

Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del Cymbidium (*Cymbidium* sp.), municipio de El Colegio

Response to Phosphorus Fertilization in the Cultivation of Cymbidium (Cymbidium sp.), Municipality of El Colegio

ÓSCAR FRADIQUE ESCOBAR PARDO

Ingeniero Agrónomo

ofescobar3@misena.edu.co

Ph D. JAIRO LEONARDO CUERVO ANDRADE

Ingeniero Agrónomo

jlcuervoa@unal.edu.co

MIREYA CASTRO RODRÍGUEZ

Tecnóloga agropecuaria SENA, Girardot

Productora de Cymbidium

Semillero de investigación SENA

mireyacastro01@hotmail.com

NELSY AYALA MONTAÑO

Productora de Cymbidium

Semillero de Investigación SENA

nelayamon@hotmail.com

YULI ANDREA LIÉVANO VERA

Productora de Cymbidium

Semillero de Investigación SENA

ylievanover@uniminuto.edu.co

Fecha de recepción: 2 de marzo de 2015

Fecha de evaluación: 18 de junio de 2015

Fecha de aceptación: 19 de agosto de 2015





Respuesta a la fertilización con fósforo en el cultivo del Cymbidium (Cymbidium sp.), municipio de El Colegio

Resumen

Los cultivos de flor requieren en su programa de fertilización, un aporte considerable de elementos mayores. Sin embargo, la disponibilidad del fósforo en el suelo es limitada debido a múltiples factores. La acidez del suelo es uno de los factores más importantes relacionados con la disponibilidad del fósforo para los cultivos agrícolas.

El municipio de El Colegio y en general el 80% de los suelos en Colombia se catalogan como suelos ácidos (con un pH menor a 5.0), lo que limita la productividad de los cultivos de flor y en especial el cultivo del Cymbidium.

Se desarrolló un trabajo de investigación con un diseño experimental de bloques completos al azar con los siguientes tratamientos: T1 (100% fósforo), T2 (150% fósforo), T3 (50% fósforo), T4 (Micorrizas) y T5 (Testigo absoluto). Adicionalmente se separaron los órganos de las plantas de Cymbidium en raíz, bulbo, hoja y flor en dos etapas fenológicas (vegetativa y reproductiva) para observar la dinámica de distribución del fósforo en el interior de las plantas de Cymbidium.

Se encontraron diferencias entre el contenido de fósforo en los órganos de las plantas de Cymbidium para las dos etapas fenológicas de estudio. En la etapa fenológica vegetativa la raíz fue el órgano que presentó las mayores concentraciones de fósforo (0,17%). Para la etapa reproductiva, la inflorescencia fue el órgano con mayor contenido de fósforo (0,14%). Estos son resultados preliminares de la investigación.

Palabras clave: nutrición vegetal, orquídeas, traslocación de nutrientes, órganos de las plantas.

Abstract

Flower crops require fertilization program at its considerable contribution of essential elements. However, the availability of phosphorus in the soil is limited due to many factors. Soil acidity is one of the most important factors related to the availability of phosphorus for crops.

The municipality of El Colegio and overall 80% of soils in Colombia are classified as acidic soils (pH less than 5.0), which limits the productivity of crops and especially flower growing Cymbidium.

T1 (100% phosphorus), T2 (150% phosphorus), T3 (50% phosphorus), T4 (mycorrhizae) and T5 (absolute witness: a research with an experimental design of randomized complete block with the following treatments were developed. Additionally organs of Cymbidium like plants roots, bulbs, leaves and flowers on two phenological stages (vegetative and reproductive) was extracted, in order to observe distribution dynamics of phosphorus inside Cymbidium plants.

Differences between the content of phosphorus in organs of Cymbidium plants for the two phenological stages study was founded. In the vegetative root phenological stage was the organ that had the highest concentrations of phosphorus (0.17). Reproductive stage the inflorescence was the body with higher content of phosphorus (0.14). These are preliminary results of the investigation.

Keywords: Plant Nutrition, Orchids, Translocation of Nutrients, Plant Organs.

