

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE BULBOS DE AZAFRÁN (*Crocus sativus*  
L.). EN DIFERENTES SUSTRATOS”

**DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO  
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR:** David Marcelo Flores Pimbo

**Tutor:** Ing. Mg. Olguer Alfredo León Gordón

**CEVALLOS – ECUADOR**

**2018**

“COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE BULBOS DE AZAFRÁN (*Crocus sativus* L.). EN DIFERENTES SUSTRATOS”

REVISADO POR:

-----  
Ing. Mg. Olguer León Gordón

**TUTOR**

-----  
Ing. Mg. Luis Alfredo Villacís

**ASESOR DE BIOMETRÍA**

**APROBADO POR EL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

**FECHA**

-----  
Ing. Mg. Hernán Zurita Vásquez

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

-----  
Ing. Mg. Ángel Wilfrido Yáñez Yáñez

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

-----  
Ing. Mg. Luis Alfredo Villacís

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

## **DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD**

El suscrito David Marcelo Flores Pimbo, portador de la cédula de identidad número: 1804194312, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “Comportamiento agronómico de bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.) En diferentes sustratos” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

---

DAVID MARCELO FLORES PIMBO

## **DERECHOS DE AUTOR**

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “Comportamiento agronómico de bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.). En diferentes sustratos “ como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

---

DAVID MARCELO FLORES PIMBO

## **AGRADECIMIENTOS**

Solo me queda agradecer a Dios, quien ha guiado e iluminado mi camino, a mis Padres quienes con ejemplo, esfuerzo, sacrificio y paciencia me educaron e inculcaron valores.

De manera especial agradezco a mis profesores de la Carrera de Ingeniería Agronómica que con dedicación y esmero transmitieron conocimientos y saberes esenciales en mi formación académica y posteriormente serán de gran valor en mi vida profesional.

A mi director de tesis, Ing. Olguer León, por su colaboración durante el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Luis Villacís, por su apoyo total, y guiándome con sus sugerencias en la parte estadística de esta investigación.

Agradecimiento al Ing. Mg. Wilfrido Yáñez, por orientarme sus conocimientos y capacidades durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Muchas gracias a todas las personas que con su apoyo y comprensión hicieron que todo esto sean posibles.

## **ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO**

PORTADA .....	I
---------------	---

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	III
DERECHOS DE AUTOR.....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	V
INDICE GENERAL DE CONTENIDO .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
SUMMARY .....	XIII
CAPITULO I.....	14
INTRODUCCIÓN .....	14
CAPITULO II .....	16
REVISIÓN DE LITERATURA.....	16
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	16
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.2.1. Variable Independiente .....	21
2.2.1.1. Sustratos .....	21
2.2.1.2. Turba .....	21
• Origen.....	21
• Clases.....	22
• Contenido de nutrientes.....	23
• Capacidad de retención de humedad y absorción.....	23
2.2.1.3. Fibra de coco:.....	23
2.2.2. Variable Dependiente.....	26
2.2.2.1. Azafrán (Crocus sativus L.) .....	26
2.2.2.2. Historia.....	27
2.2.2.3. Propiedades medicinales .....	27

2.2.2.4. Usos.....	29
2.2.2.5. Producción mundial.....	29
2.2.2.6. Enfermedades.....	30
2.2.3. UNIDAD DE ANALISIS.....	31
Azafrán (Crocus sativus L.) .....	31
CAPITULO III.....	38
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	38
3.1 Hipótesis.....	38
3.3 OBJETIVOS .....	38
3.3.1 Objetivo General .....	38
3.3.2 Objetivos Específicos.....	38
CAPITULO IV.....	39
MATERIALES Y MÉTODOS .....	39
4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	39
4.2. CARACTERISTICAS DEL LUGAR.....	39
4.2.1. Clima.....	39
4.3. EQUIPOS Y MATERIALES.....	39
4.3.1. Material experimental .....	39
4.3.2. Equipos y herramientas .....	39
4.3.3. Agroquímicos e insumos agrícolas.....	40
4.3.4. Materiales de oficina .....	40
4.4. FACTORES DE ESTUDIO .....	40
4.5. TRATAMIENTOS.....	40
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	40
4.6.1. Características del ensayo .....	41
4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo .....	41

4.7. VARIABLES RESPUESTA .....	42
4.7.1. Días a la emergencia .....	42
4.7.2. Porcentaje de emergencia.....	42
4.7.3. Altura de planta .....	42
4.7.4. Días a la floración .....	42
4.7.5. Número de flores por planta.....	43
4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	43
4.8.1. Adecuación del lugar del ensayo.....	43
4.8.2. Adquisición del sustrato comercial turba rubia Klasmann y fibra de coco .....	43
4.8.3. Preparación del sustrato.....	43
4.8.4. Llenado de macetas .....	43
4.8.5. Siembra.....	44
4.8.6. Riego .....	44
4.8.7. Fertilización.....	44
4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA .....	44
CAPITULO V .....	45
RESULTADOS Y DISCUSION.....	45
5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN.....	45
5.1.2. Días a la emergencia .....	45
5.1.3. Porcentaje de emergencia.....	47
5.1.4. Altura de la planta .....	48
5.1.5. Días a la floración .....	51
5.1.6. Número de flores por planta.....	52
5.1.1. Temperatura .....	53
CAPITULO VI.....	54
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS .....	54



6.1. CONCLUSIONES .....	54
6.2. RECOMENDACIONES .....	55
6.3. BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	58
Anexo 1 Implantación del Cultivo .....	58
Anexo 2 Emergencia de bulbos.....	59
Anexo 3 Desarrollo de los bulbos a los 15 días .....	60
Anexo 4 Desarrollo de los bulbos a los 90 días .....	61
Anexo 5 Desarrollo floral.....	62
Anexo 6 Datos obtenidos en el ensayo.....	63
Anexo 7 Datos del bulbo.....	66
Anexo 8 Calibre de bulbos con relación al diámetro ecuatorial y peso .....	66
Anexo 9 Registro climáticos obtenidos en el ensayo .....	66
CAPITULO VII .....	68
PROPUESTA.....	68
7.1. DATOS INFORMATIVOS .....	68
7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA .....	68
7.3. JUSTIFICACIÓN .....	68
7.4. OBJETIVOS .....	68
7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	69
7.6. FUNDAMENTACIÓN .....	69
7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO.....	70
7.8. ADMINISTRACIÓN .....	71
7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FIBRA DE COCO .....	24
TABLA 2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA FIBRA DE COCO .....	25
TABLA 3 COMPUESTOS NUTRICIONALES DEL AZAFRÁN .....	27
TABLA 4 PRODUCCIÓN DE AZAFRÁN A NIVEL MUNDIAL (KG).....	30
TABLA 5 EXIGENCIAS CLIMÁTICAS.....	36
TABLA 6 TRATAMIENTOS.....	40
TABLA 7 DATOS DE LOS BULBOS.....	41
TABLA 8 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA EMERGENCIA .....	45
TABLA 9 PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DÍAS A LA EMERGENCIA.....	46
TABLA 10 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 30, 90, 120 Y 170 DÍAS DE SIEMBRA .....	48
TABLA 11 PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 30, 60, 90, 120 Y 160 DÍAS DE SIEMBRA .....	49
TABLA 12 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DÍAS A LA FLORACIÓN.....	51
TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA DÍAS A LA FLORACIÓN .....	51
TABLA 19 DÍAS A LA EMERGENCIA .....	63
TABLA 20 PORCENTAJE DE EMERGENCIA .....	63
TABLA 21 ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 30 DÍAS.....	63
TABLA 22 ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 60 DÍAS.....	64
TABLA 23 ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 90 DÍAS.....	64
TABLA 24 ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 120 DÍAS.....	64
TABLA 25 ALTURA DE LA PLANTA (CM) A LOS 160 DÍAS .....	65
TABLA 26 DÍAS A LA FLORACIÓN.....	65
TABLA 27 NÚMERO DE FLORES POR PLANTA.....	65
TABLA 14 REGISTRO DE TEMPERATURAS .....	66
TABLA 15 REGISTRO DE HUMEDAD.....	66
TABLA 16 REGISTRO DE TEMPERATURAS .....	67
TABLA 17 REGISTRO DE HUMEDAD.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 ESQUEMA DEL ENSAYO EN EL CAMPO. ....	41
ILUSTRACIÓN 2 ADECUACIÓN DEL ENSAYO .....	58
ILUSTRACIÓN 3 EMERGENCIA DE BULBOS: .....	59
ILUSTRACIÓN 4 DESARROLLO DE LOS BULBOS A LOS 15 DÍAS .....	60
ILUSTRACIÓN 5 DESARROLLO DE LOS BULBOS A LOS 90 DÍAS .....	61
ILUSTRACIÓN 6 DESARROLLO FLORAL:.....	62

## RESUMEN

El ensayo se lo realizó en la Provincia: Tungurahua, Cantón: Ambato, Parroquia: Huachi Chico. En la propiedad de la Familia Flores, ubicado a 10 km al sur de la ciudad, localizada en una longitud de 78 °37' 50'', y una latitud de 1°16' 59'' y una altitud de 2572 msnm; con el objetivo de: determinar el comportamiento agronómico de los bulbos de azafrán en sustratos: turba y fibra de coco y la combinación al 50 % de los sustratos ya mencionados, a más de establecer el manejo adecuado del cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) bajo condiciones climáticas del cantón Ambato parroquia Huachi Chico. Los tratamientos fueron 3; Tratamiento 1 (T1 bulbos sembrados en fibra de coco al 100%), Tratamiento 2 (T2 bulbos sembrados en turba al 100%) y Tratamiento 3 (T3 bulbos sembrados de fibra de coco 50% + turba 50%). Se utilizó el diseño experimental completamente al azar. Con tres tratamientos y 10 repeticiones. Se utilizó para la comparación de promedio de tratamientos la prueba de Tukey al 5% de significancia.

Los resultados y observaciones obtenidas en el ensayo, demuestran que el cultivo de azafrán *Crocus sativus* se puede efectuar bajo las condiciones climáticas del cantón Ambato, ya que se adaptó a las condiciones de humedad y temperatura. La combinación de fibra de coco y turba dotó al sustrato mayor capacidad de aireación, drenaje, promovió un rápido y sano desarrollo tanto de la parte aérea, como del sistema radicular, reportando las plantas que se desarrollaron en estas condiciones: mejor altura de planta, tanto a los 30 días (3,12 cm), como a 60 días (7,09 cm), a los 90 días (10,48 cm), a los 120 días (17,69 cm) y a los 160 días (24,51 cm) de la siembra, un promedio de 161,5 días a la floración y un promedio de 12,3 días a la emergencia.

El porcentaje de emergencia y número de flores por planta no estuvieron directamente ligados al empleo de sustratos, estas variables están sujetas al calibre de bulbos y ruptura de la dormancia, estado fitosanitario. El empleo de sustratos no tuvo incidencia en el porcentaje de emergencia pero si suministró un ambiente adecuado para su desarrollo.

**PALABRAS CLAVES:** Desarrollo del cultivo; Estado Fenológico; Adaptación; Condiciones Climáticas.

## SUMMARY

The trial was conducted in the Province: Tungurahua, Canton: Ambato, Parish: Huachi Chico. On the property of the Flores Family, located 10 km south of the city, located at a length of  $78^{\circ} 37'50''$ , and a latitude of  $1^{\circ} 16'59''$  and an altitude of 2572 masl; with the objective of: determining the agronomic behavior of the saffron bulbs in substrates: peat and coconut fiber and the 50% combination of the aforementioned substrates, besides establishing the adequate management of the saffron crop (*Crocus sativus* L. ) under climatic conditions of the Ambato canton Huachi Chico parish. The treatments were 3; Treatment 1 (T1 bulbs planted in 100% coconut fiber), Treatment 2 (T2 bulbs planted in 100% peat) and Treatment 3 (T3 bulbs planted with 50% coconut fiber + 50% peat). The experimental design was used completely at random. With three treatments and 10 repetitions. The Tukey test at 5% significance was used to compare average treatments.

The results and observations obtained in the test, show that *Crocus sativus* saffron cultivation can be carried out under the climatic conditions of the Ambato canton, since it was adapted to the humidity and temperature conditions. The combination of coconut fiber and peat gave the substrate greater capacity for aeration, drainage, promoted a rapid and healthy development of both the aerial part and the root system, reporting the plants that developed under these conditions: better plant height, both at 30 days (3.12 cm), and at 60 days (7.09 cm), at 90 days (10.48 cm), at 120 days (17.69 cm) and at 160 days (24, 51 cm) of the planting, an average of 161.5 days at flowering and an average of 12.3 days at emergence.

The percentage of emergence and number of flowers per plant were not directly linked to the use of substrates, these variables are subject to the caliber of bulbs and rupture of dormancy, phytosanitary status. The use of substrates had no impact on the emergency rate but it did provide an adequate environment for its development.

**KEYWORDS:** Cultivation development; Phenological State; Adaptation; Weather conditions

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El azafrán fina especia se destaca principalmente por sus cualidades culinarias y medicinales. El único órgano aprovechable y comercial de la planta son sus estigmas de color rojo intenso, que una vez secos y tostados dan lugar a una de las especias más costosas del mundo, y se lo ha denominado como “oro rojo”. Su fino aroma y propiedades colorantes han dado paso a que sea base de la gastronomía mediterránea además de ser apreciado por los chefs de la alta cocina. La mecanización de este cultivo no se ha desarrollado debido a la fragilidad de sus flores y de sus estigmas, el manejo del cultivo se realiza manualmente, principalmente la siembra y la recolección de flores (Ortí, 2003).

