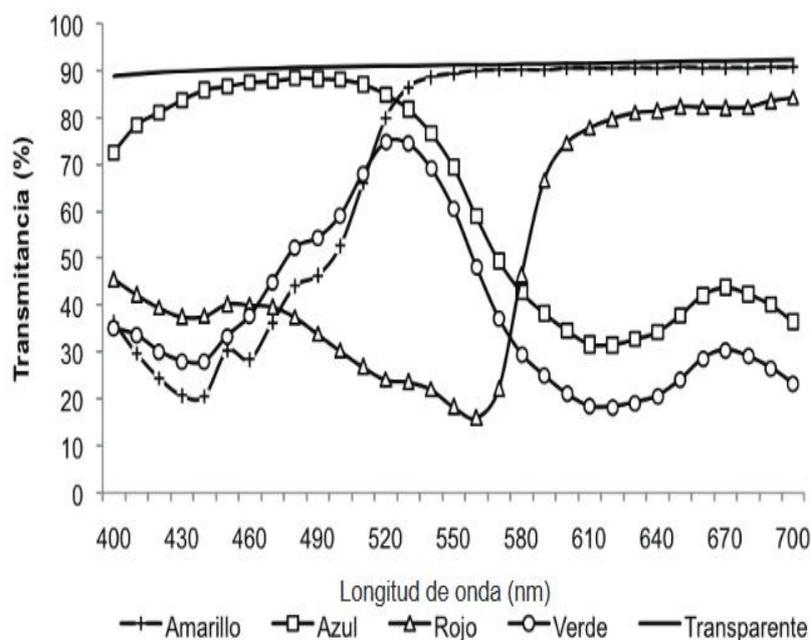


Figura 10. Transmitancia de las láminas de polipropileno que se utilizan en coberturas con plantíos de fresa

Fuente: (Casierra-Posada, Peña-Olmos, & Ulrichs)

Tiene relación a la organización del espectro de la radiación, donde la parte de la difusión está en azul, verde, rojo, y otra región visible e invisible de longitud de onda, en la fotosíntesis, las plantas se comportan mejor con la luz roja y azul, la organización del espectro de la luz afecta la forma, el crecimiento y floración entre 400 y 520 nm, rango de longitud de onda que corresponde al espectro visible, que comprende luz violeta, azul y verde, ésta tiene una fuerte predominación sobre el crecimiento de la planta y la fotosíntesis, es en los rangos de 520 y 610 nm, rango de longitud de onda correspondiente al espectro visible, que se encuentra formado por luz verde, amarilla y naranja el cual tiene una poca influencia sobre el crecimiento de la planta y la fotosíntesis; por tal motivo, es que las plantas son verdes, ya que estas reflejarán este rango de luz y no serán absorbidas; en cambio, los rangos de 610 y 720 nm, rango de longitud de onda que corresponde al espectro visible, comprendido por luz roja posee una fuerte influencia sobre el crecimiento de la planta, la fotosíntesis, la floración y la germinación (Ramos Gonzalías, Yesid; Ramirez Lasso, Eduardo, 2016).

2.2.5. CULTIVOS BAJO AMBIENTES CONTROLADOS

La agricultura cuidada se ejecuta bajo construcciones construidas con la intención de evadir las limitaciones que el medio impone al avance de las plantas; de esta forma, por medio del empleo de distintas cubiertas se reducen las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales, por medio de los años, pero más que nada en el último período se han creado numerosos tipos de construcciones para la custodia de las plantas que sugieren diferentes elecciones crear propiedades del ambiente insuperables para el avance de cultivos, según los requerimientos climáticos de cada clase y en concordancia con los componentes del clima de cada zona (Juarez Lopez, Porfirio; Bugarín Montoya, Rubén; Castro Brindis, Rogelio; Sanchez-Monteón, Ana Luisa, 2011).

2.2.5.1. Temperatura del aire.

Primordialmente la gran cantidad de energía que llega hasta el invernadero proviene de la radiación del sol el cual se convierte en energía térmica y ésta se puede transferir por diferentes formas en la cobertura y las maneras de hacerlo trasladar son las causantes de las variaciones en la temperatura bajo la cobertura la cual es considerable comprender las diferentes maneras de transferir y poder accionar de forma eficiente con las salidas de energía que se puedan producir y de esta forma poseer un poco de control de la temperatura internamente que con el balance térmico será la obtención de los ingresos y pérdidas de energía de calor,

que se transmite por radiación, convección y conducción intercambiándolo por radiación el cual suceden por medio del área de los materiales, la atmósfera, la vegetación y se emiten rumbo al ámbito y la composición y la cubierta (Martinez, 2015).

2.2.5.2. Cantidad de la luz.

A) Luz solar

Tener en cuenta la proporción de luz del sol que recibe una planta, de esta forma como los efectos que esto tiene sobre el volumen de la misma puede ser un poco difícil, gracias a que existe bastante más de una manera de razonar sobre proporciones de luz del sol y la proporción de luz del sol que recibe una planta se puede dividir en tres categorías diferentes: calidad, cantidad y duración; por consiguiente la propiedad de la luz detalla las distintas longitudes de luz que la planta es con la capacidad de absorber y la cantidad detalla la intensidad de la luz del sol que la planta absorbe; al final, la duración detalla el tiempo que la planta puede estar absorbiendo luz del sol y cada una tiene un efecto distinto sobre la cantidad luz del sol total que recibe una planta y entonces tiene un efecto observable en el desarrollo de la misma; no obstante, la luz del sol es sólo uno de los muchos componentes que influyen en el desarrollo de las plantas y las condiciones climáticas, la altitud, el tiempo, el fertilizante y el control de plagas además afectan el avance y la producción, con el uso de luz artificial es viable manejar el ámbito de desarrollo y apresurar la producción (Lizarazu Hernando, s.f.).



Figura 11. Cultivo de fresas con luz solar

Fuente: (Calderón Saenz & Fernando Delgado, 2003)

B) Luz artificial

Sin lugar a dudas, la luz natural es la preferible iluminación viable y la mayoría de las plantas tienen bastante con el aporte de luz del sol que recibe, con excepción de algunas propias de sitios muy cálidos como los trópicos; si esta es la situación o por alguna razón se quiere apresurar el desarrollo de los ejemplares, es aconsejable que se les proporcione una luz plus, instalando un sistema de iluminación artificial esta utiliza entidades de iluminación artificial hay que tomar en cuenta la distancia de división entre la fuente agregada de luz y la planta, dado que el calor que emite el foco podría perjudicar y marchitar las hojas de las propias plantas, entre otras cosas, si el foco que se quiere usar tiene una capacidad de 150w, favorable situarlo a un metro de la planta y si se utiliza un reflector para sugerir luz artificial a los ejemplares, la distancia tendrá que ser mayor a 2,5m (Lizarazu Hernando, s.f.).