1. Introducción

Colombia cuenta con más de 4000 especies de orquídeas distribuidas ampliamente por todo el territorio. Las orquídeas en Colombia se distribuyen principalmente en la región Andina, siendo Cundinamarca el departamento con mayor densidad poblacional. El interés científico por esta familia de plantas (*Orchideaceae*) se ha estimulado desde 1783 con la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada. Esta numerosa familia de plantas ha despertado interés entre coleccionistas, jardines botánicos y sociedades de aficionados entre otros, registrándose para el año 2012, 17 Sociedades Nacionales de Orquideología vigentes en Colombia (Gil, 2012).

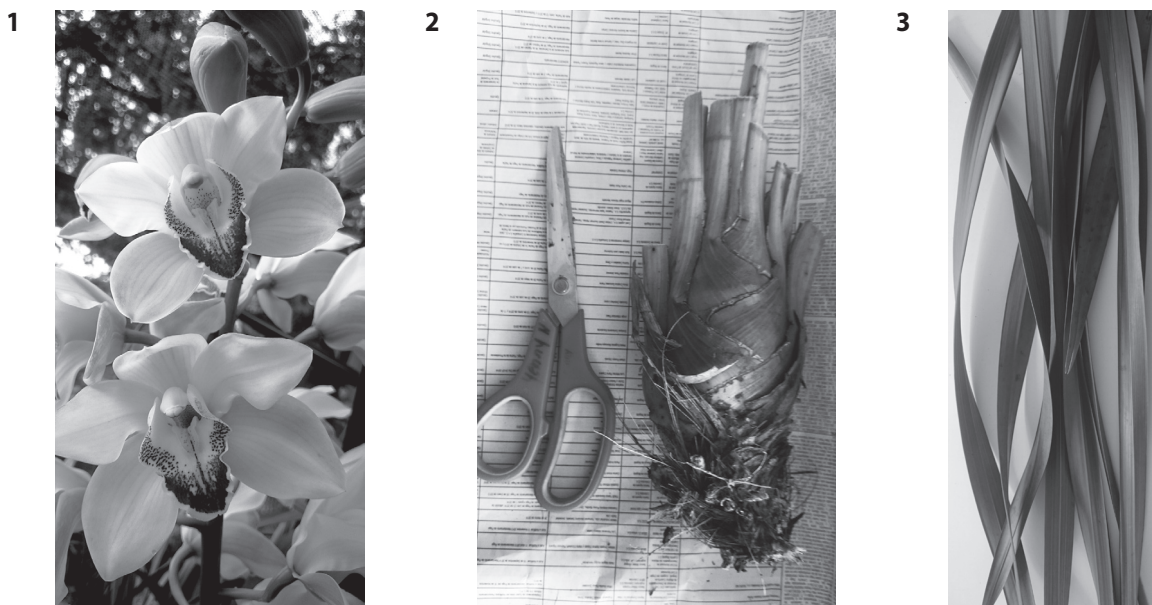
La familia *orchideaceae* cuenta con cientos de géneros dentro de los cuales, el género *Cymbidium* es considerado como uno de los géneros de mayor importancia, debido a su potencial ornamental con alto valor económico. Su demanda ha crecido en las últimas décadas tanto en diversidad de especies

como en producción de flores (Hew y Wan, 2004). Según Montero (2012), el género *Cymbidium* se caracteriza por ser una orquídea perenifolia con grandes inflorescencias, de donde brotan las flores llevadas por peciolo cortos. El color de las flores es variado pasando del color verde, rosado, amarillo, beige, y blanco. Las hojas son provistas por una sola nervadura central alcanzando el metro de longitud en las especies grandes. Pueden tener de 5 a 15 seudobulbos. Las raíces parten de la parte inferior de los seudobulbos y son carnosas, ramificadas y revestidas por un velamen blanquecino (ver Figura 1-1).

El género *Cymbidium* es originario de China, Indonesia, Japón y la península Indochina. Está constituido por 44 especies aproximadamente dentro de las cuales se encuentran epifitas, litofitas y terrestres (Montero, 2012).

Sin embargo, la producción a gran escala en el país ha presentado múltiples limitantes como la carencia de materiales genéticos disponibles, un adecuado plan nutricional basado en los requerimientos del cultivo,

Figura 1-1. Órganos de planta de *Cymbidium*. **1.** Inflorescencia con flores desarrolladas. **2.** Bulbo con raíces cortadas. **3.** Hojas con buen estado fitosanitario.



carencia de nutrientes en el suelo y presencia de plagas y enfermedades entre otros.