El azafrán o científicamente *Crocus sativus* L. es una especie herbácea de la que nacen flores de color lilas que se abren como una estrella, poseen pistilos rojos delgados y alargados. Es la especia más antigua conocida y utilizada por la humanidad, el cultivo de esta especia ha estado íntimamente relacionado con las civilizaciones más desarrolladas del mundo Oriental, y su descubrimiento en Occidente está ligado con las constantes migraciones de Este a Oeste. Sus virtudes y beneficios han quedado recogidas desde los albores de las civilizaciones (Sánchez, 2002).

Planta monocotiledónea, perenne, herbácea, pertenece al género de las Iridáceas. Posee una altura de 10 a 25 cm, su reproducción es vegetativa por medio de bulbos. El bulbo es de forma suboval, ligeramente aplastado en su base corto y grueso, con una consistencia maciza y recubierto por numerosas capas concéntricas. Es un órgano subterráneo que almacena sustancias de reserva, esenciales para que tener lugar la floración. En condiciones favorables

se desarrollan entre 1 y 3 yemas vegetativo-reproductoras por cormo principalmente de los entrenudos superiores (Rodríguez, 2012).

La crocina es el componente característico del azafrán, el carotenoide es el principal responsable del color anaranjado propio del azafrán, se forma a partir de otro flavonoide (caroteno) llamado crocetina. Además de tener propiedades coleréticas, estimula la elaboración de bilis en el hígado mejorando los procesos digestivos. Los extractos de azafrán han sido estudiados para inhibir el crecimiento celular de células tumorales humanas. El efecto citotóxico de los compuestos característicos de esta especie han sido investigados aislando los compuestos: crocina, picrocrocina y safranal (Martín & Carril, 2014). Se estima que son necesarias entre 100.000 y 150.000 flores, dando un peso aproximado de 80 kg para obtener 5 kg de estigmas frescos, que quedan reducidos a 1 kg después del proceso de secado (Gómez & Alonso, 1988).

En la actualidad, la explotación de esta especia comprende unas 55.000 ha en todo el mundo y una producción de estigmas deshidratados de 180 t/año. Entre los principales productores tenemos: Irán, India, España, Grecia, Italia y Marruecos. Irán lidera la producción, cosechando más del 90% de la producción mundial. Se lo utiliza en medicina (superando el 80 % de lo producido y destinado a laboratorios de origen estadounidenses e ingleses), en gastronomía (15%) y en perfumería y cosmética (<5%). La calidad de los estigmas está definida por tres compuestos principales: aroma (safranal), color (crocina) y sabor (picrocrocina) (Brunt, 2015).

La presente investigación tiene como objeto determinar el COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE BULBOS DE AZAFRÁN (*Crocus sativus* L).”. Y así proponer una alternativa interesante para el agricultor y pueda incursionar en la producción de esta especia de gran interés económico; la implementación de cultivos no tradicionales ofrece una alternativa interesante al momento de diversificar la producción agrícola constituyéndose de esta manera en una fuente de trabajo para diversos sectores

## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

“Estado fitosanitario del azafrán en Aragón España: insectos, ácaros, nematodos, virus, bacterias y malas hierbas”. El presente estudio se llevó a cabo en los años 2008 y 2011. Se realizó reconocimientos en 10 plantaciones comerciales de azafrán situadas en seis localidades del valle del Jiloca (Fuentes Claras, Blancas, Monreal del Campo, Peracense, Torrijo del Campo y Caminreal), situadas en la provincia de Teruel (España). Se evaluó la presencia de insectos, ácaros, nematodos, virus y bacterias en la parte aérea del cultivo o en los cormos y en el suelo, así como las malas hierbas en las plantaciones.

En los cuales la plantación I de Fuentes Claras la abundancia de insectos fue mayor que en el resto de los campos, dominando la especie *Ceutorhynchus pulvinatus* (Coleoptera: Curculionidae: Ceutorhynchini), seguida de los Hymenoptera y Diptera. Mientras que en la plantación II de Monreal del Campo se encontró en muestras de suelo y en la corteza de los cormos y en zonas necróticas gran cantidad de individuos de la especie *Acaridae, Rhizoglyphus robini*. El gorgojo *C. pulvinatus* fue el insecto más abundante, en cuanto a la presencia de *Thrips tabaci*, *Aphelenchoides blastophthorus*, representando el 64,5% de la abundancia total en los cultivos sujetos a estudio (Cirujeda et al., 2016).

“Evaluación de Parámetros de Calidad del Azafrán del Jiloca (Teruel)” manifiesta que el azafrán es una especie que se obtiene de la desecación de los estigmas de las flores de *Crocus sativus* L. una especie triploide y estéril de propagación vegetativa, mediante la formación de bulbos denominados correctamente a modo de cormos. El poder colorante es proporcionado por los esteres de crocetina que definen las características de su calidad, la picrocrocina, responsable del sabor amargo, el safranal, principal componente del aceite



esencial del azafrán y responsable de su aroma. En este trabajo se estudia la variación de estos parámetros en azafranes de diferentes orígenes y formas de elaboración. Se ha demostrado que *Crocus sativus* L. de orígenes variados (de Europa a China), es genéticamente muy uniforme. Las diferencias entre azafranes, de distinta procedencia, parecen deberse a las características ambientales propias de la zona de producción, o a los métodos empleados en la elaboración del azafrán. Las muestras se mantuvieron en maceración con 20 ml de agua destilada, durante 24 horas en la oscuridad. En el presente ensayo, el contenido significativamente más alto de crocina se observó para el azafrán del Jiloca que se ha sometido al procedimiento tradicional de secado.

Los azafranes “La Mancha”, el azafrán del Jiloca secado al aire libre, y el producido en Zaragoza y secado en estufa. El resto de las muestras de azafrán tienen contenidos de crocinas inferiores en más del 40% al azafrán. Los resultados muestran que el azafrán producido en el Jiloca, o a partir de material vegetal de ese origen, presenta valores significativamente más altos estimación de los contenidos de picrocrocina. El safranal, que se forma en el azafrán durante el proceso de secado y almacenamiento por hidrólisis de la picrocrocina, son componentes importantes del azafrán, responsables de su sabor amargo y del aroma, respectivamente (Fernández, 2004). Cabe entender que el origen y el procedimiento de secado del azafrán, o ambos, tienen una influencia decisiva en la determinación del poder colorante y el amargor del azafrán (Álvarez & Mallor, 2009).

“Influencia del tamaño del cormo y la densidad de plantación en el rendimiento y la calidad de la producción de cormos de *Crocus sativus* L.” Este estudio tiene por finalidad aportar los resultados de un conjunto de densidades de plantación y de tamaño de cormos sobre el rendimiento, la participación de cormos de diferentes tamaños en el mismo, bajo condiciones de regadío de clima mediterráneo continental. Dos factores claves a tener en cuenta en el mejoramiento cultural de las especies de reproducción asexual o vegetativa son: El diámetro del cormo debe tener, al menos, 1 cm de diámetro ecuatorial. Para que especie florezca y, por lo tanto, la producción de estigmas frescos sea de calidad. Con diámetros superiores a 30 mm, se pueden producir hasta 12 flores por cormo. Es recomendable que el diámetro ecuatorial no sea inferior a 22,5 mm. (Agrónomos et al., 2003).

“Viabilidad de la producción de azafrán (*Crocus sativus* L.) en Bariloche”. El interés para el planteo de estos ensayos radica en que las etapas ontogénicas de este cultivo están regidas esencialmente por la temperatura ambiente y la duración de las hojas en la planta es promovida por las bajas temperaturas invernales. Este es un aspecto de fundamental importancia para la producción de azafrán, la acumulación de biomasa en las estructuras de propagación (cormo o bulbo sólido), es función directa de la cantidad de biomasa foliar producida y de su duración en la planta.

Para la producción de cormos de reemplazo, la marchitez de las hojas marca el momento de cosecha más adecuado, en coincidencia con el advenimiento del estío. Se ensayaron las tasas de crecimiento que se pueden obtener en un ciclo de cultivo partiendo de cormos inferiores a 8 gramos en distintas latitudes. Sobre entendiéndose que para implantar un cultivo de azafrán cuyo objetivo es la producción de hebras; son necesarios cormos mayores a 8 gramos que los cormos cumplen la función de propágulos, presentando una bajísima tasa de multiplicación; y que esto determina la principal limitante que existe hoy en Argentina para la difusión del cultivo.

En cuanto a la Producción de “hebras de azafrán” los resultados indican que la producción de flores y por consiguiente la de “hebras”, se incrementaría a partir del segundo año, con el cultivo ya instalado y aclimatado, luego de dos o más ciclos de crecimiento o “engorde” de los cormos. En cuanto a las problemáticas detectadas en el desarrollo de la práctica es la pérdida de material de propagación por acción de hongos descomponedores. Durante la cosecha, se encontraron algunos cormos que presentaban un estado avanzado de descomposición con signos del hongo de aspecto de felpa blanca (Robredo, 2017).

“Introducción del Cultivo de Azafrán (*Crocus sativus* L.) Con la Aplicación de 2 Sustratos En La Comunidad Combujo, Municipio de Vinto del Departamento de Cochabamba”. El

ensayo se llevó a cabo, con el objetivo de evaluar la adaptación del cultivo de azafrán *Crocus sativus* L. Dicho lugar está ubicado en la comunidad de Combuyo, Cochabamba, a una altitud de 2756 msnm. Las condiciones climatológicas en la zona presentan temperaturas de 18 a 25 °C, pluviometría de 400 a 700 mm. Se evaluaron 2 sustratos y 1 testigo, en cada tratamiento se empleó una cantidad de 25 bulbos de azafrán por unidad. El espacio entre plantas fue de 10 cm. La separación entre tratamientos fue de 1 m. El área total en el que se llevó el experimento fue de 35 m<sup>2</sup>.

Las plantas de azafrán se adaptaron sin problemas en la comunidad de Combuyo, está es una zona semiárida de Bolivia, que en este año presentó una fuerte sequía que abasteció de agua poco o nada a otros cultivos, pero el azafrán creció sin problemas que limitaron su desarrollo. Cultivo no es exigente al contenido de nutrientes en el suelo. De acuerdo al desarrollo del cultivo se observó que el pH es determinante para el crecimiento del cultivo de azafrán, puesto que pH ligeramente ácidos dieron mejor respuesta que los pH que tienden a neutros, respecto a los contenidos de materia orgánica en el suelo presentaron diferencias en cuanto al crecimiento del cultivo, pues los elevados contenidos de materia orgánica en el suelo no favorecieron el desarrollo del cultivo (Cutili, 2017).

“Tratamientos para Estimular la Ruptura de la Dormancia de Cormos de Azafrán (*Crocus sativus* L.)” El presente trabajo tiene por finalidad estudiar el efecto del uso de sustratos (perlita y fibra de coco) y de nitrato cálcico ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) para lograr la ruptura de la dormancia de cormos de azafrán. Los resultados obtenidos parecen indicar que la fibra de coco favorece la ruptura de la dormancia y que el nitrato cálcico favorece el enraizamiento si se aplica durante los primeros 5 días tras la siembra de los cormos en los sustratos estudiados. La técnica de cultivo estudiada en el presente trabajo es la ruptura de la dormancia de la estructura reproductiva vegetativa que es el cormo mediante el empleo de sustratos, fibra de coco y perlita, y nitrato cálcico ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ). El experimento estuvo limitado por el número de cormos proporcionado y el elevado precio de los mismos. Para su uso en el ensayo fueron seleccionados por su diámetro (superior a 22 mm) y aspecto exterior (ausencia de

heridas o manchas necróticas externas). Ni el sustrato ni el empleo de  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  influyen sobre el desarrollo del número de brotes en los cormos después de la siembra. El  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  aumentó el número de raíces generadas por los cormos a los 5 días de su siembra en ambos sustratos, siendo mayor la sinergia en el tratamiento 1, (fibra de coco y nitrato cálcico). La aplicación  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  fue negativa en la aparición de yemas brotadas a los 15 días en ambos sustratos, siendo su efecto más negativo en la fibra de coco. El número de raíces a los 15 días después de siembra fue mayor en los dos sustratos en los que no se aplicó nitrato cálcico con el riego (Puga, 2013).

“Proyecto de Factibilidad para la Exportación de Azafrán a España”. Este proyecto conducirá a incrementar la producción agrícola de productos no tradicionales en el Ecuador, como es el caso del azafrán, generando el ingreso de divisas al país. Desde el punto de vista económico-financiero se concluye que el proyecto es factible técnica y económicamente ya que se obtuvo una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 64% y un Valor Actual Neto (VAN) de US\$ 164.778,24 para un período de 10 años. Se sugiere no sembrar menos de 70 ha. Ya que con una cantidad menor de hectareaje se obtendrían pérdidas producto de los costos fijos como infraestructura de riego, agua, energía eléctrica, etc. en los que se incurre en la fase de construcción.

El azafrán es una especia o producto líder no sólo por su intrínseco valor económico sino también por su enorme significación cultural, gastronómica e incluso religiosa en muy diversos países europeos. Es una especia cuyo cultivo, recolección, monda, secado y envasado ha evolucionado muy escasamente requiriendo mano de obra para realizar las distintas fases, condicionando su precio final y causando unas diferencias competitivas por el costo de esta mano de obra. Dados los altos costos de inversión versus la alta calidad del producto obtenida, se ha concluido que las ventas serán direccionadas hacia el mercado Europeo, concretamente al mercado Español, y así sacar provecho a la inversión realizada con un precio mejor.