Figura 12. Planta con luz artificial

Fuente: (Lizarazu Hernando, s.f.)

2.2.5.3. Tipos y características de ambientes controlados.

La proyección y la creación de un ambiente controlado tienen que tener en cuenta las propiedades del clima de cada zona, propiedades físicas y químicas del suelo, abastecer y mejorar el agua con objetivos de riego y demás como la oportunidad de suministrar electricidad, rutas y transportes, en relación al ámbito del clima, es requisito tener en cuenta las medidas que lo diferencian

como las mejoras en las temperaturas más cotidianas, extremas y de acuerdo a la estación, humedad, tiempo de bajas temperaturas, heliofanía teórica y real, gran cantidad de la radiación, medición de los vientos, en relación a su agilidad superior, ventoleras, dirección frecuente, este factor es sustancial se da mecánicamente así como en el aumento de las pérdidas de calor en el ambiente controlado; en cambio, la forma del ambiente controlado posee consideración esencial en 2 conceptos la cantidad de luz en el interior y el poder resistir el viento, haciendo destacables la forma del techo y la posición del techo, mientras la influencia que ejerce el viento con la composición es dependiente en el diseño, la orientación y la fuerza del viento, la cobertura, la presencia de tener protección, los ambientes controlados con techos redondos resisten más y los plásticos maleables proponen mejor accionar que los duros, el viento contiene diferente resultado con las diferentes porciones del ambiente controlado y la dirección que viene el viento hace que la presión que aguanta la pared en sotavento, en el techo el lugar que tiende a sufrir presiones suelen estar elevados y por consiguiente favorece que el eje principal del ambiente controlado esté en dirección a los vientos imperiosos y que no posean portones ni tragaluces con esa zona (Martinez, 2015).

A) Materiales de la estructura

Estructuralmente los ambientes controlados suelen construirse con madera, hierro, acero o aluminio y las construcciones se pueden hacer en madero porque no transmiten mucha luz y achican el lugar sobrante dentro del ambiente controlado, al necesitar la disposición de postes como sustento, por lo general separados entre 2 y 3m, como algo favorable podría comunicarse la simplicidad de construcción y su poca conducción de calor, esto facilita poca reserva de energía en caso de usar algún procedimiento de calentamiento se podrá extender la duración servible de estas construcciones, el madero debe manipularse antes con materia prima que contribuyan a su conservación y la utilización de metales necesita ser armado por personas capacitadas, con materiales que tienen que vengan desde la fábrica, el mayor ancho libre de la estructura y bastante capacidad para iluminar; en tanto el aluminio muestra virtudes de construcción, aunque con un valor alto (Martinez, 2015).

B) Invernadero forma de parra

Su composición vertical de madero o composición metálica, donde se ubica una doble protección de alambrados que agarran las láminas de polietileno, ya que el objetivo de ofrecer más grande y seguro a la cobertura cuando ocurran corrientes de aire con gran intensidad y poseen características con poca inclinación en su techo (11°C a 15°C), esto disminuye la captar la radiación del sol e incrementa el caer de gotitas de agua que se tienen como resultado la condensación en el techo encima de las plantaciones, éstos envuelven un enorme capacidad de aire, poseen poca sombra de adentro, resisten fuertes corrientes de aire, aunque no poseen buena forma de ingreso de aire y tienen la posibilidad de quebrarse con bastante agua concentrada, por contener poca forma de extraer agua, Figura 13 (Martinez, 2015).

C) Invernadero forma de capilla o con cubierta

Estructuralmente son poco complejos para ser construidos, debiendo hacerse con materia prima de poco costo, de acuerdo a la posibilidad de la zona, éstas pueden presentar desventajas de usar materiales que puedan soportar internamente y que produzcan gran cantidad de sombra y entrada de aire puede resultar difícil cuando están muy apretadas, Figura 14 (Martinez, 2015).



Figura 13. Invernadero tipo parra

Fuente: (Martinez, 2015)



Figura 14. Invernadero tipo capilla

Fuente: (Martinez, 2015)

D) Invernadero de forma aserrada

Están conformados por juntar baterías de naves con abastecimiento de agua, que se orientan de forma que se introduzca por una inclinación y bastante entrada de luz posible y tendrán características con un lugar ventilado y que no dificultará la salida la lluvia que pudiese caer (Figura 15) (Martinez, 2015).

E) Túnel pequeño o micro túnel y túnel grande o macro túnel

El inicio del uso de plásticos para el forzado del cultivo se encuentra en el calentamiento del aire que circunda a una masa vegetal dentro de una cubierta plástica permeable a las radiaciones del sol durante la mañana, la ganancia térmica se ve aumentada por el calentamiento de los cuerpos existentes por medio del film y por el del propio suelo, la incidencia de radiaciones infrarrojas de onda corta estimula todo el desarrollo de calentamiento descrito, por medio de la permeabilidad que son características del plástico; en cambio, durante la noche se produce un flujo de energía inverso con radiaciones infrarrojas de onda extendida a las que el plástico de cubierta es impermeable, la cobertura plástica supone una reducción de la radiación solar en el interior de la estructura debido a la reflexión y absorción de luz por el material plástico; ya que para un plástico de polietileno de baja consistencia se estima una reducción de la

radiación entre un 10 y un 35% (Figura 16) (Figura 17) (Dominguez Morales, 2012).



Figura 15. Invernadero de diente de sierra

Fuente: (Martinez, 2015)



Figura 16. Sistema de túnel pequeño o micro túnel

Fuente: (Dominguez Morales, 2012)



Figura 17. Sistema de túnel grande o macro túnel

Fuente: (Dominguez Morales, 2012)

2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS

Celofán

es un polímero natural derivado de la celulosa y tiene el aspecto de un lámina fina, transparente, flexible y resistente a esfuerzos de tracción, pero muy fácil de cortar., 9, 13

Criptocromos

son una clase de fotorreceptores de luz azul de plantas y animales., vi

Desnaturalización

cambio estructural de las proteínas o ácidos nucleicos en el que éstos pierden su estructura original y así cambian la forma de funcionar correctamente por consiguiente algunas propiedades., 7

Espectro de luz

Se denomina espectro visible a la región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir, a la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama luz visible o simplemente luz, iv

Fitocromos

Proteína con actividad cinasa que es propia de vegetales, la cual actúa como fotorreceptor principalmente luz roja (desde 600nm hasta 700nm) y roja lejana (desde 700nm hasta 800nm)., vi

Floración

Tiempo que duran abiertas las flores de las plantas de una misma especie., 3, 4, 7, 12, 14

Foto receptor

Este fenómeno le permite captar la mayor cantidad de luz posible y así optimizar la fotosíntesis., vi