El presente trabajo de investigación busca determinar los requerimientos de fósforo para el cultivo de *Cymbidium* en el municipio de El Colegio y establecer su productividad con diferentes concentraciones de fósforo. Por último, se busca estimar la distribución de fósforo en los órganos de las plantas de *Cymbidium* en dos etapas fenológicas del cultivo.

1.1. Nutrición en orquídeas

Es muy escasa la literatura relacionada con la fertilización y nutrición vegetal en orquídeas del género *Cymbidium* para mejorar su producción. Sin embargo, Poole y Seeley (1978), demostraron que las orquídeas requieren de una alta aplicación de fertilizantes para mejorar su productividad. Adicionalmente, la fertilización es una práctica común en los sistemas de producción de orquídeas, pero en *Cymbidium* se tiene poca información sobre la absorción de nutrientes a nivel foliar y edáfico (Hew y Wan, 2004).

Existen factores que afectan la nutrición en el cultivo de orquídeas, como la especie, el suelo, condiciones climáticas y las interacciones entre estos factores y las orquídeas requieren de un excelente y balanceado contenido nutricional para crecer y desarrollarse de manera adecuada. Tienen a su disposición dos fuentes naturales que aportan nutrientes: a través del agua lluvia y del suelo en donde son sembradas (Gil, 2012).

Sin embargo, es en el suelo (o sustrato) donde se desarrolla el sistema radicular de las orquídeas y donde se implementan los planes de fertilización. En el caso de las orquídeas sembradas en el suelo, se aportan los nutrientes deficientes basados en los análisis edáficos del cultivo. En el caso de las orquídeas sembradas en sustratos como corteza de árboles, se requieren fertilizaciones más enriquecidas.

Una investigación realizada por McElroy (2006), demostró que la productividad en el cultivo de *Cymbidium*,

no consiste exclusivamente en la aplicación de fertilizantes para incrementar su floración, la productividad se puede explicar por la cantidad de luz que ingresa al cultivo, la temperatura donde se establece, el movimiento del aire, la cantidad de agua suministrada y por último los nutrientes aplicados al cultivo.

1.2. El fósforo en el cultivo de orquídeas

Después del nitrógeno, el fósforo es el segundo elemento que resulta limitante en los suelos. Es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sus funciones no pueden ser ejecutadas por ningún otro nutriente (González, 2014). La acidez del suelo está relacionada con la abundancia relativa del fósforo disponible para la planta. Gran parte del fósforo se transforma en fosfato al ingresar por la raíz o cuando es transportado por el xilema hasta el tallo o las hojas de las plantas (Salisbury y Ross, 1994).

La distribución del fósforo en la planta se encuentra ligada a moléculas orgánicas como ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP, azúcares fosfato, pectatos (en la pared celular) y fitatos (en semillas y órganos de reserva) entre otros. El 75% del fósforo que se encuentra en forma iónica libre en las plantas está en las vacuolas, el 25% restante en el citoplasma y organelos (González, 2014).

Las plantas absorben el fósforo de la solución acuosa del suelo en forma de ion fosfato (H_2PO_4 y HPO_4), sin embargo el H_2PO_4 predomina en suelos con pH menor a 7 (Cuervo, 2013).

Por otra parte, el fósforo es un elemento vital para las plantas, debido a que forma parte de los genes y cromosomas y es esencial en el proceso de transferencia del código genético de una generación a la otra (Salisbury y Ross, 1994).

Los síntomas de deficiencia de fósforo se presentan con una planta de color verde oscuro y con frecuencia desarrollan una coloración roja o púrpura, los tallos son cortos y delgados cuando la deficiencia

es alta (Grundon, 1987). El fósforo es parte esencial de muchos glucosfosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos, y también forma parte de nucleótidos como ARN y ADN y de fosfolípidos presentes en las membranas. Adicionalmente, es esencial en el metabolismo energético, debido a su presencia en las moléculas de ATP, ADP y pirofosfato (Salisbury y Ross, 1994).