El producto que no pueda ser colocado en los mercados internacionales podrá ser comercializado en el mercado local principalmente por su alto índice de conservación. Para el cultivo del azafrán se debe plantearse una estrategia tanto de producción como de comercialización para permitir que esta sea competitiva en base a una adecuada relación calidad-precio. La estrategia de futuro debe basarse, por un lado, en destacar aquellos elementos diferenciadores del azafrán producido en Ecuador y por otro, en la reducción de los costos de cultivo y de manipulación, manteniendo y mejorando el cultivo y la rentabilidad del agricultor (Guerrero, 2008).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Variable Independiente**

#### **2.2.1.1. Sustratos**

Material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, es el medio donde se desarrollaran las raíces y de donde estas van extraer los nutrientes requeridos para compartir entre todas las partes de la planta durante su crecimiento inicial. La selección de un adecuado sustrato es el factor más importante para la obtención exitosa de plantas (Telenchana, 2016).

#### **2.2.1.2. Turba**

- Origen

Se forma en humedales llamados turberas, gracias a la descomposición continua del material orgánico depositados en ellas y condiciones anaeróbicas y de alta humedad. En regiones boreales o sub-árticas, la turba se forma desde musgos, hierbas, arbustos y árboles pequeños (Villela & Castillo, 2017). Las turberas representan entre el 50% y 70% de los humedales, con cerca de un 3% de la superficie terrestre, ubicándose principalmente en el hemisferio norte con una parte minoritaria (4%) en América del Sur, principalmente en Argentina y Chile. La turba está dentro del orden Histosoles, suelos compuestos principalmente por materia orgánica.

Los Histosols se pueden formar en cualquier clima, siempre que hay agua suficiente. Muchos se forman en depresiones cerradas, pero en climas muy húmedos pueden cubrir la zona, la característica determinante es el agua (Rogelio, 2006). Las turbas son material de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su procedencia (Wilson, 2008). La turba se origina en suelos formados con altas precipitaciones, baja evapotranspiración y malas condiciones de drenaje, se pueden almacenar grandes cantidades de agua que retardan o impiden el proceso de oxidación de la sustancia orgánica, donde con el tiempo la sustancia orgánica se transforma poco a poco en turba (Rogelio, 2006).

La turba es la primera fase de formación del carbón mineral a partir de restos vegetales, entre las cuales tenemos a las turbas rubias y negras. Las turbas rubias poseen mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas, las turbas negras están más mineralizadas, pero con un contenido menor en materia orgánica (Telenchana, 2016).

- Clases

El tipo de turba está sujeto a las condiciones de su formación principalmente por la situación de la turbera con relación al relieve. La clase de turba está definida principalmente por los restos vegetales que la componen. Según las condiciones de formación de las turberas las turbas se dividen en tres tipos: altas (blancas), bajas (negras) y de transición:

- *Turba de alta turbera:* se forman en lugares de alto nivel y está constituida por restos vegetales de musgos esfagníneos, vellosinas, romero silvestre y otras plantas que resaltan por su poca exigencia a la alimentación y a la humedad.
- *Turba de baja turbera:* se han formado en lugares de bajo nivel con la influencia de las aguas freáticas compuestas principalmente por hipnáceos, plantas herbáceas tales como carex, cañas, equisetos, y plantas arbóreas: aliso, abedul, abeto, pino, sauce, y otras plantas exigentes a la humedad y a las sustancias nutritivas.
- *Turba de turbera transitoria:* ocupa la posición intermedia. Sus capas inferiores se encuentran cerca de la baja turbera y las superiores, cerca de la alta turbera.

En cuanto a la importancia agronómica de los diferentes tipos y clases de turba tiene mucha importancia su composición botánica, grado de putrefacción, contenido en cenizas, en sustancias nutritivas, acidez y capacidad de retención de humedad (Rogelio, 2006).

- Contenido de nutrientes

La turba lo mismo que el estiércol, contiene todos los elementos nutritivos indispensables para las plantas, pero en otra proporción. De los tres elementos de nutrición (N, P, K) el que más se encuentra en ella es el nitrógeno (En la masa absolutamente seca de turba de alta turbera de 0.7 a 1.5%, en la de baja turbera de 2.5 al 3.5%) (Rogelio, 2006).

La parte fundamental de nitrógeno en la turba se mantiene en forma orgánica y se hace accesible para las plantas a medida de la mineralización que sucede mucho más lentamente que la descomposición del estiércol (Rogelio, 2006). En la turba con contenido normal de ceniza contiene menos cantidad de fósforo que nitrógeno. La turba más rica en fósforo es la de baja turbera, con alta cantidad de ceniza ella contiene más fósforo, calcio, hierro y menos nitrógeno, en la turba hay poco potasio. En general la turba con contenido normal de ceniza es rica en nitrógeno, pobre en fósforo y muy pobre en potasio y micro elementos (particularmente en cobre) (Rogelio, 2006).

- Capacidad de retención de humedad y absorción

La turba de alta turbera con pequeño grado de descomposición es la que posee mayor capacidad de retención de agua (Rogelio, 2006).

La turba tiene un área superficial  $> 200 \text{ m}^2/\text{g}$  y una porosidad de 95 %, el contenido de humedad 40 a 55 %, Densidad 0.12 a 0.5  $\text{g}/\text{cm}^3$  y capacidad de absorción hídrica 10 veces su peso seco. Se consideran especialmente apropiadas todas las turbas con valores de pH de 3 a 4 (Paredes, 2016).

### **2.2.1.3. Fibra de coco:**

Este sustrato proviene de la familia Palmáceae y de la especie *Cocos nucifera* L., conocida comúnmente como cocotero o palma de coco (Sandoval, 2013). La fibra de coco es un

material que se obtiene del desfibrado de la nuez del coco procedente del mesocarpio de la misma, compuestas por fibras largas miden hasta 35 centímetros de largo y un diámetro aproximado de 12 a 25 micras (González, 2008). Con aspecto similar a la turba, tiene una durabilidad, que puede alcanzar hasta ocho años (Cerqueda & Zarate, 2010). Cada coco contiene aproximadamente 125 g de fibras y 250 g de polvo de coco que es separado por medio de la desfibración se lo realiza en condiciones de humedad controladas (40-50 %) para evitar la formación de partículas de polvo de coco excesivamente finas (Nieto, 2015).

La turba del coco o fibra de coco pertenece al tipo de las fibras duras como el henequén. Se trata de una fibra compuesta por celulosa y leño, que posee baja conductividad, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua además de sus excelentes cualidades físicas, facilidad de manejo y su carácter ecológico (Fernández, 2014).

**Tabla 1 Propiedades físicas de la fibra de coco**

<b>Propiedades</b>	<b>Fibra de coco</b>
Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	0.02
Espacio poroso (%)	96.1
Capacidad de aireación (% vol umen)	44.9
Agua fácilmente disponible (% volumen)	19.9
Agua difícilmente disponible (% volumen)	25.3
CIC (meq/100g)	31-97

Fuente: (Nieto, 2015)

Material ligero y presenta una porosidad total por encima del 93 %. Presenta cantidades aceptables de agua fácilmente disponible (Soria, 2002), mantiene una elevada capacidad de aireación incluso cuando está completamente saturado. Presenta una capacidad de amortiguación (efecto buffer o tampón), que permite a las plantas superar sin consecuencias cortos períodos de deficiencias nutricionales y/o hídricas (Fernández, 2014).

Este sustrato permite una alta germinación, enraizamiento y un óptimo desarrollo de las plántulas. Además permite disminuir los costos de transporte y almacenamiento, ya que su



comercialización se realiza en fardos prensados, los que al ser mezclados con agua aumentan considerablemente su volumen total (Sr & Büchner, 2007). Su degradación es lenta, por lo que puede utilizarse en varios ciclos de cultivo (Cerqueda & Zarate, 2003).

**Tabla 2 Características químicas de la fibra de coco**

Parámetro	Valor	Unidad
pH	5	
Conductividad eléctrica	2.15	mS/cm
Nitrógeno total	0.51	%
Fósforo total P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.20	%
Potasio total K <sub>2</sub> O	0.60	%
Calcio total CaO	1.40	%
Magnesio total MgO	0.20	%
Sodio total NaO	0.187	%
Hierro total Fe	0.206	%

Fuente: (Fernández, 2014)

El cultivo en fibra de coco garantiza la reducción de enfermedades fungosas, ya que es un medio inerte y con alto grado de porosidad, lo cual aumenta la aireación y reduce el encharcamiento (Fernández, 2014). Posee buen equilibrio en la relación aire-agua, posibilitando una mejor respiración de parte de las raíces. Su pH oscila entre 5,4 y 6,5, lo que permite una facilita la asimilación de nutrientes. Al ser un producto de origen orgánico vegetal es amigable con el medio ambiente, puede ser agregado al suelo una vez finalizado el cultivo. Actúa como dosificador del agua, liberando gradualmente la cantidad adecuada para el desarrollo del cultivo además de favorecer el mejoramiento de la estructura del suelo. El origen y la salinidad (0,63 dS m<sup>-1</sup>) son dos factores limitantes de este sustrato que puede

llegar a producir toxicidad si estas sales se encuentran en una elevada cantidad, aumentando la conductividad eléctrica (Sandoval, 2013).

La fibra de coco debe ser clasificada por el grado de madurez del fruto de coco, ya que mientras más maduro esté el fruto, la fibra es de color café claro y es más rígida debido al contenido de lignina en su estructura. Mientras que la fibra del fruto verde es más flexible de color blanco es más susceptible a daño por microorganismos dado que contiene mayor humedad (González, 2008).

## **2.2.2. Variable Dependiente**

### **2.2.2.1. Azafrán (*Crocus sativus* L.)**

Al azafrán se describe como: “*Crocus Sativus* L.” Iridácea herbácea vivaz, con bulbo radical y espata uniflora; hojas lineares, encorvadas, coetáneas con la flor; perigonio violado de tubo erecto, y lacinias anchas – lanceadas, estilo con tres estigmas más largas que los estambres en forma de bocina, denticulados en el borde y de color anaranjado (Sánchez, 2002). Los estigmas del azafrán también conocidos como briznas o clavos de azafrán es la parte de interés económico, es muy utilizado como colorante en la industria alimenticia y farmacéutica, en la industria de la perfumería y en actividades culinarias, sobre todo en los países árabes (Martín & Carril, 2014).

*Crocus sativus* L. es un geófito bulboso que presenta en su desarrollo un estado de reposo como un bulbo macizo y sólido o tuberobulbos denominado correctamente como cormo. Posee una profundidad radicular de 17-20 cm, rodeado de vainas de las hojas viejas. Constituido por un tallo corto y diversas hojas y flores (López et. al., 1999).

El brote joven del azafrán produce: un tallo corto que se engrosará después para dar paso al bulbo-hijo presenta 3 tipos de hojas vegetativas: Hojas catafilos de textura escamosa de función protectora; nomófilos de función fotosintética, y las últimas son brácteas y bracteolas -hipsófilos-, que protegen los órganos florales (López et. al., 1999).

### 2.2.2.2. Historia

Se desconoce dónde comenzó el cultivo y uso del azafrán. Su domesticación probablemente se originó a partir de un mutante de una especie cercana, *C. cartwrightianus*, la cual se destacó por la mayor longitud de los estigmas. Investigaciones recientes presumen un origen mesopotámico, pues los textos más antiguos sobre el azafrán pertenecen a la civilización sumeria, radicadas en la baja Mesopotamia 4.000 a. C. a 2.000 a. C. El papiro de Ebers (1.500 a. C.) el papiro médico más importante del antiguo Egipto describe las propiedades medicinales del azafrán (Ortí, 2003).

### 2.2.2.3. Propiedades medicinales

Las propiedades biomédicas del azafrán son atribuidas principalmente a los ésteres de crocetina y al safranal, aunque los mecanismos de acción no están suficientemente estudiados. Enfermedades neurodegenerativas como Alzheimer, Parkinson y esclerosis múltiple además efecto antitumoral, degradación macular aterosclerosis e hipolipemiente. Respecto a la farmacocinética de los principales metabolitos del azafrán, en los últimos años se han realizado trabajos sobre la bioaccesibilidad y biodisponibilidad de sus componentes mayoritarios (Rodríguez, 2012).

El azafrán tiene propiedades medicinales y es considerado un alimento funcional. Esto se debe a que los algunos pigmentos del azafrán, principalmente carotenoides (uno de ellos es la crocetina) inhiben el crecimiento y la síntesis de ácidos nucleicos de células tumorales, se lo ha calificado como agentes antitumorales, que podrían convertirse en pieza clave para el tratamiento de algunos cánceres. Poseen cadenas carbonadas con dobles enlaces conjugados, lo que permite captar radicales libres convirtiéndolo en un alimento antioxidante. Además posee capacidades antioxidante similar a la de BHA y BHT aditivos alimentarios que se utilizan para impedir la oxidación de los alimentos, efecto mitigador de las convulsiones, antiinflamatorio, antidepresivo, ansiolítico, anti estrés y sedante (Brunt, 2015).