Fototropinas

Proteínas fotorreceptoras que cuando dan respuestas de fototropismo en organismos vegetales superiores, con criptocromos y fitocromos hacen que las plantas cambien la forma de crecer frente a la luz., vi

Hipocótilo

Término botánico que se usa en referencia a una parte del organismo vegetal que brota desde una semilla., 7

Homeostasis

Conjunto de fenómenos de autorregulación, conducentes al mantenimiento de una relativa constancia en la composición y las propiedades del medio interno de un organismo., vi

Longitudes de onda

La longitud de onda es la distancia real que recorre una perturbación en un determinado intervalo de tiempo, ese intervalo de tiempo es el transcurrido entre dos máximos consecutivos de alguna propiedad física de la onda., iv, vi, 2, 3, 4, 9, 13, 15

Microclimas

Conjunto de las condiciones climáticas particulares de un lugar determinado, resultado de una modificación más o menos acusada y puntual del clima de la zona en que se encuentra influido por diferentes factores ecológicos y medioambientales., 1

Organolépticas

son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según las pueden percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color o temperatura., 12

Ph

Coefficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa., 2, 3

Pigmentos

Sustancias colorantes que se encuentra en las células de los seres vivos., vi, 3

SENAMHI

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, organización del Estado Peruano que menciona los datos respecto al pronóstico del tiempo., 2

CAPITULO III

3.1. METODO Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

- **TIPO DE INVESTIGACION**

Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa, la cual nos permitirá identificar y describir el proceso de maduración de la fresa.

- **NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio experimental y longitudinal, porque verificaremos en una cantidad determinada de plantas de fresa como son afectadas por cambios en la temperatura y la intensidad de luz que se les aplica.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El diseño para el presente proyecto es experimental ya que se va realizar una indagación documentada que apoyará a nuestra investigación, por tal motivo se elaborarán las fichas respectivas para llevar el control de los factores estudiados (temperatura y luz), y como afectan estos en el desarrollo y crecimiento de la planta.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Según los conceptos previos estudiados y analizados consideramos plantar por metro cuadrado seis plantas de fresa. Para la muestra del proyecto se ha usado la fórmula de población finita:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times P \times Q}{(N - 1) \times E^2 + Z^2 \times P \times Q}$$

Dónde:

n= Tamaño de muestras

Z= Nivel de confianza

P= Probabilidad éxito

Q= Probabilidad de fracaso

E= Error de estimación

N=Tamaño de la población

Utilizando las dos fórmulas se obtuvieron los siguientes tamaños de muestra, teniendo en cuenta las densidades de siembra:

Nivel de confianza del 95%

Z= 1.96

P= 0.05

Q= 0.95

E= 0.05

N = 26 plantas

Realizando los cálculos respectivos, se obtuvieron los tamaños de muestra de n=20.

3.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

- **OBSERVACIÓN**

Mediante esta técnica se obtendrán datos verídicos del motivo de la investigación la cual se documentará de forma sistemática, objetiva y fácil para que pueda ser comparada y analizada.

Para el análisis se hizo la observación de planta de fresa en un ambiente controlado desde el mes de octubre del 2018, este ambiente se le dio los parámetros de temperatura de 22°C con una fuente de luz azul constante.

Las plantas de fresa se introdujeron en forma de estolones para ver el crecimiento, la maduración, floración y fructificación; al mismo tiempo se colocaron plantas en el medio ambiente para poder hacer las comparaciones respectivas al final del proceso. Para realizar la toma de datos utilizamos fichas para verificar las temperaturas en el interior del invernadero y temperatura de medio ambiente, estas temperaturas se tomaron al medio día y a las 20 horas donde consideramos en estos horarios las temperaturas máximas y mínimas, éste proceso lo realizamos cada dos días pudiendo observar que la temperatura dentro del invernadero se mantuvo dentro de los parámetros establecidos. Así mismo se registraron datos con respecto a la altura del tallo de la planta conforme iba creciendo, en estos datos se fue observando que las plantas dentro del invernadero crecían más rápido que las otras, éstos datos se registraron de forma semanal durante el proceso de crecimiento. Cuando empezó la floración observamos que las flores de las plantas dentro del invernadero fueron un poco más grandes y cuando empezó la fructificación se registraron los datos del tamaño de del fruto conforme se desarrollaba, estos datos se hicieron semanalmente y se observó que los frutos de las plantas que se encontraban dentro del invernadero crecieron más y con un color más rojo que las plantas que estuvieron en el medio ambiente.

CAPITULO IV

4.1. ANALISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCION

4.1.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

El proyecto se realizó en un invernadero experimental que se encuentra en $16^{\circ}19'46''$ S, $71^{\circ}35'32''$ W (Figura 18), que corresponde a la zona de Ciudad Municipal, distrito de Cerro Colorado, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa.



Figura 18. Ubicación geográfica de invernadero

Fuente: (Google earth, 2018)

4.1.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR

4.1.2.1. ESTRUCTURA

El estudio se realizó en un invernadero con dimensiones de 2,5 x 2,0 x 1,5 metros, sobre los cuales se colocó una barrera protectora de material de tecnopor el cual serviría para mantener una temperatura adecuada para la maduración. Dentro de él se ubicaron un total de seis macetas donde se encuentran sembradas las plantas de fresa (*Fragaria x annanasa*) (Figura 19).

4.1.2.2. TEMPERATURA

El invernadero se calentó el interior hasta que llegó a una temperatura de 22°C tomando en consideración un rango de variación de +/- 4°C, ésta temperatura se encuentra dentro del rango aceptable para que las plantas de fresa maduren apropiadamente

4.1.2.3. LUZ.

Para este proyecto dentro del invernadero se colocaron dos focos de color azul de 30 watts los que se usaron en vez de la luz solar, para el proceso de maduración.

4.1.2.4. CLIMA

El clima en la ciudad de Arequipa durante el periodo de octubre a diciembre del 2018 estuvo en el rango de 8°C la más baja y 23°C la más alta, en enero del 2019 estuvo entre los 6°C y 20°C, mientras que en febrero esta entre 5°C y 15°C.