Por último, el fósforo es muy importante para la estimulación de flores en las plantas, su carencia puede generar retrasos en el desarrollo de esta etapa fenológica. En el municipio de El Colegio los cultivadores de *Cymbidium* han visto incrementar la floración de sus orquídeas con la aplicación de roca fosfórica de manera considerable.

1.3. Abonos en orquídeas

El trópico se ha caracterizado por poseer un alto porcentaje de suelos ácidos, lo que ha presentado limitantes de fertilidad de suelo, en especial de fósforo (P) disponible para las plantas; adicionalmente los suelos ácidos presentan una alta capacidad de fijación del fósforo. Por lo tanto, la aplicación de fuentes ricas en fósforo como rocas fosfóricas puede ser una buena alternativa para los cultivadores de flores.

La roca fosfórica proviene de la apatita, un mineral que varía mucho en sus propiedades físicas, químicas y cristalográficas (Chien, 2009). Generalmente, la solubilidad de la roca fosfórica se incrementa en la medida en que se reduce el tamaño de las partículas. La liberación del fósforo de la roca fosfórica generalmente se incrementa con un mayor poder de fijación del suelo. Sin embargo, a medida que se incrementa la capacidad de fijación, la concentración del fósforo liberado al inicio del proceso de solubilización de la roca, puede reducirse más rápidamente. Por lo tanto, la roca fosfórica se recomienda para cultivos perennes que presentan un alto contenido de fósforo residual (Smalgerger *et al.* 2006).

Adicionalmente, Chien (2009), encontró que las rocas fosfóricas presentan una efectividad agronómica y económica mejor que la de los fertilizantes fosfóricos solubles en agua. Sin embargo, para asegurar un uso eficiente de este recurso, se debe tener en cuenta factores específicos como las propiedades del suelo, las prácticas de manejo y el tipo de cultivo.

La aplicación de abonos sólidos ricos en fósforo son disueltos por el agua, formando una solución disuelta de fosfatos. Este fosfato tiene poca movilidad en el suelo ubicándose a menos de dos centímetros de su lugar de aplicación. Las reacciones del fósforo en el suelo son variadas, llegando a formar hasta 60 compuestos donde el fosfato de aluminio, fosfato de hierro, fosfato dicálcico entre otros (González, 2014).

1.4. Microorganismos fijadores de fósforo

Una de las prácticas biológicas que se utilizan para incrementar el fósforo disponible en las plantas es la aplicación de hongos micorrícicos. Los hongos micorrícicos se encuentran de manera habitual en la naturaleza ya que establecen una relación simbiótica con las raíces de las plantas y las ayuda a la absorción del fósforo. El micelio de los hongos micorrícicos funciona como un sistema de absorción que se extiende por el suelo y es capaz de proporcionar agua y nutrientes (nitrógeno y fósforo principalmente) a la planta y proteger las raíces contra algunas enfermedades. El hongo, por su parte recibe de la planta azúcares provenientes de la fotosíntesis, básicamente almidón (Cuervo, 2013).

La producción de orquídeas de corte (género *Cymbidium*), sembradas en suelos del municipio de El Colegio es un referente productivo de producción masiva de orquídeas en el que se pretende ajustar el contenido nutricional de fósforo requerido por parte del cultivo basados en la dinámica química, física y biológica presentes en los suelos donde se establece el experimento. Adicionalmente, este proyecto de investigación busca establecer

la dinámica de traslocación del fósforo en los órganos de la planta dependiendo su etapa fenológica de desarrollo.

Al lograr ajustar una cantidad adecuada requerida por el cultivo del *Cymbidium* para mejorar su productividad, los costos por aplicaciones de abonos enriquecidos en fósforo serán los adecuados disminuyendo el impacto ambiental por exceso de aplicaciones. Adicionalmente, se incrementarán los ingresos de los agricultores que cultivan este tipo de orquídeas, mejorando su calidad de vida.

2. Objetivos de la investigación

2.1. Objetivo general

Determinar los requerimientos de fósforo para el cultivo de *Cymbidium* (*Cymbidium sp.*) en el municipio de El Colegio.

2.2. Objetivos específicos

1. Determinar los requerimientos de fósforo para el cultivo de *Cymbidium* en el municipio de El Colegio.

2. Establecer la productividad del cultivo de *Cymbidium* con diferentes dosis de fósforo.
3. Estimar la distribución de fósforo presentes en los órganos de las plantas de *Cymbidium sp.* en dos etapas fenológicas del cultivo.