**Tabla 3 Compuestos nutricionales del azafrán**

Nutrientes	Unidad	Valor por 100 g	Cucharada 0,7g Azafrán	Cucharada 2,1g Azafrán
------------	--------	-----------------	------------------------	------------------------

Agua	g	11,90	0,08	0,25
Energía	Kcal	310	2	7
Proteínas	g	11,43	0,08	0,24
Lípidos totales	g	5,85	0,04	0,12
Carbohidratos	g	65,37	0,46	1,37
Fibra dietética total	g	3,9	0,0	0,1
<b>Minerales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Calcio	mg	111	1	2
Hierro	mg	11,10	0,08	0,23
Magnesio	mg	264	2	6
Fosforo	mg	252	2	5
Potasio	mg	1724	12	36
Sodio	mg	148	1	3
Zinc	mg	1,09	0,01	0,02
<b>Lípidos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Ác. Grasos saturados totales	g	1,586	0,011	0,033
Ác. Grasos monoinsaturados totales	g	0,429	0,003	0,009
Ác. Grasos polinsaturados totales	mg	2,067	0,014	0,043
Colesterol	mg	-	-	-
<b>Vitaminas</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>	<b>Cucharada 0,7g Azafrán</b>	<b>Cucharada 2,1g Azafrán</b>
Vitamina C, Ác. Ascórbico total	mg	80,8	0,6	1,7
Tiamina	mg	0,115	0,001	0,002
Riboflavina	mg	0,267	0,002	0,006
Niacina	mg	1,460	0,010	0,031
Vitamina B-6	mg	1,010	0,007	0,021
Ác. Fólico	µg	93	1	2
Vitamina B-12	µg	0,00	0,00	0,00
Vitamina A, RAE	µg	27	0	1
Vitamina A, IU	IU	530	4	11
Vitamina D (D2+D3)	µg	-	-	-

Fuente: (Martín & Carril,2014)

#### **2.2.2.4. Usos**

- Sector alimenticio

Es tradicional en condimentación de platos mediterráneos además de la fabricación del fernet. Especia caracterizada por su sabor amargo y posee una acción colorante proporcionando un color y sabor exquisito a los alimentos de allí su alta demanda (Martín & Carril, 2014).

- Medicina

En la medicina tradicional el azafrán se emplea para problemas de garganta, trastornos menstruales e inflamación, en culturas orientales el azafrán se ha usado para tratar el asma, artritis, resfriados y también como afrodisiaco (Martín & Carril, 2014).

El azafrán presenta una gran cantidad de caracteres medicinales, entre las cuales se pueden destacar su carácter tónico (estimulante del apetito); eupéctico (favorece la digestión); sedante (combate la tos y la bronquitis, mitiga los cólicos y el insomnio, calma los problemas de dentición infantil); carminativo (favorece la expulsión de gases acumulados); emenagogo (favorece la menstruación), también es eficaz para combatir los trastornos nerviosos, espasmódicos y el asma. Actualmente se ha demostrado que el extracto de azafrán tiene actividad antioxidante, antiinflamatoria, anticonvulsiva, antidepresiva, y mejora además la memoria y el aprendizaje (Martín & Carril, 2014).

- Cosmética

Entre sus usos está la preparación de cremas bronceadoras, su exquisita fragancia lo hace propicio como ingrediente en la preparación de perfumes (Martín & Carril, 2014).

- Sector ornamental

La decoración de jardines y espacios públicos y jardinería particular, aportando una belleza incomparable sus vivos colores y su intenso olor lo convierte en una opción interesante para jardineros y paisajistas (Martín & Carril, 2014).

#### **2.2.2.5. Producción mundial**

La producción mundial de azafrán se sitúa en unas 200 t / año aproximadamente, la cual no llega a cubrir la demanda de los mercados internos, debiendo importar. (Alvarez, 2010). El principal productor de azafrán en el mundo es Irán, con el 83 % de la producción más del cincuenta por ciento se exporta a países como España y los Emiratos Árabes Unidos. India es la segunda productora mundial con una producción de 14 veces inferior a la de Irán. España en la actualidad pasa a ocupar el tercer puesto de los países productores de azafrán, con aproximadamente un 4 % de la producción mundial que corresponde aproximadamente a unas 5.000 Kilogramos adema atraviesa una gran escasez de cormos y una degradación genética que, entre otros factores, han provocado una drástica disminución en su producción (Robredo, 2017).

**Tabla 4 Producción de azafrán a nivel mundial (kg)**

PAÍS	PRODUCCIÓN (kg)
Irán	150000 – 170000
India	8000 – 10000
Grecia	4000 – 6000
Marruecos	800 – 1000
España	300 – 500
Italia	100
Turquía	10
Francia	4 – 5
Suiza	1

Fuente: ( Sánchez, 2009)

#### **2.2.2.6. Enfermedades**

- *Sclerotinia bulborum*

Inicia con manchas pardo-negruczas que se agrandan poco a poco hasta afectar a toda la masa. En las plantas se observa una vegetación pobre, con la aparición de tallos erguidos, lo que se debe a que las hojas (espartillo) no se abren, por lo que el tallo no puede salir y en su crecimiento hace que la planta enferma sobresalga de las demás por la altura que alcanza (Guerrero, 2008).

- *Fusarium sp.*

Se manifiesta con desarrollo anormal de las hojas acompañado de clorosis. En cambio, en la base del bulbo se asiste a una degeneración de las células con pérdida de las reservas nutritivas necesarias para la floración de la planta. De este modo, se dan descensos de producción que en los casos más graves pueden ser incluso del 30 % (Cutili, 2017).

- *Rhizoctonia violácea*

Ataca al bulbo, provocando una sucesión de manchas purpúreas, violáceas o negruzcas que llegan a pudrir el órgano. En el interior de éste se originan masa escleróticas blanquecinas en principio, salpicadas en un amasijo de puntos violáceos y rojizos, el bulbo va progresivamente ablandándose hasta descomponerse por completo (Sánchez, 2002).

- *Phoma crocophyla*

La enfermedad aparece sobre los bulbos y se inicia con manchas de tonalidad parda en la superficie de éstos, inmediatamente por debajo del estrato fibrilar de la cubierta y en las proximidades de la raíz. Estas manchas van extendiéndose para hacerse confluentes y constituir una sola mancha negra opaca (Sánchez, 2002).

La bacteria *Burkholderia gladioli* pv. *Gladioli*, ocasiona manchas y podredumbres en las hojas de la planta y en el cormo. Las hojas comienzan a secarse en las puntas y se observa clorosis. Las lesiones se centran en la zona basal e inicialmente son de pequeño tamaño, brillantes y de color marrón rojizo. Finalmente, el cormo queda flácido, liberando exudados inodoros al ser presionado (Alvarez & Zaragoza, 2010).

### **2.2.3. UNIDAD DE ANÁLISIS**

**Azafrán** (*Crocus sativus* L.)

#### **2.2.3.1. Taxonomía y Descripción**

La palabra azafrán procede del árabe hispánico, azza‘farán, y éste a su vez del árabe clásico, za‘farān. El género *Crocus* comprende más de 80 especies que se distribuyen por el

Mediterráneo europeo y oeste de Asia, pero *C. sativus* no se encuentra en ningún lugar de forma natural (Puga, 2013).

La taxonomía de la planta azafrán, según el Código internacional de Nomenclatura Botánica (Alonso et al., 1988) es:

**Clase:** Liliatae (Monocotiledoneas).

**Subclase:** Lilliidae.

**Orden:** Liliades.

**Familia:** Iridacea.

**Género:** *Crocus*.

**Especie:** *Crocus sativus* L.

La planta del azafrán es un geófito autotriploide, androestéril, de floración otoñal y con una altura entre 10 y 25 cm. Los brotes aéreos, con hojas y flores, se forman cada año, gracias a las sustancias de reserva almacenadas en el cormo (Puga, 2013).

### **2.2.3.2. Características de la planta**

*Crocus sativus* Linnaeus es una planta de la familia de las Iridáceas que se caracteriza por tener una flor color violeta. el color rojo de los estigmas y el amarillo de los estambres (Guerrero, 2008). Es una planta autotriploide androestéril por ende su es flor es estéril, genera una meiosis irregular en la formación de gametos, que tiene como consecuencia un elevado porcentaje de polen y óvulos infértiles. Además de la falta de germinación del polen en el estigma (Puga, 2013).

Plantas herbáceas, perennes, con una altura normal de 10 a 25 cm que, en algunas áreas, debido a factores ambientales puede sobrepasar los 50 cm. Su color es verde. Poseen bulbos sólidos de 2,5 a 3 cm de diámetro. Poseen una yema terminal o apical y frecuentemente otra lateral que dan origen a las hojas (Cutili, 2017).



### **2.2.3.3. Etapas fenológicas**

En el ciclo de vida del azafrán es posible diferenciar esencialmente tres etapas: vegetativa-reproductiva, dormancia y floración (Álvarez & Mallor, 2009).

- **Etapa vegetativa reproductiva**

Esta etapa empieza con el reinicio de crecimiento, gracias al aumento de la temperatura (23 - 27°C). Al final de esta etapa se produce el marchitamiento de las hojas. La duración efectiva de esta etapa está ligada directamente en función de las condiciones climáticas que presente el lugar; la duración de las hojas en la planta es promovida por las bajas temperaturas invernales, este es un aspecto de fundamental importancia para la producción de azafrán ya que, la cantidad de hojas producidas y de su duración en la planta influyen posteriormente en el desarrollo del bulbo (Poggi, 2013).

- **Etapa de dormancia o latencia**

El período de latencia o dormancia se produce al iniciar el marchitamiento de las hojas en la cual la planta presenta inactividad a temperaturas ambiental de 15 °C – 17 °C. Además culmina también la traslocación de inhibidores de brotación y su acumulación en el cormo, que aseguran la superación de la estación adversa para el crecimiento. Esta etapa es de suma importancia ya que se define la producción de flores (Poggi, 2013).

- **Etapa de Floración**

La planta despierta de su letargo a finales del mes de agosto donde reanuda sus actividades metabólicas con normalidad. Del bulbo surgen nuevos tallos, con las hojas envolviendo a los mismos y las yemas embrionales se transforman en verdaderos órganos florales. Lugo de este proceso inicia la floración, la temperatura óptima para la floración del azafrán puede que puede situarse en valores que oscilan entre 10 °C y 15 °C (Sánchez, 2002).

La eclosión floral dura entre 15 y 25 días, a veces hasta un mes, según un ritmo con tres momentos diferenciados: durante la primera semana es escasa, aunque aumenta

progresivamente, en la segunda es masiva, formándose el típico "manto" o "florada", y durante la tercera va disminuyendo hasta desaparecer casi totalmente (López et. al., 1999).

#### **2.2.3.8. Características botánicas**

##### **2.2.3.8.1. El cormo**

Órgano subterráneo, de forma suboval, ligeramente aplastado en su base (corto y grueso), carnoso y de color blanco. A diferencia de los bulbos, el cormo es una estructura sólida, que incluye un tallo con nudos y entrenudos. Órgano de reserva, compuesto principalmente por tejido parenquimático, que acumula las sustancias de reserva necesarias para que pueda tener lugar la brotación tras la época de carencia. En el cormo maduro, las bases secas de las hojas persisten en cada uno de los nudos del tallo y lo envuelven, formando lo que se denomina túnica, protegiéndolo de lesiones mecánicas y de la pérdida de agua. En el ápice del cormo existe una yema vegetativa terminal que originará las hojas y flores. En cada uno de los nudos se producen yemas axilares (Puga, 2013).

El cormo es el órgano reproductor del azafrán, la reproducción de la planta es de forma vegetativa, mediante la producción de cormos hijos. El número de brotes por cada cormo es un factor fundamental, pues además de afectar a la producción de la especie, participará en la producción de cormos de la siguiente generación (Puga, 2013).

##### **2.2.3.8.2. Flores**

Presentan 6 pétalos, tres internos y tres externos, unidos por un largo tubo que nace del extremo superior del ovario, de color violeta azuladas, con 3 anteras amarillas y 3 estigmas de color amarillo-rojizo o anaranjado, muy finos en su base y engrosados en el ápice. La forma de las flores es erecta y regular. El estilo parte del ápice del ovario subterráneo

atravesando el tubo del periantio y termina en un único estigma conformado por tres filamentos de color rojizo vivo y que es la parte de la planta por la que el hombre la cultiva. Poseen de una a tres flores por tallo y dos o tres tallos por planta (Puga, 2013).

#### **2.2.3.8.3. Hojas**

Posee distintos tipos de hojas vegetativas. Las primeras son escamas o catáfilos, de función protectora; las siguientes son nomófilos, de función fotosintética surgen de forma simultánea o posteriormente a las flores, son de color verde oscuro, lineares, erectas, con una banda blanca en su cara interna y una nervadura en la externa. Su número varía entre cinco y once por brote, son muy estrechas, de entre 1,5 y 2,5 mm, de color verde oscuro, lineares, con una capa blanca en su cara interna y una nervadura en la externa y las últimas son brácteas y bracteolas -hipsófilos-, que protegen los órganos florales (López et. al., 1999).

#### **2.2.3.8.4. Tallos**

Posee tallos subterráneos casi esférico generalmente dos o tres por planta dependiendo del tamaño del cormo (Díaz, 2013).

#### **2.2.3.8.5. Raíz**

Raíces numerosas finas, de color blanco y con una longitud variable de 5 a 10 cm (Brunt, 2015). Los cormos de azafrán producen dos tipos de raíces, estructural y funcionalmente, diferentes. Las raíces fibrosas emergen de un simple anillo en la base del cormo, son rectas y delgadas, de un milímetro de espesor y su función es absorber nutrientes. Las raíces contráctiles tienen la apariencia de un órgano tuberoso y son más largas que las anteriores. Tirando y empujando, estas últimas, permiten que los cormos “hijos” se muevan en el suelo y se ubiquen a profundidad y posición óptimas para reposar (Poggi, 2013).