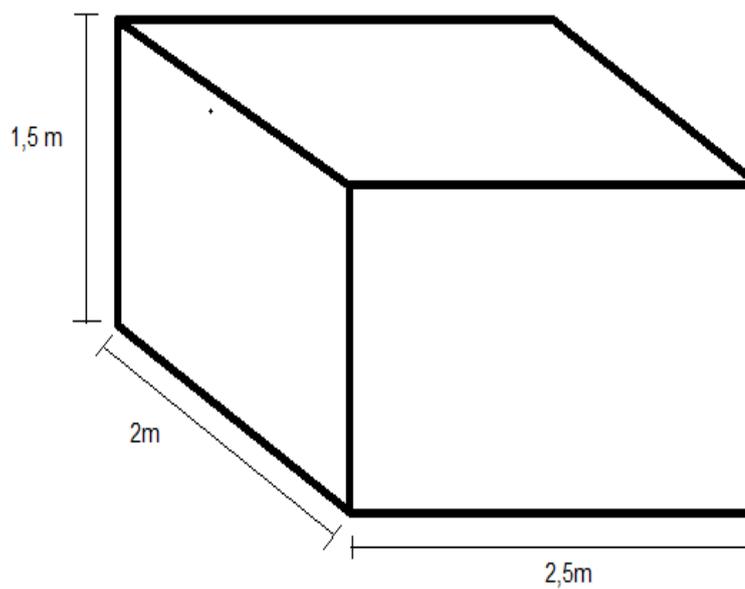


Figura 19. Estructura de invernadero

Fuente: Propia

4.1.3. DISTRIBUCION DE LAS MACETAS

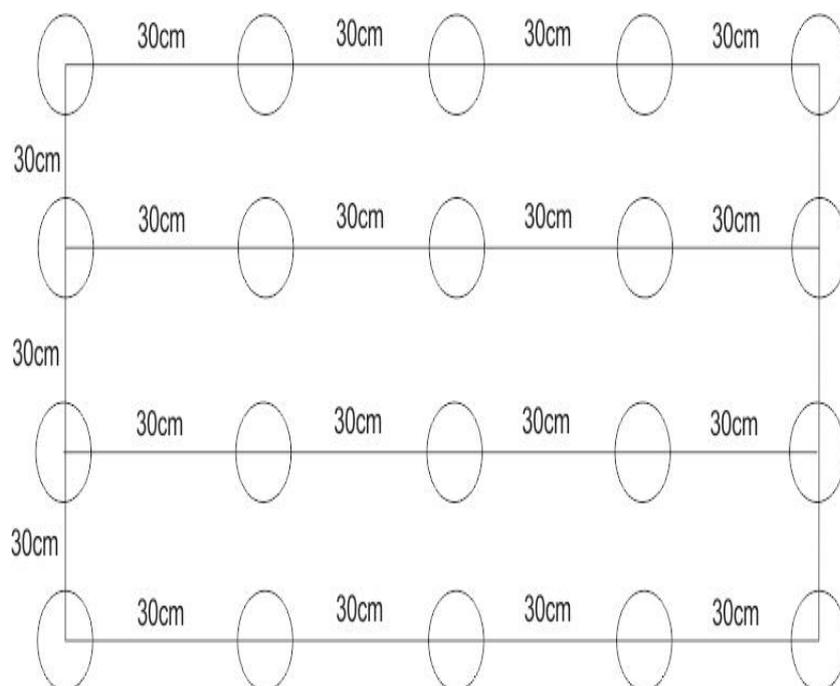


Figura 20. Distribución de plantas en invernadero

Fuente: Propia

4.1.4. MATERIAL A EXPERIMENTAR

Para la realización del proyecto se utilizaron plantas de fresa de la variedad Chandler que posee las siguientes características: fruto con un buen sabor, es de tamaño de 6 cm aproximadamente, se adapta a climas variados, aunque el rango de temperatura está entre 18 a 27°C para una óptima maduración y fructificación. Su tallo es de forma circular cónica en el que se observan bastantes escamas foliares, las hojas poseen una gran cantidad de estomas motivo por el cual pueden perder bastante agua durante la transpiración.

4.1.4.1. MATERIALES A UTILIZAR

- Arena.
- Humus.
- Plántulas de fresa.
- Bolsas negras de 20 cm de longitud.
- Macetas.
- Regla milimetrada.
- Cuchillas y tijeras
- Cámara digital
- Termómetro digital.
- Focos de color azul de 30 watts.
- Cuaderno de apunte.
- Ficha de seguimiento.
- Laptop.
- Invernadero.



Figura 21. Foco de 30 watts color azul

Fuente: Propia



Figura 22. Cámara digital

Fuente: Propia



Figura 23. Regla milimetrada

Fuente: Propia



Figura 24. Bolsas negras con estolones de fresa

Fuente: Propia



Figura 25. Termómetro ambiental

Fuente: Propia



Figura 26. Tijera de corte

Fuente: Propia



Figura 27. Laptop

Fuente: Propia

4.1.5. FASES DEL DESARROLLO DE LA PLANTA

A) Llenado de bolsas con plántulas de fresa

Para empezar a realizar la toma de muestras en las plántulas que se observarán, se colocará arena y humus en una relación de 3 a 1 en bolsas antes de plantar los estolones. Las bolsas de plástico tendrán una longitud de aproximadamente 20 cm, a medida que la planta se desarrolle se las trasladará hacia macetas más grandes. Los estolones se colocarán cuidadosamente evitando que las raíces se doblen.

B) Instalación

Una vez que se llenaron las bolsas se colocarán seis de ellas dentro del invernadero y estarán distribuidas de manera equitativa para que les pueda llegar la misma intensidad de luz adecuada; así mismo, las otras seis se colocarán en el medio ambiente.

C) Aclimatación de estolones

Para nuestro caso los estolones no se someterán a temperaturas frías antes de ser sembrados ya que nos encontramos en la estación de primavera,

esto favorece a que puedan desarrollarse apropiadamente y fructifiquen en la estación de verano. Las bolsas con los estolones dentro del invernadero experimentarán una temperatura controlada de 22°C durante un par de semanas.

D) Fertilización

Se recomienda que para una buena producción se deben aplicar en los foliares materiales ricos en nitrógeno durante el desarrollo vegetativo, fósforo para la floración y potasio para la fructificación. Se sugiere que estos procesos se realicen por la noche, sin viento y con climas secos.

E) Riego

A todas las plantas que se observaron se les aplicó la misma cantidad de agua en el mismo tiempo. El riego se debe utilizar poca agua, pero constante verificando que el suelo no se encuentre demasiado húmedo.

F) PODA

A medida que el tallo fue aumentando de tamaño se acumuló gran cantidad de hojas lo cual sucedió después de 60 días, la poda ayudó a que le llegue la cantidad de luz adecuada y al mismo tiempo lo esté ventilando.

4.2. REGISTRO DE DATOS

A) TEMPERATURA

Los datos que se registraron dentro del invernadero por acción de la temperatura fueron tomados cada dos días, en la tabla de datos sólo se utilizaron la temperatura máxima y mínima durante el día, esta temperatura se encuentra en grados centígrados. Durante casi todas las mediciones dentro del invernadero la temperatura se mantuvo constante hasta el final del proyecto. En relación con las plantas de fresa que estuvieron en condiciones ambientales éstas sufrieron variaciones en la temperatura. A continuación, se presentarán las tablas con las temperaturas registradas y se analizarán cada una de ellas de acuerdo a factores que estamos analizando. Dentro del invernadero la temperatura que se controló fue de 22°C ya que es la temperatura apropiada para el desarrollo de la fresa ya que según conceptos anteriores el rango es de 18°C a 26°C.