2.3. Pregunta de investigación

¿Cuáles son los requerimientos de fósforo en el cultivo de *Cymbidium* y su distribución en la planta?

3. Materiales y métodos

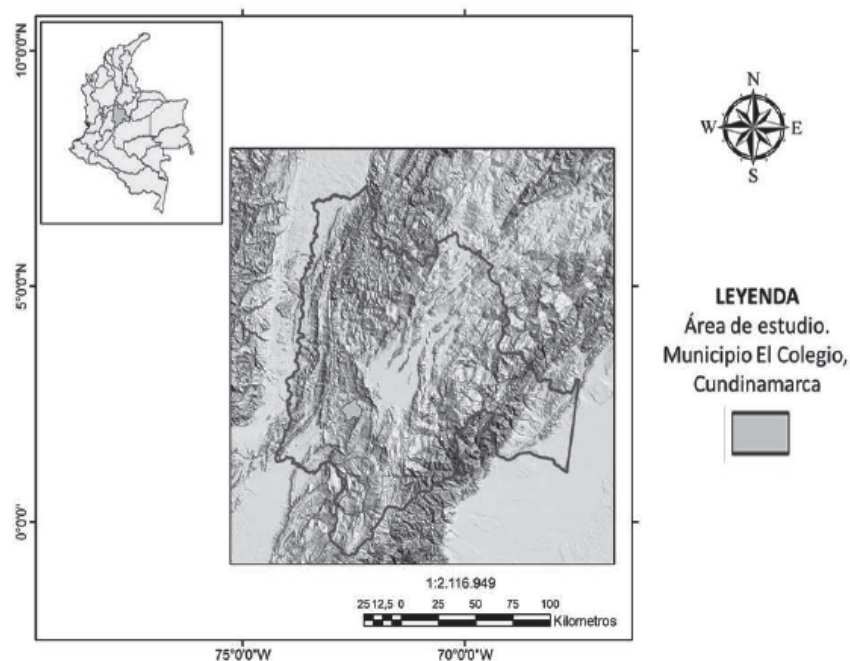
3.1. Área de estudio

Este estudio se realizó en el municipio de El Colegio, Cundinamarca, vereda La Pítala en dos parcelas demostrativas que cuentan con cultivo de *Cymbidium* variedad Beige a nivel comercial, ubicadas a 1.300 m.s.n.m.

Parcela demostrativa 1: Finca Santa María, Vereda Pítala.

Parcela demostrativa 2: Finca San Gabriel Arcángel, Vereda Pítala.

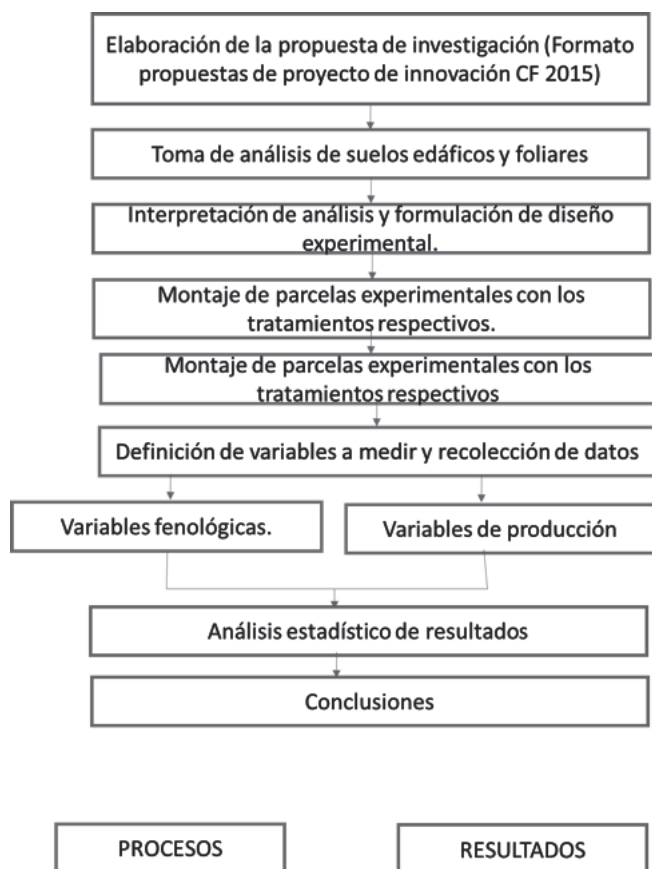
Figura 3-1. Área de estudio.