#### **2.2.3.8.6. Exigencias climáticas**

El azafrán es poco exigente en clima, soporta temperaturas rigurosas entre 35 - 40 °C en verano y -15 °C ó -20 °C en inviernos si coinciden con períodos vegetativo pueden ocasionar serias alteraciones en el bulbo, repercutiendo en los rendimientos del cultivo (Sánchez, 2002).

La reducida capacidad fotosintética de sus hojas, la convierten en una planta de día corto. la riqueza de reservas que se halla en el bulbo, reducen sus necesidades de luz, por lo tanto sus exigencias lumínicas son bajas (Sánchez, 2002).

**Tabla 5 Exigencias climáticas**

<i>Precipitaciones</i>	<i>Milímetros</i>	<i>Radiación solar</i>	<i>Horas</i>
Anuales:	450	Anuales:	2,340
P. vegetativo:	126	P. Floración:	350 / 420
P. floración :	153	Mediodía(P.Vegetativo):	4,96
Días al año:	95	Mediodía(P. Floración):	7

Fuente: (Sánchez, 2002).

#### **2.2.3.8.7. Exigencias edafológicas**

Es poco exigente en la calidad del suelo desarrollándose con normalidad pero ofreciendo diferentes producciones. Su desarrollo óptimo es en suelos de texturas francas, con materia orgánica del 1,5 al 2 %. Se deberá considerar los siguientes aspectos estructura, textura, profundidad, permeabilidad y relieve como prioridad en el normal desarrollo del cultivo (Sánchez, 2002).

Se adapta bien a suelos calizos, pobres, ligeros y sueltos ya que el encharcamiento le perjudica.(Puga, 2013). Ensayos recientes demuestran que suelos de textura calcárea – arcillosa, con un contenido en caliza en torno al 40-50 % cubren las exigencias de la planta de mejor manera. El suelo debe de ser profundo 60-70 cm profundidad óptima para evitar la compactación y con el objeto de permitir el almacenamiento de agua en climas con bajos índices pluviométricos. (Cutili, 2017). En suelos fértiles el crecimiento vegetativo es favorecido en detrimento de la floración (Libro Blanco, 2007).

En cuanto al pH, los suelos básicos, o neutros, facilita el desarrollo del cultivo. el pH ligeramente ácido, puede ser desfavorable, dado que la cantidad de carbonatos suele ser muy baja, así como la capacidad de cambio de nutrientes (Sánchez, 2002).

#### **2.2.3.8.8. Exigencias de riego**

El azafrán es una planta de clima seco con bajas exigencias de agua, debido a su gran concentración de nutrientes en el bulbo por lo que lo denomina como un cultivo de secano (Sánchez, 2002). Se estiman en unos 600-700 mm de agua anuales dos precipitaciones abundantes al año simultáneas con los períodos de diferenciación y floración, pueden ser suficientes para abastecer los requerimientos hídricos de la planta (Cutili, 2017). Un aporte de 40 mm alrededor de tres semanas previas a la floración es suficiente si no llueve hasta el momento de la recolección, un leve riego de 15 mm elimina los problemas causados por la formación de la costra (Libro Blanco, 2007).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

#### **3.1 Hipótesis**

El Comportamiento agronómico de bulbos de Azafrán (*Crocus sativus* L.) en las condiciones climáticas de la provincia del Tungurahua cantón Ambato son favorables para el desarrollo del cultivo.

#### **3.3 OBJETIVOS**

##### **3.3.1 Objetivo General**

Evaluar el comportamiento agronómico de bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.) en la provincia de Tungurahua cantón Ambato.

##### **3.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el comportamiento agronómico de los bulbos de azafrán en sustratos: turba y fibra de coco.
- Estudiar el manejo adecuado del cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) bajo condiciones climáticas del cantón Ambato parroquia Huachi Chico.

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente ensayo se ubicó en:

**Provincia:** Tungurahua,

**Cantón:** Ambato

**Parroquia:** Huachi Chico

En la propiedad de la Familia Flores, ubicado a 10 km al sur de la ciudad de Ambato, localizada en una longitud de 78 °37' 50 '' Y una latitud de 1°16' 59'' y una altitud de 2572 msnm Datos obtenidos mediante GPS.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

##### 4.2.1. Clima

Según los datos tomados de la estación Meteorológica del aeropuerto Ambato correspondientes al año 2017, se registraron los siguientes valores: temperatura media anual 14,8°C, precipitación de 338,7 mm, humedad relativa de 58,84 % y velocidad de los vientos de 1,65 m/seg, con frecuencia Sur - Este.

#### 4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

##### 4.3.1. Material experimental

30 Bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.)

##### 4.3.2. Equipos y herramientas

Macetas plásticas, regadera, atomizador, vaso de precipitación de 100 ml, probeta, calibrador vernier.

#### **4.3.3. Agroquímicos e insumos agrícolas**

Novaak 50sc, Turba rubia (Klasmann), fibra de coco, agua destilada, Raizal 400.

#### **4.3.4. Materiales de oficina**

Libreta de campo, hojas de papel bond, esferográficos, computadora, impresora, cámara fotográfica y borrador.

#### **4.4. FACTORES DE ESTUDIO**

Sustratos de enraizamiento y su combinación

- 100 % de Fibra de coco
- 100 % de Turba rubia (Klasmann)
- 50 % de Fibra de coco y 50 % de Turba

#### **4.5. TRATAMIENTOS**

**Tabla 6 Tratamientos**

<b>Numero</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
1	T <sub>1</sub>	FIBRA DE COCO 100 %
2	T <sub>2</sub>	TURBA 100 %
3	T <sub>3</sub>	FIBRA DE COCO 50 % + TURBA 50 %

#### **4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL**



El diseño experimental será completamente al azar. Con tres tratamientos 10 repeticiones. Se utilizará para la comparación del promedio de tratamientos la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

#### 4.6.1. Características del ensayo

El ensayo estuvo limitado por el número de bulbos debido a la dificultad de adquirirlos en nuestro país además del elevado costo. Los bulbos no presentaron heridas, manchas necróticas externas o ataque de plagas, el peso y diámetro ecuatorial se detallan en la Tabla 7

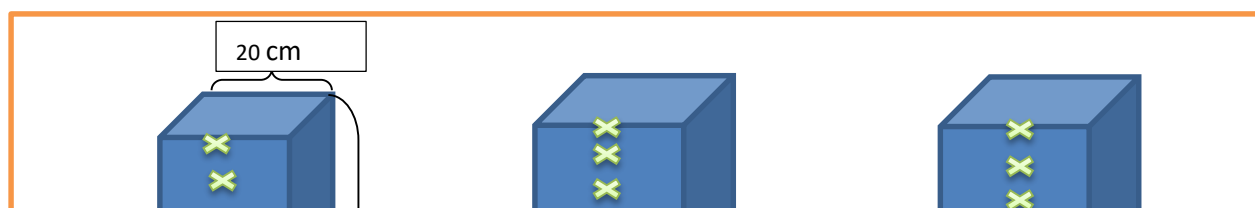
**Tabla 7 Datos de los bulbos**

Bulbo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Peso (Kg)</b>	12,20	10,42	10,01	9,60	10,99	10,33	7,7	7,17	9,56	10,41	10,82	8,83	8,03	6,66	8,50
<b>Diámetro</b>															
<b>Ecuatorial (Mm)</b>	28,9	25,8	25	24,6	26,8	25,2	22	22,4	24,3	25,8	26,1	23,7	23	20,8	22,5
Bulbo	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Peso (Kg)</b>	7,07	7,20	6,35	5,83	9,49	5,02	5,24	5,72	6,65	6,81	6,87	6,75	6,19	7,25	6,67
<b>Diámetro</b>															
<b>Ecuatorial (Mm)</b>	21	21,7	20,3	20,7	24,1	20	20	20,4	20,1	20,5	20,6	21,9	21,2	21,2	20,3

Los bulbos presentan un diámetro ecuatorial promedio de 22,70 mm y un peso 8,81 gr. correspondiente al calibre mediano y pequeño.

#### 4.6.2. Esquema de la disposición del ensayo

Ilustración 1 Esquema del ensayo en el campo.



## **4.7. VARIABLES RESPUESTA**

### **4.7.1. Días a la emergencia**

La emergencia de los bulbos se registró a los 11 y 16 días de la siembra, se determinó mediante el conteo de los bulbos emergidos por maceta

### **4.7.2. Porcentaje de emergencia**

Del total de la siembra realizada de bulbos se contabilizó el número de bulbos que emergieron en comparación al número total de bulbos sembrados siendo este el 100 %.

### **4.7.3. Altura de planta**

La altura de la planta se determinó con ayuda de una regla desde la base del tallo hasta el ápice. Las mediciones se registraron a los 30, 60, 90, 120, 160 días de siembra. Mediante la recolección de datos se pudo determinar las fases: brotación, periodo vegetativo y floración.

### **4.7.4. Días a la floración**

Se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando apareció la primera flor. La floración más temprana se registró en el Tratamiento 3 con 160 días y la más tardía fue de 165 días correspondiente al Tratamiento 1.

#### **4.7.5. Número de flores por planta**

Se contabilizó el número de flores de cada tratamiento y repetición.

### **4.8. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **4.8.1. Adecuación del lugar del ensayo**

Antes de iniciar el ensayo, se realizó la limpieza general del lugar y acondicionando el espacio físico, tratando de recrear las condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo mediante la implementación de cubierta plástica, estanterías.

#### **4.8.2. Adquisición del sustrato comercial turba rubia Klasmann y fibra de coco**

El sustrato comercial KlasmannTS1 (Turba) y la fibra de coco, fueron adquiridos en el centro agrícola “El Huerto” ubicado en la ciudad de Ambato.

#### **4.8.3. Preparación del sustrato**

La preparación de los sustrato se realizó mezclando: Sustrato de fibra de coco 50 % + sustrato turba 50 %.

#### **4.8.4. Llenado de macetas**

Se procedió a llenar las macetas con los sustratos de cada tratamiento, presionando ligeramente para eliminar el aire. Se emplearon 3 macetas de plástico de 20 cm de ancho, 90 de largo y 17 cm de alto.

#### **4.8.5. Siembra**

Para la siembra, se colocó los bulbos con el ápice hacia arriba, tapando con 5 – 8 cm de sustrato, presionándola ligeramente. Las macetas se colocaran sobre las estanterías para que no tome contacto directo con el suelo.

#### **4.8.6. Riego**

En el presente ensayo se administró 600 ml. por maceta cada 15 días durante todo el periodo del ensayo.

#### **4.8.7. Fertilización**

Se aplicó Raizal 400 con una dosis de 20 g por litro de agua hasta observar la emergencia de los bulbos. Además se realizó una enmienda líquida con Manvert Silargon Terra a razón de 100 ml por litro de agua cada 15 días.

### **4.9. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA**

La información obtenida en el ensayo, fue procesada con el programa estadístico InfoStat 2018, con el cual se obtuvo el Análisis de varianza además de la prueba de Tukey al 5% de significancia.

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. RESULTADOS, ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron:

##### 5.1.2. Días a la emergencia

**Tabla 8** Análisis de varianza para la variable días a la emergencia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados Medios	Valor de F
Repeticiones	9	28,97	3,22	1,75 ns
Tratamientos	2	42,20	21,10	11,46**
Error exp.	18	33,13	1,84	
Total	29	104,30		

Coefficiente de variación = 9,90

ns = no significativo

\*\* = significativo al 1%

Los resultados obtenidos en el análisis de variancia (Tabla 9), al evaluar días a la emergencia, permitieron observar que existió alta significación estadística a nivel del 1 % entre tratamientos, indicando que la emergencia de las plantas, fue diferente entre los tratamientos sometidos a distintos sustratos de enraizamiento. El coeficiente de variación fue de 9,90 %.

Los valores de días a la emergencia detectados en el campo van desde 10 hasta 16 días a la siembra con promedio general de 13 días, cuyos valores se presentan en la (Tabla 20).

### Tabla 9 Prueba de Tukey al 5 % para días a la emergencia

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tratamientos		Media (%)	Rango
No.	Símbolo		
3	F.C.50% + Tr. 50%	12,3	A
2	Tr.	13,6	A
1	F.C.	15,2	B

Mediante la prueba de Tukey al 5 % se analizaron los datos de días a la emergencia (Tabla 10), presentaron 2 rangos: en el rango A se ubicaron los Tratamiento 3 (bulbos sembrados de fibra de coco 50 % + turba 50 %), con un promedio general 12,3 días a la siembra; y el Tratamiento 2 (bulbos sembrados en turba al 100 %) con un promedio general 13,6 días a la siembra lo que demuestra que no reportó diferencias significativas entre los tratamiento ya mencionados. Mientras que en el rango B, el Tratamiento 1 con un promedio general 15,2 días a la siembra, se ubicó en último rango de la prueba.

(Valimex, 2017) indica que las materias primas: Fibra coco, compost vegetal y humus de lombriz son un complemento valioso para la turba. Estos materiales sólo pueden ser usados eficientemente en combinación con la turba; esta combinación incrementa la capacidad de aireación, asegura la estabilidad estructural a largo plazo, aumenta el drenaje mejora la rehidratación del sustrato, promueve un rápido y sano desarrollo radicular reduce los costes de transporte debido a su bajo peso y minimiza el riesgo de algas en el cultivo ya que la superficie del sustrato se seca antes, estas características proporcionan una fiabilidad ideal para obtener mayor número de bulbos emergidos, lo que concuerda con (Telenchana, 2016), un sustrato debe reunir las siguientes características: ser ligero, tener gran cantidad de poros (espacios libres), que permita a las raíces desarrollarse fácilmente a la vez permita la circulación del agua y tener una buena cantidad de nutrientes.