B) CRECIMIENTO Y MADURACION

En estas tablas se registraron los datos con relación al crecimiento y desarrollo de la planta de fresa, maduración y crecimiento del fruto. A medida que pasaron los días se fue midiendo la talla de las plantas de fresa, en una primera

etapa se hizo con relación al tallo hasta el momento de floración y posteriormente se analizó con relación al fruto. Con las plantas que se encuentran dentro del invernadero se verificaría el crecimiento que según nuestra hipótesis crecería un poco más rápido tanto con su tallo, su floración y el fruto; mientras que los que se encontraban en condiciones ambientales se demorarían un poco más de tiempo. Al inicio se hizo una primera medición cuando se plantaron los estolones anotando que casi todas tengan la misma longitud. Las mediciones se realizaron semanalmente para ambos casos.

Tabla 2. Control de temperatura en invernadero mes de octubre 2018

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22	22
3	22	21.8
5	23	22.4
7	22.1	22
9	22	22
11	22	22
13	22.3	22
15	22.1	21.8
17	22.4	22.2
19	22	21.9
21	22	22
23	22.5	22
25	22.1	22
27	22	22
29	22.1	22
31	22	21.8

Fuente: Propia

En esta tabla podemos observar que no hubo cambios bruscos en la temperatura dentro del invernadero, esto fue propicio para el desarrollo de la planta de fresa.



Figura 28. Tamaño de estolón primera semana

Fuente: Propia

Tabla 3. Tamaño de planta de fresa durante octubre 2018

Semana	Invernadero	Medio Ambiente
	Altura de tallo (cm)	Altura de tallo (cm)
1	1,5	1,5
2	2,5	2,2
3	3,4	3,1
4	4,7	4,2

Fuente: Propia

Según esta tabla se puede observar que hubo ciertos cambios en el desarrollo de la planta de fresa, esto se debe no solo a una temperatura constante sino también a la luz azul que le incide dentro del invernadero, esto se puede observar en la figura 28.

Tabla 4. Control de temperatura en medio ambiente en octubre 2018

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	23	10
3	21	9
5	22	11
7	23	11
9	22	10
11	22	9
13	20	10
15	22	12
17	23	11
19	23	12
21	20	11
23	21	9
25	19	11
27	23	11
29	22	10
31	21	11

Fuente: Propia

En comparación con la tabla registrada con las temperaturas dentro del invernadero, aquí podemos observar que las temperaturas mínimas en el ambiente son más bajas del rango propuesto, esto no dañó a la planta, pero si causó cierto retraso en el crecimiento. Figura 29



Figura 29. Tamaño de planta en invernadero 4 semana

Fuente: Propia



Figura 30. Tamaño de planta en medio ambiente 4 semana

Fuente: Propia

Tabla 5. Control de temperatura en invernadero mes de noviembre 2018

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22.1	22
3	22	22
5	22.2	22.1
7	22.1	22
9	22	22
11	22	22
13	22	22
15	22.1	22
17	22.3	22.2
19	22.1	22
21	22	22
23	22.3	22
25	22.1	22.1
27	22.1	22
29	22.1	22

Fuente: Propia

Los datos de esta tabla nos indican que la temperatura dentro del invernadero no sufrió cambios bruscos y se mantuvo con la temperatura que se quería para el buen desarrollo de la planta de fresa.

Tabla 6. Control de temperatura en medio ambiente en noviembre 2018

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22	11
3	20	9
5	20	8
7	23	11
9	22	12
11	19	11
13	22	10
15	22	11
17	23	9
19	23	12
21	22	11
23	22	10
25	22	10
27	21	10
29	20	8

Fuente: Propia

Según los datos de esta tabla durante el presente mes la temperatura máxima estuvo dentro del rango esperado pero la temperatura mínima descendió unos grados más en relación al mes anterior, esta temperatura no causó daño en la planta de fresa pero si afectó al desarrollo del tallo y maduración de la planta.

Tabla 7. Tamaño de planta de fresa durante noviembre 2018

Semana	Invernadero	Medio Ambiente
	Altura de tallo (cm)	Altura de tallo (cm)
1	5,5	5
2	6,8	6,1
3	8,1	7,4
4	10,2	8,6

Fuente: Propia

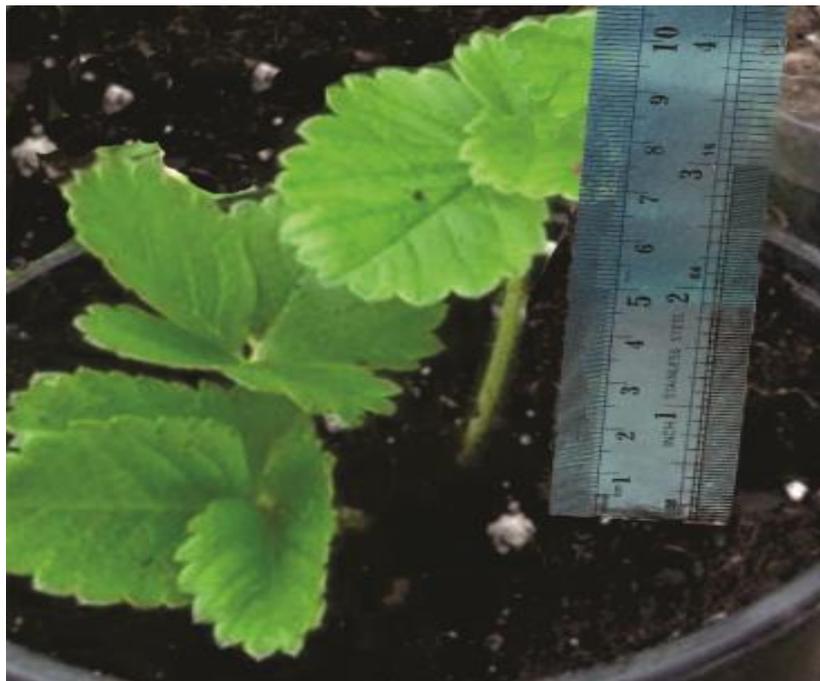


Figura 31. Tamaño de planta en invernadero cuarta semana noviembre 2018

Fuente: Propia

Tabla 8. Control de temperatura en invernadero mes de diciembre 2018

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22.2	22
3	22	22
5	22	22
7	22.1	22
9	22	22
11	22	22
13	22.2	22
15	22	22
17	22.1	22.1
19	22	21.9
21	22	22
23	22	22
25	22.1	22.1
27	22	22
29	22	22
31	22	21.9

Fuente: Propia

Durante este mes la temperatura dentro del invernadero no sufrió bastantes cambios ya que se mantuvo dentro de los 22°C lo cual ayudó a la maduración de la planta de fresa.