3.2. Diagrama de investigación

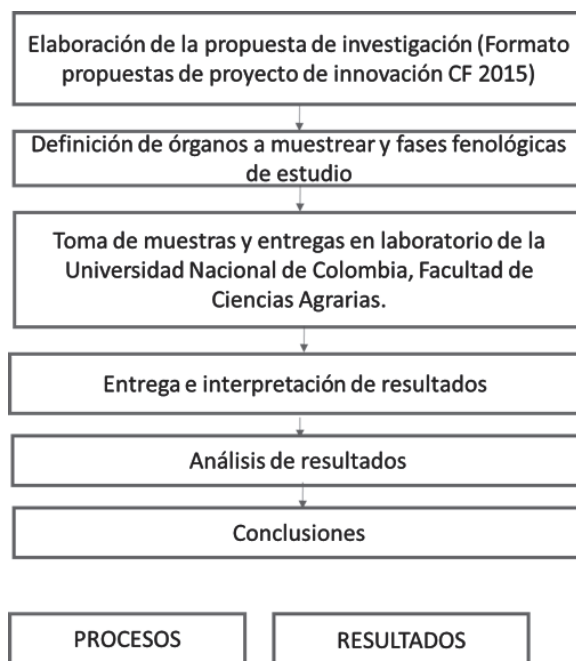
La Figura 3-2, muestra el flujo del proceso de investigación. La separación de las variables a medir en variables fenológicas y variables de producción con- cuerda con los objetivos uno y dos.

Figura 3-2. Diagrama de flujo de investigación para objetivos uno y dos de investigación.



En la Figura 3-3, se muestra el diagrama de flujo para el cumplimiento del objetivo número tres de investigación.

Figura 3-3. Diagrama de flujo de investigación para objetivos tres de investigación.



3.3. Diseño experimental

Este experimento se estableció con un diseño de bloques completos al azar con cinco (5) tratamientos y tres (3) repeticiones, ver Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Tratamientos con sus respectivas dosis.

TRATAMIENTO	DOSIS
Tratamiento #1	100% Fósforo
Tratamiento #2	150% Fósforo
Tratamiento #3	50% Fósforo
Tratamiento #4	Hongos micorrícicos
Tratamiento #5	Testigo absoluto

Estos tratamientos fueron formulados basados en los análisis de suelos y foliares que se obtuvieron del cultivo.

Figura 3-4. Definición de parcelas experimentales. 1. Finca Santa María, Vereda Pítala.
2. Finca San Gabriel Arcangel, Vereda Pítala.