### **5.1.3. Porcentaje de emergencia**

El porcentaje de emergencia para todas las unidades experimentales fue del 100 %, por tal razón no se realizó el análisis estadístico. El empleo de sustratos no tuvo incidencia en el porcentaje de emergencia pero si suministro un ambiente adecuado para su desarrollo, los bulbos se comportaron en forma semejante en todos los tratamientos, debido a que hubo un crecimiento normal y porcentaje de emergencia homogéneo.

(Poggi, 2013) menciona que el porcentaje de emergencia y posterior desarrollo del cultivo dependen en gran medida del tamaño del bulbo además de su estado fitosanitario, es importante descartar los bulbos con síntomas de *Rhizoctonia*. Además es aconsejable que los bulbos dañados por insectos o con heridas, sean desechados.

### 5.1.4. Altura de la planta

Tabla 10 Análisis de varianza para las variables Altura de la planta (cm) a los 30, 90, 120 y 170 días de siembra

Fuente de Variación	Grados de Libertad	A los 30 días		A los 60 días		A los 90 días		A los 120 días		A los 160 días	
		Cuadros medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F	Cuadrados medios	Valor de F
Repeticiones	9	0,42	3,45*	0,06	0,70ns	0,14	0,27ns	0,64	0,63ns	2,16	1,70ns
Tratamientos	2	1,94	15,88**	9,73	109,81**	4,77	0,51ns	58,51	57,17**	80,45	63,43**
Error exp.	18	0,12		0,09		0,50		1,02		1,27	
Total	29										
Coeficiente de variación =		13,37		4,96		7,29		6,59		5,27	

ns = no significativo

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%



Las respuestas obtenidas en los análisis de variancia al evaluar la variable altura de planta a los 30, 60, 90, 120 y 160 días de la siembra, permitieron observar que existieron diferencias estadísticas significativas a nivel del 1 % entre tratamientos en las lecturas registradas en el presente ensayo; evidenciando que el crecimiento en altura de planta fue diferente entre los tratamientos sometidos a los distintos sustratos de enraizamiento.

Las repeticiones fueron no significativas, en las lecturas efectuadas a los 60, 90, 120 y 160 días de la siembra, mientras que las lecturas tomadas a los 30 días de la siembra las repeticiones registraron una significancia al 5 %. Los coeficientes de variación fueron de 13,37, 4,96, 7,29, 6,59 y 5,27 para cada lectura, en su respectivo orden. (Tabla 11)

**Tabla 11 Prueba de Tukey al 5 % para Altura de la planta (cm) a los 30, 60, 90, 120 y 160 días de siembra**

N°	Símbolo	a los 30 días		a los 60 días		a los 90 días		a los 120 días		a los 160 días	
		Media (%)	Rango	Media (%)	Rango	Media (%)	Rango	Media (%)	Rango	Media (%)	Rango
1	F.C.	2,30	A	5,16	A	9,14	A	12,86	A	18,98	A
2	Tr.	2,43	A	5,77	B	9,52	A	15,51	B	20,65	B
3	F.C.50% + Tr. 50%	3,12	B	7,09	C	10,48	B	17,69	C	24,51	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

La prueba de Tukey al 5 %, para Altura de la planta (cm) a los 30 y 90 días de siembra descritos en la (Tabla 12), detectó 2 rangos de significancia; los bulbos experimentaron mayor altura de planta, en los Tratamientos1 y Tratamientos 2; reportaron alturas medias de

planta: 2,3 cm y 2,43 cm respectivamente, esto nos demuestra que estos tratamientos no son significativamente diferentes entre sí. La combinación de sustratos perteneciente al Tratamiento 3 permitió que los bulbos experimenten mayor crecimiento en el área foliar reportó una altura media del 3,12 cm. Mientras que la Altura de la planta (cm) a los 60, 120 y 160 días de siembra se observó tres rangos de significación. En el primer rango se encuentre el Tratamiento 1, que obtuvo alturas de planta más baja con relación a los Tratamientos 2 y 3 que reportó una altura media de 5,16 cm a los 60 días, 12,86 cm a los 120 días y 18,98 cm a los 160 días ubicándose en el último lugar de la prueba.

En el segundo rango se ubica el Tratamiento 2 con una altura media de 5,77 cm a los 60 días, 15,51 cm a los 120 días y 20,65 cm a los 160 días. En el primer rango se ubica. Las plantas reportaron mejor altura de planta en el Tratamiento 3 correspondiente al rango 3 con alturas de planta media de 5,16 cm, 12,86 cm y 18,98 cm respectivamente. (Poggi, 2013) afirma que el empleo de sustratos permite la nivelación del cultivo, ayuda a conservar la humedad y sirve de anclaje para brotes y raíces.

La turba y la fibra de coco son sustratos orgánicos; que posiblemente dotaron al bulbo la adecuada soltura, aireación y humedad, estas condiciones permitieron promover un rápido y sano desarrollo del cultivo.(Sánchez, 2002), manifiesta que un buen sustrato de enraizamiento debe incrementar la capacidad de aireación, correcto drenaje promoviendo que el agua percole con facilidad a capas inferiores y así evitar posibles encharcamientos durante horas o días, perjudicando seriamente al bulbo y lleguen a podrirse. La combinación de turba y la fibra de coco lograron este propósito ya que se pudo observar las mejores alturas de planta.

### 5.1.5. Días a la floración

**Tabla 12 Análisis de varianza para la variable Días a la floración**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados Medios</b>	<b>Valor de F</b>
Repeticiones	9	13,47	1,50	2,71*
Tratamientos	2	62,07	31,03	56,23**
Error exp.	18	9,93	0,55	
Total	29	85,47		

Coef. de var. = 0,43

\* = significativo al 5%

\*\* = significativo al 1%

Los resultados obtenidos en el análisis de variancia (Tabla 13) al evaluar días a la floración, permitieron observar que, existieron diferencias estadísticas significativas a nivel del 1 % entre tratamientos. Las repeticiones fueron significativas a nivel del 5 %. El coeficiente de variación fue 0,43 %.

**Tabla 13. Prueba de Tukey al 5 % para Días a la floración**

<b>Tratamientos</b>		<b>Media (%)</b>	<b>Rango</b>
<b>No.</b>	<b>Símbolo</b>		
3	F.C.50 % + Tr. 50 %	161,50	A
2	Tr.	164,50	B
1	F.C.	164,60	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Según la prueba de significación de Tukey al 5 % para Días a la floración se detectó 2 rangos de significación, presente en la (Tabla 14). En el primer rango de la prueba con una media 161,50 %, y compartiendo el segundo y último rango de la prueba se identificó a los tratamientos Tratamiento 1 con una media del 164,60 % y Tratamiento 2 con una media del 164,50 %, lo que nos indica que no son significativamente diferentes.

(López, 1999) Manifiesta que toda la actividad de la planta del azafrán: brotación, floración y reposición de los bulbos depende de la energía captada en la fotosíntesis (horas luz, luminosidad y radiación solar) y humedad, temperatura. (Benschop, 1993) afirma que, para que la planta de azafrán florezca, el diámetro del corno debe tener, al menos, 1 cm de diámetro ecuatorial. Mientras que (Libro Blanco, 2007) explica que la floración ocurre en cormos de más de 20 mm de diámetro, a temperaturas de entre 23 y 27 °C.

#### **5.1.6. Número de flores por planta**

El número de flores por planta para todas las unidades experimentales fue del 100 %, una flor por planta por tal razón no se realizó el análisis estadístico. Se presume que puede deberse a que el cultivo se encuentra en proceso de adaptación y está en su primera floración en las condiciones climáticas de temperatura media anual 13,53 °C, precipitación de 497,80 mm, humedad relativa de 80,39 % y velocidad de los vientos de 3,30 m/seg, con frecuencia Sur - Este. Localizada en una longitud de 78 °37' 50 '' Y una latitud de 1°16' 59''.

(Sánchez, 2002) menciona que a temperaturas de entre 10 °C y 15 °C. son óptimas para la floración y provocan que del bulbo surjan nuevos tallos, con las hojas envolviendo a los mismos y las yemas embrionales se transforman en verdaderos órganos florales. Luego de este proceso se produce el inicio de la floración, cuyo auge es la presencia exterior de la flor. El inicio de la floración da paso del período vegetativo – reproductivo.

### 5.1.1. Temperatura

Las temperaturas registradas hasta el día 20 de julio día en el cual se presentó la floración más tardía correspondiente al Tratamiento1. Con una temperatura media de 24,9°C con una temperatura mínimas de 23,4°C y máximas de 26,5°C. Humedad relativa media de 93,8 %, mínimas de 90,2 % y máximas de 95,9 %; y temperaturas a campo abierto: medias de 11,28°C, mínimas de 10,24°C y máximas de 12,5°C, humedad relativa: media de 81,6 % mínimas de 71,2 % y máximas de 90,89 %. Los registros meteorológicos demuestran no existe limitantes para el normal desarrollo del cultivo; las temperaturas mínimas y máximas se encuentran dentro de los requerimientos necesarios para que se desarrollen con relativa normalidad ya que dicho cultivo puede soportar temperaturas extremas de hasta 40 °C y -15 °C y una humedad relativa del 70 – 90 %. Dependiendo en que etapas fenológicas se encuentre el cultivo (Poggi, 2013).

La provincia de Tungurahua reúne las características que demanda el cultivo de azafrán ya que esta región presenta una gama de temperaturas debido a la altitud que va de 1200 a 5000 msnm y a la influencia de las corrientes amazónicas como la del Atlántico, se ubica en la Región Interandina o Sierra y ocupa la Hoya del río Patate. Se encuentra rodeada de cordilleras de plegamiento. La circundan los ramales oriental y occidental de la cordillera de los Andes. Las temperaturas medias varían entre – 4°C en los puntos más altos de la provincia y 20°C en los más bajos. El mes con mayor temperatura es de noviembre, mientras que el más frío se presenta en julio.

El 96,3 % de la superficie agropecuaria regada de la provincia utilizan sistemas de riego por gravedad. Desde la perspectiva territorial, para este eje se necesitan priorizar las zonas que presentan un mayor déficit hídrico y/o zonas susceptibles de nivel medio a la amenaza de sequías y que corresponden a las zonas medias y bajas de la provincia. Existe una total de 138619 Has que están dedicadas a actividades agropecuarias, que equivalen a 71317 Unidades Productivas Agropecuarias.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. CONCLUSIONES

Finalizada la investigación “Comportamiento agronómico de bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.). En diferentes sustratos”, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Los mejores resultados se obtuvieron con la utilización del tratamiento conformado por el sustrato de enraizamiento 50 % de fibra de coco + 50 % de turba, al obtenerse mejor crecimiento y desarrollo tanto de la parte aérea, como del sistema radicular, reportando las plantas que se desarrollaron en estas condiciones: mejor altura de plántula, tanto a los 30 días (3,12 cm), como a 60 días (7,09 cm), a los 90 días (10,48 cm), a los 120 días (17,69 cm) y a los 160 días (24, 51 cm) de la siembra, un promedio de 161,5 días a la floración y un promedio de 12, 3 días a la emergencia.
- El porcentaje de emergencia y número de flores por planta no estuvieron directamente ligados al empleo de sustratos, estas variables están sujetas al calibre de bulbos y ruptura de la dormancia, estado fitosanitario.
- El análisis de los datos recogidos y observaciones obtenidas en el ensayo, propone que el cultivo de azafrán *Crocus sativus* se puede efectuar bajo las condiciones climáticas del cantón Ambato, ya que se adaptó a las condiciones de humedad y temperatura, localizada en una longitud de 78 °37' 50 '' Y una latitud de 1°16' 59'' así lo corrobora el análisis de los datos obtenidos en el desarrollo del ensayo.

## 6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda en estudios posteriores con este cultivo realizar pruebas de adaptación en otras regiones del país con bajas precipitaciones y suelos pobres, puesto que es un cultivo que puede tolerar climáticas desfavorables. Además de buscar otros sustratos que favorezcan el enraizamiento, porcentaje de emergencia, aireación y drenaje, estos podrían ser solos o en combinación, con residuos orgánicos presentes en la zona, además establecer un programa de fertilización química u orgánica que permitan la posibilidad de incrementar crecimiento y floración del cultivo.