Tabla 9. Control de temperatura en medio ambiente en diciembre 2018

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	21	8
3	22	8
5	20	7
7	22	9
9	24	13
11	24	12
13	22	13
15	21	11
17	22	11
19	21	12
21	20	11
23	22	10
25	23	11
27	22	12
29	22	13
31	22	13

Fuente: Propia

En estos datos podemos apreciar que la temperatura máxima se encuentra dentro del rango en cambio la temperatura mínima ascendió unos grados debido a que estamos ingresando a la estación de verano. Esta estación es la más propicia para que la planta empiece a florecer y dar frutos.

Tabla 10. Tamaño de planta de fresa durante diciembre 2018

Semana	Invernadero	Medio Ambiente
	Altura de tallo (cm)	Altura de tallo (cm)
1	13,3	11,2
2	14,4	12,5
3	16,0	14,1
4	17,7	15,8

Fuente: Propia

Observando la tabla nos indica que la planta dentro del invernadero posee más tamaño que la que se encuentra en el medio ambiente, además también se verificó que las ramas que crecen dentro del invernadero son más largas.



Figura 32. Tamaño de planta en invernadero cuarta semana mes de diciembre

Fuente: Propia

Tabla 11. Control de temperatura en invernadero mes de enero 2019

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22.3	22.1
3	22	21.8
5	22	22
7	22	22
9	22.1	22
11	22.1	22
13	22.2	22
15	22	22
17	22.1	22
19	22	22
21	22	22
23	22	22
25	22.1	22
27	22.2	22
29	22	22
31	22.1	21.9

Fuente: Propia

Según los datos de la tabla del mes de enero no hubo cambios grandes de temperatura en el interior del invernadero, ya que se mantuvo dentro del rango que controlamos. Esto es muy propicio ya que las plantas en el interior florecieron adecuadamente y empezaron a fructificar.

Tabla 12. Control de temperatura en medio ambiente en enero 2019

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22	14
3	24	14
5	23	13
7	21	11
9	18	10
11	17	10
13	20	10
15	20	12
17	21	13
19	22	14
21	23	13
23	21	13
25	24	14
27	22	14
29	15	12
31	18	13

Fuente: Propia

Según esta tabla podemos observar que la temperatura máxima se encuentra dentro del rango establecido pero la temperatura mínima descendió en cuatro grados menos del rango no fue muy baja ya que es la estación de verano, esto ayudará a la floración de la planta. Pero las plantas se demoraron más tiempo en fructificar.

Tabla 13. Tamaño de planta de fresa enero 2018

Semana	Invernadero	Medio Ambiente
	Altura de tallo (cm)	Altura de tallo (cm)
1	20,1	17,3
2	23,8	20,6
3	27,3	23,8
4	31,5	26,7

Fuente: Propia

Según esta tabla observaremos que la planta de la fresa ha llegado a su máxima longitud, ya que en esta etapa ya se encuentra en proceso de floración y a continuación tendrá lugar la fructificación.

- **Floración de la planta de fresa**

Durante el crecimiento del tallo de la planta se observó que las plantas que estuvieron dentro del invernadero tuvieron una floración más temprana a comparación de las que estuvieron en condiciones ambientales. Además se observó que las flores tuvieron un tamaño mas grande.

Tabla 14. Floración de las plantas de fresa mes de diciembre 2018

Semana	Invernadero	Medio Ambiente
	Floración	Floración
1	X	
2		X
3		X

Fuente: Propia



Figura 33. Floración de planta de fresa en medio ambiente

Fuente: Propia



Figura 34. Floración planta de fresa en invernadero

Fuente: Propia

- **Fructificación de planta de fresa**

Desde el momento de la fructificación de las plantas de fresa se observó que el fruto de las plantas que estuvieron en el invernadero maduraron más rápido y con mayor tamaño que las que estuvieron en el medio ambiente.

Tabla 15. Fructificación de planta de fresa enero del 2019

Semana	Invernadero Fructificación	Medio Ambiente Fructificación
1		
2		
3	X	
4		X
5		X

Fuente: Propia



Figura 35. Fructificación de fresa en invernadero después de 10 días

Fuente: Propia



Figura 36. Fructificación de fresa en medio ambiente después de 10 días

Fuente: Propia

Tabla 16. Temperatura en invernadero mes de febrero 2019

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	22.3	22
3	22.7	22.2
5	22.5	22.1
7	22.4	22
9	22.1	22
11	22	21.9
13	22	22
15	22	22
17	22.2	22
19	22.1	22.1

Fuente: Propia

Las temperaturas que se tomaron en el interior del invernadero no tuvieron variaciones que pudieran perjudicar la temperatura que se está controlando ya que estuvieron dentro del rango permisible.

Tabla 17. Temperatura medio ambiente mes de febrero 2019

Día	Temp. Max. °C	Temp. Min. °C
1	19	12
3	22	13
5	23	13
7	19	13
9	14	11
11	21	13
13	20	13
15	19	11
17	21	12
19	18	11

Fuente: Propia

En la tabla del mes de febrero la temperatura máxima que se midió en el medio ambiente varió un poco respecto al rango permisible y la temperatura mínima estuvo por debajo del rango, el cual iba a causar un efecto en el tamaño y maduración del fruto. Esto se debió por causa climatológicas propias de la región de Arequipa.

Tabla 18. Tamaño del fruto de fresa en mes de febrero 2019

Semana	Tamaño de fruto dentro de invernadero	Tamaño del fruto en medio ambiente
1	2,1	1,6
2	3,0	2,3
3	5,8	3,6
4	7,1	5,2

Fuente: Propia

En la tabla anterior se muestra los valores del tamaño del crecimiento de la fresa tomados en los dos ambientes, aquí se puede mostrar la diferencia en longitud debido a las condiciones que estamos controlando como la temperatura y la luz. No solamente se pudo observar el tamaño sino también el volumen que fue adquiriendo y el color del fruto de la fresa las que se observarán en las figuras.



Figura 37. Tamaño de fresa en invernadero durante la segunda semana

Fuente: Propia



Figura 38. Tamaño de fresa en medio ambiente durante la segunda semana

Fuente: Propia



Figura 39. Tamaño de fresa en medio ambiente tercera semana

Fuente: Propia



Figura 40. Planta de fresa con crecimiento en invernadero en la cuarta semana

Fuente: Propia



Figura 41. Planta de fresa con crecimiento en medio ambiente después de la cuarta semana

Fuente: Propia

4.3. DISCUSION DE RESULTADOS

- A) En relación al tema, Albregts y Chandler (1993) dieron a conocer que el desarrollo de fresa, en comparación a su tamaño, era mayor en dos etapas de producción haciendo uso del acolchado, que es una lámina de propileno pintado de azul y en tres etapas del proceso fue mayor con el uso del acolchado de color blanco, en ambos resultados, cuando se compararon con la fruta producida con luz azul se observó que puede tener hasta tres temporadas ya que ayudó a que madure en menor tiempo.
- B) Cuando se observó el comportamiento del volumen de los frutos de las fresas que se expusieron con la cubierta de color azul, Folta y Maruhnich (2007) se menciona, que se redujeron porque se filtró la luz azul, el cual produjo un incremento en el desarrollo de plantas de fresa. Por otra parte, estos autores también hacen hincapié que si las plantas se exponen demasiado tiempo a la sombra esto puede traer una consecuencia negativa, como resultó con los estudios de las plantas que se expusieron a la luz de color azul, donde esta lámina produjo una gran cantidad de sombra, y al mismo tiempo, se obtuvieron menor peso y volumen en la fruta. En relación con los frutos obtenidos en nuestro invernadero podemos corroborar esta premisa ya que se observó que crecieron más de los que estuvieron expuestos a la luz directa del sol, ya que la luz era constante en el interior y no había partes opacas. Además, los tallos y ramas adoptaron un color más verdoso.
- C) La calidad de luz que se irradia en las plantas de fresa afectará proporcionalmente su composición de las propiedades de estos frutos, puesto que Loughrin y Kasperbauer (2002) mencionaron que esta radiación que se encontraba en los niveles del azul, rojo y rojo lejano, que se reflejaban por las coberturas de éste color, permitían la acción de los fitocromos, que eran los que causaban que los genes de la fruta pudieran cambiar las propiedades químicas de la fruta de la fresa. También mencionaron que las fresas que se cosechaban con las plantas que estaban expuestas con las láminas de color rojo y azul durante los días con mayor luz solar, estas plantas obtuvieron una gran cantidad de propiedades que ayudaron al aroma de la fruta. Los autores, Kasperbauer et al. (2001) y Casierra-Posada (2011) confirmaron que la luz en

los niveles de azul, rojo y del rojo lejano eran capturados por foto receptores que también se les conoce como fitocromos, estos desencadenaban bastantes variaciones en las propiedades químicas de los frutos los cuales permitían acumular bastante azúcar. Estas variaciones contribuyeron a incrementar el sabor dulce en las plantas de fresa que absorben el destello de la luz roja a través de la lámina de este color. ambos escritores, han propuesto que la parte de la luz que se encuentra en el segmento del azul, rojo al rojo lejano serían los responsables de incrementar los contenidos de azúcar en la fresa. Podemos constatar que efectivamente el fruto de fresa al ser sometido a la luz azul ha incrementado el tamaño en cuanto al volumen, también el color rojo que obtiene al final de la maduración para ser consumido al fresco y a la vez cuando se consumió se comprobó que el sabor era más dulce que las frutas que maduraron en condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

1. Durante el proceso del desarrollo del proyecto se pudo determinar que el crecimiento de la planta fue afectado por la temperatura constante a la cual se encontraba nuestro invernadero a diferencia de las plantas que estuvieron expuestas al medio ambiente.
2. Los tallos de las plantas que estuvieron dentro del invernadero fueron más grandes en comparación a los de las plantas que estuvieron en el medio ambiente esto provocó que la floración también se adelantara en el proceso, además el color del tallo y las ramas fue más verdoso.
3. También se pudo observar que mientras se desarrollaba la fresa la luz azul que se le hizo incidir dentro del invernadero hizo que las hojas de las plantas fueran más grandes y crezcan más rápido lo cual impedía en ciertas zonas que llegue la cantidad de luz adecuada a toda la planta, por este motivo se tuvo que hacer una poda más frecuente para que la luz pudiera llegar a toda la planta de manera uniforme.
4. Durante el proceso de floración las flores dentro del invernadero lo hicieron en menor tiempo lo que tuvo como consecuencia que la fructificación empezara con mayor prontitud, así mismo se observó que los pétalos de las flores sean un 10% más grandes.
5. La fructificación fue un proceso en el cual aumentó de tamaño de manera rápida debido a la temperatura constante que se tenía dentro del invernadero, además maduró con mayor rapidez ya que se observó también el color que iba adoptando, junto con el cambio de color también se observó el gran volumen que obtuvo al final que fue un 36% más grande que los frutos que estuvieron creciendo en el medio ambiente.
6. Otros de los factores relevantes que se observaron por la forma de crecimiento y desarrollo de la planta de fresa, se producen constantemente tallos lo cual hace que en la planta se forme una forma de macolla en la cual se desarrolla gran cantidad de ramas y hojas muertas, la hojarasca provoca retención de humedad lo que facilita el ataque de hongos, por lo tanto, se necesita eliminar.

7. La poda se debe realizar una vez concluida el desarrollo del fruto; aquí se quitan hojas secas que tengan daño, así como pequeños frutos que pueden quedar en la parte de abajo de la macolla al hacerlo hay que tener precaución para no dañar la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGRO LA LIBERTAD. (2008). *FICHA TECNICA PARA EL CULTIVO DE LA FRESA*. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Ficha%20T%C3%A9cnica%20para%20el%20Cultivo%20de%20la%20Fresa_0.pdf
- AGRO LA LIBERTAD. (julio de 2016). *NOTA INFORMATIVA FRESA EN LA LIBERTAD*. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Nota%20Informativa_%20FRESA%20EN%20LA%20LIBERTAD_2016.pdf
- ATTRA. (2007). *FRESAS: PRODUCCION ORGÁNICA*. Obtenido de http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCoyuntura2010/Organicos/fresas_produccion_organica_argentina.pdf
- Calderon Gomez, L. E. (2015). Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6451/Trabajo%20de%20grado%20Luis%20E.%20Calder%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón Saenz, F., & Fernando Delgado, L. (Enero de 2003). *EL CULTIVO HIDROPONICO DE FRESAS*. Obtenido de http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Cultivo_Hidroponico_de_Fresas/Cultivo_Hidroponico_de_Fresas_Cap_1.htm
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Cámara de Comercio de Bogotá*. Obtenido de PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL: www.ccb.org.co/content/download/13732/175126/Fresa.pdf
- Casierra-Posada, F., & Pinto-Correa, J. R. (2011). Crecimiento de Plantas de Remolacha Bajo Coberturas de Color. *64*(2).
- Casierra-Posada, F., Peña-Olmos, J. E., & Ulrichs, C. (2011). *CRECIMIENTO Y EFICIENCIA FOTOQUÍMICA DEL FOTOSIS*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a05.pdf>
- Casierra-Posada, Fanor; Peña-Olmos, Jame E. (2015). *Modificaciones fotomorfológicas inducidas*. Obtenido de <https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/viewFile/276/157>
- Casierra-Posada, Fanor; Rojas B., Javier F. (2009). *Efecto de la exposición del semillero a coberturas de colores sobre el desarrollo y productividad del*. (Agronomía Colombiana) Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314730007.pdf>
- Castellanos Valerio, W. (2009). *Caracterización de la capacidad de innovación de los actores involucrados en los sistemas de Producción de hortalizas bajo ambiente controlado, en la Región Trifinio (Honduras, Guatemala y El Salvador)*. Obtenido de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/4617?show=full>