## 6.3. BIBLIOGRAFÍA

- A, C. E. P., L, T. R., & S, C. A. R. (2012). Producción de plántulas de pimentón ( *Capsicum annuum* L .) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco, *I(2)*, 298–306.
- Agrónomos, E. T. S. I., Producción, O. De, Agraria, T., Mancha, U. D. C., Universitario, C., Técnico, I., ... Madrid, C. De. (2003). Influencia del tamaño del corno y la densidad de plantación en el rendimiento y la calidad de la producción de cormos de *Crocus sativus* L., *99*, 169–180.
- Alvarez Alvarez, J. M., & Zaragoza Larios, C. (2010). Mejora integral del cultivo de azafrán del Jiloca. Trabajos presentados a la Jornada sobre el Azafrán en Monreal del Campo (Teruel). *Cita Aragon*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Álvarez, J. M., & Mallor, C. (2009). Evaluación de parámetros de calidad del azafrán del Jiloca (Teruel). *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, *105(1)*, 61–66.
- Brunt, N. B. (2015). Estrategias en el agregado de valor en origen en la cadena agroalimentaria de la especia Azafrán.
- Cerqueda, H., & Zarate, B. H. (2003). Evaluación de la fibra de coco para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en hidroponía bajo condiciones de invernadero., 694–697.
- Cerqueda, H., & Zarate, B. H. (2010). ( *Lycopersicon esculentum* , Mill ) en hidroponía

- bajo condiciones de, 694–697.
- Cirujeda, A., Coca-Abia, M. M., Escriu, F., Palacio-Bielsa, A., Marí, A. I., Zuriaga, P., ... Zaragoza, C. (2016). Estado fitosanitario del azafrán en Aragón (España): Insectos, ácaros, nematodos, virus, bacterias y malas hierbas. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 112(1), 3–19. <https://doi.org/10.12706/itea.2016.001>
- Cutili, M. V. C. (2017). Introducción del cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) Con la aplicación de 2 sustratos en la comunidad Combuayo, municipio de Vinto del departamento de Cochabamba.
- Daniel Alejandro Paredes Paredes. (2016). *BIOFILTRACIÓN SOBRE CAMA DE TURBA , PARA EL TRATAMIENTO SOBRE AGUA RESIDUAL PROVENIENTE*.
- Díaz, J. S. (2013). Valorización de los bio-residuos florales de la producción de azafrán especia para aplicaciones alimentarias Valorization of floral bio-residues from saffron spice production for food applications.
- Fernández, M. V. Q. (2014). Uso de la fibra de coco como sustrato en la producción de Pascua (*Euphorbia pulcherrima*; WILD.EX KLOTSCCH) para exportación; agroindustrias Jovisa, San Miguel Dueñas, Sacatepequez (2007-2010) estudio de caso.
- Gómez, R., & Alonso, G. (1988). ESTUDIO DEL AZAFRÁN (*CROCUS SATIVUS* L.) EN LA PROVINCIA DE ALBA, 13, 63–70.
- González, S. P. G. (2008). Estudio de Factibilidad para la Industrialización de la fibra de coco en el Recinto La Tolita, Pampa De Oro – Esmeraldas., 1–49.
- Guerrero, D. S. E. (2008). PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA EXPORTACION DE AZAFRAN A ESPAÑA.
- Intelectual, R. P. (2017). Potencial de la turba en la minería no metálica en Chile.
- ITAP. (2013). El cultivo del azafrán en Castilla-La Mancha.
- Libro Blanco. (2007).
- López, S.; Cavero, R. Y; López, M. L.; López, F.; Oromí, M.J. y Sesma, P. (1999). Azafrán: eco-histología foliar del *crocus sativus* l., 1–11.
- Martín, G. M., & Carril, E. P. (2014a). Azafrán I (*Crocus sativus* L.), 7(2), 71–83.
- Martín, G. M., & Carril, E. P. (2014b). “ESTUDIO SOBRE EL AZAFRÁN,” 7(2), 71–83.
- Nieto, A. (2015). Fabricación , caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivo.



- Ortí, M. A. (2003). DESARROLLO Y EXPRESIÓN GÉNICA EN CORMOS DE AZAFRÁN ( *Crocus sativus* L .).
- Poggi, L. M. (2013). Recomendaciones para la producción de azafrán especia. Actualización 2013, 1–15.
- Puga, A. Á. (2013). TRATAMIENTOS PARA ESTIMULAR LA RUPTURA DE LA DORMANCIA DE CORMOS DE AZAFRÁN ( *Crocus sativus* L .), 1–17.
- Robredo, N. A. (2017). Viabilidad de la producción de azafrán (*Crocus sativus*) en Bariloche, 1–43.
- Rodríguez, M. del V. G. (2012). Influencia de diferentes condiciones de cultivo forzado de *Crocus sativus* L. En la calidad del azafrán. *Phytotherapie*, 10(3), 186–193.
- Rogelio, L. M. A. (2006). Diseño y construcción de una máquina desmenuzadora de turba y/o tierra para vivero.
- Sánchez. (2002). “ESTUDIO SOBRE EL AZAFRÁN.”
- Sánchez, A. M. (2009). Avances en el estudio de los ésteres de crocetina, picrocrocina y flavonoides del azafrán especia.
- Sandoval, M. (2013). Efecto de la aplicación de fibra de coco ( *Cocos nucifera* L .) en el almacenamiento y eficiencia del uso del agua en un Alfisol , sembrado con ballica ( *Lolium multiflorum* L .) y en la toxicidad en lechuga ( *Lactuca sativa* L .). Effect of applying coconut, 41(3), 1–11. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2013.v41n3-01>
- Soria, C. B. (2002). *Cultivo sin Suelo de Hortalizas Cultivo sin Suelo de Hortalizas Aspectos Prácticos y Experiencias*.
- Sr, P., & Büchner, J. (2007). de corteza de pino compostada , perlita y vermiculita en la producción de plantas de *Eucalyptus globulus* ( Labill ).
- Telenchana, W. J. T. (2016). EVALUACIÓN DE DISTINTAS FÓRMULAS DE SUSTRATOS ORGÁNICOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DECOL DE BRUSELAS (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) EN LA PARROQUIA IZAMBA, 62.
- Valimex. (2017). Turbas y sustratos profesionales, 28.
- Wilson, C. L. (2008). Evaluación de sustratos para el enraizamiento de estacas de rosa (*Rosa* sp.) Del patrón Natal Brier. Otón 2008.

## ANEXOS

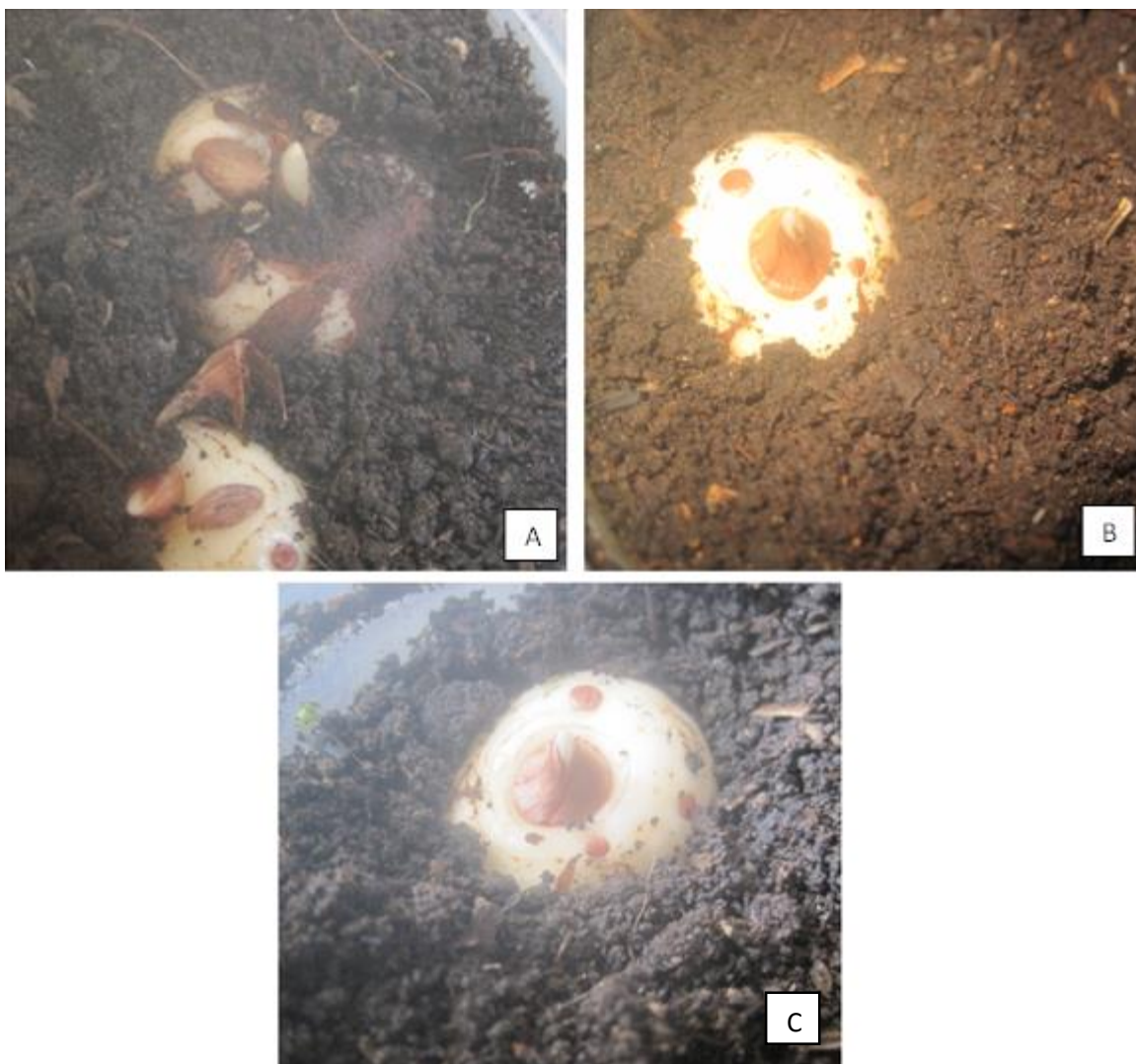
### Anexo 1 Implantación del Cultivo



### Ilustración 2 ADECUACIÓN DEL ENSAYO

- A) Compra de maceteros. Se emplearon 3 macetas de plástico de 20 cm de ancho, 90 de largo y 17 cm de alto. B) esterilización de maceteros con la ayuda de agua hirviendo y detergente C) Llenado de maceteros con sustrato fibra de coco, sustrato turba y Sustrato de fibra de coco 50 % + sustrato turba 50 % respectivamente.

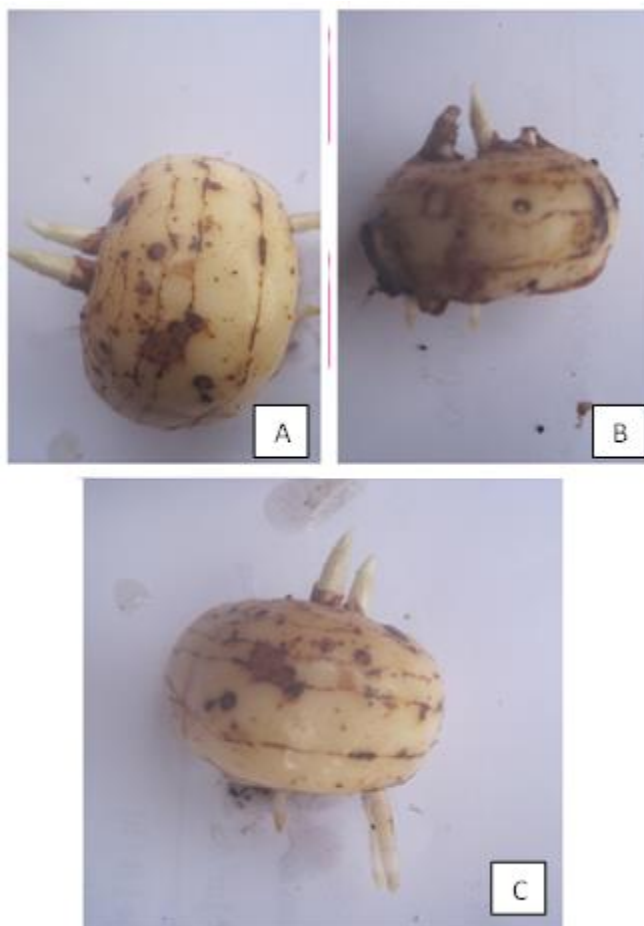
## Anexo 2 Emergencia de bulbos



### Ilustración 3 Emergencia de bulbos:

A) Bulbo sembrado en sustrato F.C.50 % + Turba 50 % emergió a los 11 días a la siembra  
B) Bulbo sembrado en sustrato turba emergió a los 15 días de siembra. C) Bulbo sembrado en sustrato fibra de coco emergió en los días 14 días de siembra.

### Anexo 3 Desarrollo de los bulbos a los 15 días



### Ilustración 4 Desarrollo de los bulbos a los 15 días

A) Bulbo sembrado en sustrato Turba con buen desarrollo apical y radicular. B) Bulbo sembrado en sustrato Fibra de Coco con escaso desarrollo radicular pero con un significativo desarrollo apical. C) Bulbo sembrado en sustrato F.C.50 % + Turba 50 % presentan un excelente aspecto con óptimo desarrollo radicular además con ápices robustos y fuertes.