- Castro Padilla, J. d. (2014). *FENOLOGÍA Y CRECIMIENTO DEL TOMATE DE ÁRBOL*. Obtenido de <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90244.pdf>
- Chen Lopez, J. (5 de 10 de 2018). *La influencia de la luz en el crecimiento del cultivo*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- Dominguez Morales, P. (2012). Obtenido de <https://helvia.uco.es/bitstream/handle/10396/8275/2012000000639.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ferrucho Gonzalez, A., & Ruiz Gonzalez, D. (2013). *EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11635/FERRUCHO%20Y%20RUZ.%202014.%20EVALUACION%20Y%20COMPARACION%20DEL%20COMPORTAMIENTO%20AGRONOMICO%20DE%20FRESA.pdf;jsessionid=EA7BD77DB695D517178E0595532581C1?sequence=1>
- Google earth. (2018). *Google Earth*. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@-16.32988024,-71.59282834,2548.15646464a,237.90343236d,35y,116.1659877h,0t,0r/data=CIUaUxJLCiUweDkxNDIzNjM0OOWM2YjhINzE6MHgxYjczN2U1NDkyZDMzZjQ2GWJ8PQT6UTDAITImR7e5VHAKhBDaXVkyWQgTXVuaWNpcGFsGAEGASgC>
- INFOAGRO. (s.f.). *El cultivo de la Fresa*. Obtenido de http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_fresa.asp
- Juarez Lopez, Porfirio; Bugarín Montoya, Rubén; Castro Brindis, Rogelio; Sanchez-Monteón, Ana Luisa. (setiembre de 2011). *Estructuras utilizadas en la agricultura protegida*. Obtenido de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf>
- Lizarazu Hernando, J. C. (s.f.). *CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN DIFERENTES CONDICIONES*. Obtenido de <http://www.laanunciataikerketa.com/trabajos/crecimientoplantas/crecimientoplantas.pdf>
- Martinez, S. (2015). *Cultivo en Hidroponía*. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/46752/Documento_completo.pdf?sequence=1
- MINAGRI. (10 de 2008). *ESTUDIO DE LA FRESA EN EL PERU Y ELMUNDO*. Obtenido de http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/estudio_fresa.pdf
- MINISTERIO DE SALUD DEL PERU. (2009). *TABLAS PERUANAS DECOMPOSICION DE ALIMENTOS*. Obtenido de <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>

Olivera, J. (febrero de 2012). *tablas peruanas de composición de alimentos*. Obtenido de www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf

Ramos Gonzalias, Yesid; Ramirez Lasso, Eduardo. (2016). *Desarrollo de un sistema de iluminación*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5767285.pdf>

RED AGRICOLA. (MAYO de 2017). *LA HORA DE LAS FRESAS*. Obtenido de <http://www.redagricola.com/pe/la-hora-las-fresas/>

ANEXOS

**ANEXO A MATRIZ DE CONSISTENCIA – PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y LA LUZ ARTIFICIAL EN LA MADURACION DE LA FRESA EN AREQUIPA 2018**

<p>Problema General</p> <p>Principal</p> <p>¿De qué manera influencia de la temperatura y la luz artificial en la maduración de la fresa en Arequipa 2018?</p> <p>Problemas Secundarios</p> <p>¿En qué medida afectará la producción de exportación de fresas en el país?</p>	<p>Objetivos</p> <p>Objetivo General</p> <p>Analizaremos la maduración de la fresa (Fragaria x annanasa) en un ambiente controlado con temperatura y luz artificial.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preparación de ambiente controlado y no controlado. • Observación de la temperatura constante, la intensidad de luz adecuada y la longitud de luz adecuada entre 400nm a 700nm. • Determinar el tiempo de floración. • Durante la fructificación se verificará y comparará las propiedades físicas (tamaño, color) y químicas. 	<p>Marco Teórico Conceptual.</p> <p>En la presente investigación se explicará cómo se viene tratando las diferentes cosechas de fresas para que tengan mejor calidad de producción al mismo tiempo que se realizará comparaciones con otros estudios que ya se han realizado.</p> <p>Longitud de onda: Se ha demostrado que hacer incidir a las plantas diferentes longitudes de onda afectan en el crecimiento y maduración de las plantas.</p> <p>Ambiente controlado: Se usan para mejorar las condiciones ambientales que ayudan a mejorar el crecimiento de las plantas.</p> <p>Calidad de la fresa: Según estudios realizados la calidad está dada por el color rojo que llega tener al término de la maduración.</p>	<p>Hipótesis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se comprobará que a una temperatura controlada el tiempo de maduración de la fresa será más rápido. • Se comprobará que al hacer incidir luz artificial de color azul y roja ayudará a que el tiempo de maduración sea más rápido. 	<p>Variables e Indicadores</p> <p>Para demostrar y comprobar la hipótesis anteriormente formulada, determinamos las variables e indicadores que a continuación se mencionan:</p> <p>Variable X = Independientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Temperatura óptima para que la fresa (Fragaria x annanasa) pueda florar y madurar está entre 18 °C y 27 °C es por eso que se la colocará en un ambiente controlado para que no sea afectada por las bajas o altas temperaturas de la ciudad de Arequipa. • La incidencia de la luz artificial durante el proceso de maduración será controlada, se usará luz amarilla, azul y roja en determinados momentos de maduración, ésta ayudará a mejorar las propiedades físicas y químicas y se obtendrá un mejor producto <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • °C • Lux <p>Variable Y = Dependiente</p> <p>Maduración de la fresa</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiempo • Temperatura • Color 	<p>Metodología</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación cuantitativa.</p> <p>Nivel de la Investigación</p> <p>De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio experimental y longitudinal.</p> <p>Método de la Investigación</p> <p>Durante el proceso de investigación para demostrar y comprobar la hipótesis se aplicarán los métodos que a continuación se indican:</p> <p>Histórico. - A través de este método se conocerá la evolución histórica que a experimentado el problema de investigación.</p> <p>Comparativo. -. A través de este método, Se hará una comparación entre los periodos planteados</p> <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>Experimental</p> <p>Muestreo</p> <p>Se ha tomado como universo 20 plantas de fresa</p> <p>Técnicas Se utilizarán fichas de datos</p> <p>Instrumentos. - Termómetro, luxómetro.</p>
--	--	---	--	--	--

ANEXO B FICHA TECNICA PARA EL CULTIVO DE FRESA