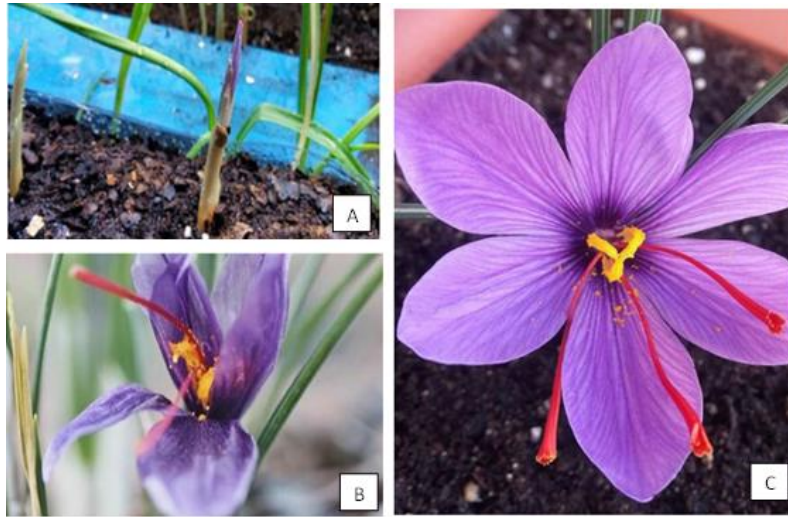
#### Anexo 4 Desarrollo de los bulbos a los 90 días



#### Ilustración 5 Desarrollo de los bulbos a los 90 días

A) Bulbo sembrado en sustrato Turba presenta un excelente desarrollo radicular (8cm) mientras que su parte apical posee unos 10 cm. B) Bulbo sembrado en sustrato Fibra de Coco posee un desarrollo considerable de sus raíces de unos 7 cm. La parte apical del bulbo mide 7,9 cm. No presentan ninguna muestra de lesiones causadas por plagas o enfermedades. C) Bulbo sembrado en sustrato F.C.50 % + Turba 50 % presenta un excelente desarrollo posee un buen sistema radicular de 12 cm y la parte apical de unos 10,8 cm

## Anexo 5 Desarrollo floral



## Ilustración 6 Desarrollo floral:

A) Botón floral B) Eclósión floral C) flor completamente eclosionada y formada con tres estigmas de color rojo intenso.

**Anexo 6 Datos obtenidos en el ensayo**

**Tabla 14 Días a la emergencia**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	15	15	14	16	15	15	15	15	16	16	152	15,2
<b>Turba</b>	11	11	15	15	11	16	11	16	15	15	136	13,6
<b>F.C.50% + Turba 50%</b>	11	11	13	11	14	13	11	13	13	13	123	12,3

**Tabla 15 Porcentaje de Emergencia**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100
<b>Turba</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000	100

**Altura de la planta**

**Tabla 16 Altura de la planta (cm) a los 30 días**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	3	2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1	2,4	2,6	2,4	23	2,3
<b>Turba</b>	3,2	2,3	2,4	2,2	3,1	2	2,6	2,3	2,1	2,1	24,3	2,43
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	4,6	3,1	3,1	3	2,9	2,6	3,3	2,6	2,4	3,6	31,2	3,12

**Tabla 17 Altura de la planta (cm) a los 60 días**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	5,3	5	5,1	5,4	5,5	5,3	4,9	5,2	5	4,9	51,6	5,16
<b>Turba</b>	5,6	5,7	5,9	5,5	5,7	5,6	5,9	5,8	5,9	6,1	57,7	5,77
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	6,7	6,8	7,5	7,4	6,9	6,5	7,2	6,8	7,7	7,4	70,9	7,09

**Tabla 18 Altura de la planta (cm) a los 90 días**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	9,6	9,9	8,5	9,9	10	8,9	8,6	9,3	8,8	7,9	91,4	9,14
<b>Turba</b>	9,5	9,3	10,4	9,1	8,4	8,7	10	9,8	9,7	10,3	95,2	9,52
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	10,2	9,9	10,5	10,1	10	10,5	10,7	11	10,8	10,7	104,8	10,48

**Tabla 19 Altura de la planta (cm) a los 120 días**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	12,7	11,6	14,6	13,9	14,2	12,4	11,1	14	12,9	11,4	128,6	12,86
<b>Turba</b>	14,8	15,7	15,4	15,5	15,5	15,2	14,8	15	16,5	16,9	155,1	15,51
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	17,9	17,3	19,2	16,7	17,3	17,5	18,9	17	17,7	17,5	176,9	17,69



**Tabla 20 Altura de la planta (cm) a los 160 días**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	19,3	18,6	20	17,3	20	18	18,7	20	18	20	189,8	18,98
<b>Turba</b>	20,7	21,5	21,1	20,3	20,5	20,8	19,5	20	19,8	22,6	206,5	20,65
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	24,8	22,4	26,5	21,8	22,8	24,6	26,7	25	25,1	25,7	245,1	24,51

**Tabla 21 Días a la floración**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	164	165	164	163	164	165	165	164	166	166	1646	164,6
<b>Turba</b>	163	165	163	164	165	165	165	165	165	165	1645	164,5
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	161	162	160	162	160	162	162	163	161	162	1615	161,5

**Tabla 22 Número de flores por planta**

Tratamientos	Repeticiones										Sumatoria	Media
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
<b>Fibra de Coco</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1
<b>Turba</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1
<b>F. C. 50% + Turba 50%</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1

## Anexo 7 Datos del bulbo

Bulbo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Peso (Kg)</b>	12,20	10,42	10,01	9,60	10,99	10,33	7,7	7,17	9,56	10,41	10,82	8,83	8,03	6,66	8,50
<b>Diámetro</b>															
<b>Ecuatorial (Mm)</b>	28,9	25,8	25	24,6	26,8	25,2	22	22,4	24,3	25,8	26,1	23,7	23	20,8	22,5
Bulbo	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<b>Peso (Kg)</b>	7,07	7,20	6,35	5,83	9,49	5,02	5,24	5,72	6,65	6,81	6,87	6,75	6,19	7,25	6,67
<b>Diámetro</b>															
<b>Ecuatorial (Mm)</b>	21	21,7	20,3	20,7	24,1	20	20	20,4	20,1	20,5	20,6	21,9	21,2	21,2	20,3

## Anexo 8 Calibre de bulbos con relación al diámetro ecuatorial y peso

Calibre	Diámetro (mm)	Peso (gr)	Precio cormo (€/kg)
Pequeños	< 22	6	4,5
Medianos	22 -30	10	6,0
Grandes	> 30	14	7,5

Fuente: (ITAP, 2013)

## Anexo 9 Registro climáticos obtenidos en el ensayo

**Tabla 23 Registro de Temperaturas**

Mes	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Promedio
<b>Med.</b>	25,4	24,5	23,8	24,8	24,5	25,8	24,9
<b>Min</b>	24,3	23,8	23,2	22,6	19,9	20,8	23,4
<b>Max</b>	26,5	25,9	24,9	26,5	28,6	27,7	26,5

**Tabla 24 Registro de Humedad**

<b>Mes</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Promedio</b>
<b>Med</b>	92,6	85,8	92,9	87,9	91,7	88,8	90,8	93,8
<b>Min</b>	90,4	80,6	89,7	81,8	88,3	87,7	90,4	90,2
<b>Max</b>	94,9	90,3	95,2	93,9	95,1	90,6	92,6	95,9

**Registro de datos climáticos datos tomados de la estación del aeropuerto Ambato**

**Tabla 25 Registro de Temperaturas**

<b>Mes</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Promedio</b>
<b>Med.</b>	14,6	14,2	13,8	13,8			11,28
<b>Min</b>	13,1	12,6	12,7	12,8			10,24
<b>Max</b>	16,6	15,5	14,9	15,5			12,5

**Tabla 26 Registro de Humedad**

<b>Mes</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Promedio</b>
<b>Med</b>	81,3	79,3	80,6	81,8	85			81,6
<b>Min</b>	69,7	70	72,4	65,9	78			71,2
<b>Max</b>	90,5	91,1	91,2	91,9	90,2			90,98

## **CAPÍTULO VII**

### **PROPUESTA**

#### **7.1. DATOS INFORMATIVOS**

Tema: “Multiplicación de bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.). En sustrato de fibra de coco 50 % + sustrato turba 50 %

#### **7.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

Esta propuesta se planteó en relación a los mejores resultados obtenidos al final de la investigación, en el cual se observó, que los bulbos de azafrán (*Crocus sativus* L.), se desarrollaron mejor, con la utilización del sustrato a base de fibra de coco 50 % + turba 50 % en las condiciones de manejo que se llevó el ensayo.

#### **7.3. JUSTIFICACIÓN**

El cultivo de azafrán ha tomado gran importancia a nivel comercial y científico gracias a su propiedades medicinales, el precio del azafrán siempre estuvo próximo al precio del oro y en los últimos años llegó a superarlo esto demuestra el alto nivel de la demanda; por lo que es considerada la especia más cara del mundo

El interés del estudio es incentivar al agricultor nacional la producción de azafrán como alternativa interesante al momento de diversificar la producción agrícola.

#### **7.4. OBJETIVOS**

- Propagar asexualmente plantas de calidad de azafrán (*Crocus sativus* L.) por medio de sustratos a base de fibra de coco 50 % + turba 50 %.

## **7.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Esta propuesta es factible efectuarla, considerando todos los aspectos técnicos que deben implementarse para llevar adelante una explotación del cultivo de azafrán, cuyos objetivos sean obtener estigmas de calidad, dinamizar la economía mediante la diversificación agrícola aportando con tecnología moderna, que permitan mejorar los ingresos y condiciones de vida del agricultor, con la prácticas de agricultura limpia, como también considerando las necesidades económicas de los productores, asegurando que su explotación sea rentable.

## **7.6. FUNDAMENTACIÓN**

El desconocimiento de sustratos adecuados para la propagación del cultivo de azafrán y las condicione climáticas, son factores claves en la producción y calidad de los estigmas. La falta de material vegetal conjuntamente con el desconocimiento e investigación del potencial que posee el azafrán a nivel mundial ha convertido en un limitante, provocando que el cultivo de esta especia no sea una alternativa interesante para el agricultor

Mencionando este factor como el principal, es necesario conocer el tipo de sustratos y condiciones climáticas que facilite el rápido enraizamiento de plantas, lo que ayudará a obtener material vegetativo de calidad, mejorando de esta manera la producción y productividad del cultivo.

El azafrán puede reducir el riesgo de enfermedad cardiovascular. Los flavonoides, en especial el licopeno, que se encuentran en el azafrán proporcionan protección. Una prueba clínica del Department of Medicine and Indigenous Drug Research Center mostró efectos positivos del azafrán en las enfermedades cardiovasculares. Según el Indian Journal of Medical Sciences,

todos los participantes mostraron una mejora en la salud, pero aquellos con enfermedad cardiovascular mostraron más progresos.

## **7.7. METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO**

### **Preparación del sustrato y llenado de macetas**

La preparación de los sustrato se realiza mezclando: Sustrato de fibra de coco 50 % + sustrato turba 50 %, llenar las macetas con los sustratos, presionando ligeramente para eliminar el aire. Se recomienda emplear macetas plásticos de 20 cm de ancho, 1 m. de largo y 20 cm de alto.

### **Desinfección de bulbos**

Realizar un baño de inmersión con carbendazim a razón de 10 ml / litro de agua durante 15 minutos.

### **Profundidad de plantación**

Los bulbos se suelen plantar a una profundidad que varía entre 10-20 cm.

### **Densidad de plantación**

120 cormos m<sup>-2</sup> con rendimientos de estigmas promedio: 3 kg ha<sup>-1</sup>/ año.

### **Siembra**

Colocar los bulbos con el ápice hacia arriba y separarlos de acuerdo a su tamaño. Tapando con 5 – 8 cm de sustrato, presionándola ligeramente.

### **Riego**

Administrar 600 ml. por maceta cada 15 días evitando el encharcamiento.

### **Fertilización**

Se recomienda realizar un aporte de 20 – 40 t ha<sup>-1</sup> de estiércol seco (oveja – cuy – vacas) anterior a la plantación. Fertilización mineral: 40-50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno en forma de sulfato de amonio (21 % N<sub>2</sub>), 80-100 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo en forma de superfosfato de cal (18 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 100-120 kg ha<sup>-1</sup> de potasio en forma de sulfato de potasio (60 % K<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)

### **Controles fitosanitarios**

Aplicación de Fungicidas:

#### **Captan**

Se emplea solo o asociado a otros fungicidas en el control preventivo de bulbos o de partes aéreas de la planta. La dosis recomendada para el tratamiento de los bulbos es de 1,5 kg/hl de producto comercial (Cutili, 2017).

#### **Tiabendazol.**

Ejerce su acción protectora tanto en campo como el almacén. La aplicación a los bulbos se lleva a cabo bañando estos con anterioridad a la plantación, en una solución con una dosis de 200-225 cc/hl de producto comercial (Cutili, 2017).

#### **Cosecha**

Recolección de flores: diariamente se cortan únicamente las flores abiertas, entre la corola y la inserción con el pecíolo. Se guardan a la sombra, en capas no mayores de 25 cm de espesor. Posteriormente se extrae sólo los 3 filamentos rojos del pistilo con unas pinzas de depilar. Esta operación se llama la escamonda (Poggi, 2013).

## **7.8. ADMINISTRACIÓN**

Esta propuesta se llevará a cabo mediante organizaciones capacitadas, que cuenten con los recursos y el personal técnico apropiado y adiestrado para el manejo del cultivo de azafrán (*Crocus sativus* L.) especialmente en la etapa de multiplicación de bulbos y floración. El personal responsables del manejo técnico del cultivo, deberán entender a satisfacción los requerimientos nutricionales, controles fitosanitarios, fisiología de las plantas, manejo de sustratos para el desarrollo y propagación en las condiciones climáticas de la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato.

### **7.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN**

La utilización sustrato de fibra de coco 50 % + sustrato turba 50 % como medio optimo y eficaz en el desarrollo del cultivo azafrán (*Crocus sativus* L.) será informada a los agricultores interesado en la diversificación de la producción agrícola del país, por medio de la divulgación de la información, utilizando como medios, la vinculación directa con los agricultores, con días de campo, en donde se efectuarán demostraciones con parcelas demostrativas, con la debida comparación de resultados, incentivando a los participantes la implantación de este cultivo.