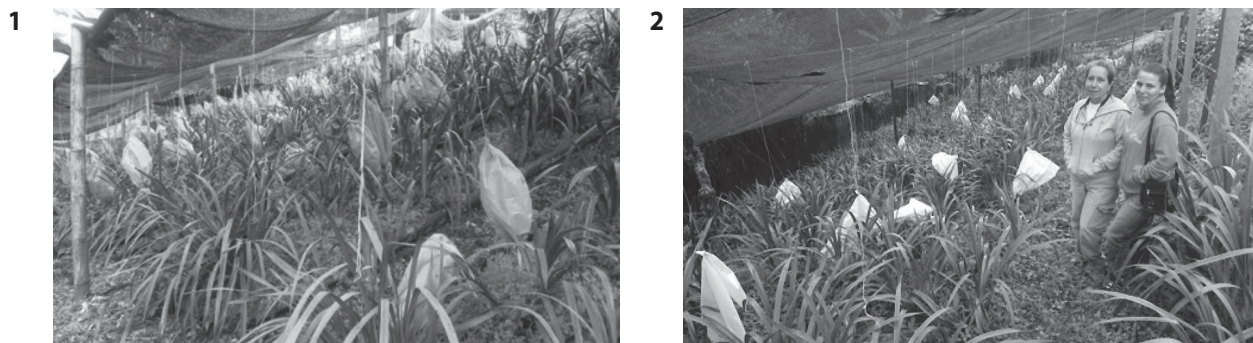
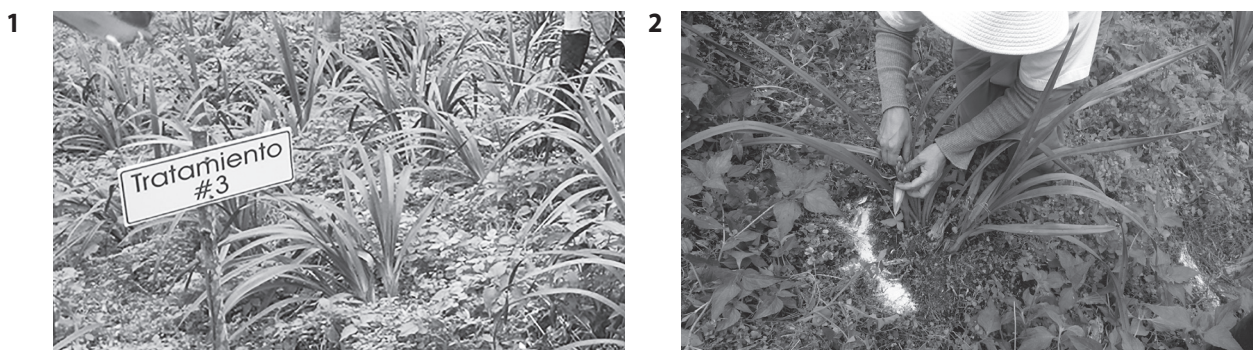


Figura 3-5. Identificación de parcelas experimentales. 1. Aplicación de tratamientos en media luna. 2. Identificación de tratamientos en parcelas experimentales.



Las plantas se encuentran sembradas en surcos que están ubicados contra la pendiente para evitar la erosión y pérdida de nutrientes (ver Figura 3-4).

Cada bloque experimental fue identificado con su respectivo nombre en una placa metálica para ambas parcelas experimentales. Las plantas seleccionadas para la investigación fueron marcadas con una cinta para su seguimiento y evaluación de variables. Los tratamientos fueron aplicados en media luna, rodeando el área superior de la planta en contraste con la pendiente (ver Figura 3-5).

Se trabajaron tres repeticiones por cada tratamiento para las etapas fenológicas vegetativa y reproductiva del cultivo. Las plantas de Cymbidium seleccionadas en cada bloque, fueron plantas altamente productivas

que se encontraban en su tercer ciclo productivo. Estas plantas se dividen en la medida en que la planta madre acumula un número de bulbos suficiente para generar dos o más plantas productivas.

3.4. Variables de medición

Las variables de medición se dividieron en dos grupos: fenológicos y de producción.

Fenológicos. Se realizará un registro del tiempo (expresado en días), en donde se examinarán los cambios en cuanto a crecimiento y desarrollo que presenta el cultivo de Cymbidium a lo largo de un ciclo de cosecha.

Productivos. Se realizará un registro mensual del número de taches por planta, número de palmas por planta, número de puntos por palma y número de bulbos por planta. Estos datos serán registrados por el productor en cada una de las parcelas demostrativas de manera mensual.

Adicionalmente, se realizaron mediciones del contenido de fósforo en cuatro órganos de la planta de *Cymbidium*: raíz, hoja, flor y bulbo.

3.5. Análisis estadístico

Los datos obtenidos serán procesados por el software R que es un software libre y se trabajará con un $p > 0.05$ nivel de significancia. Las medias obtenidas se analizarán por medio de la prueba de Tukey.

Las pruebas estadísticas paramétricas tienen la capacidad de detectar una relación verdadera entre dos variables, si es que esta relación existe. Para lograrlo, se propone el cumplimiento de dos supuestos:

1. Normalidad. Los valores de la variable dependiente deben seguir una distribución normal, en la población a la que pertenece la muestra. Para demostrar este supuesto, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, en donde se plantearon dos hipótesis:

Ho: La variable dependiente tiene una distribución normal.

Ha: La variable dependiente tiene una distribución distinta a la normal.

Para todas las pruebas se trabajó con un intervalo de confianza para las medias de 95%.

2. Homocedasticidad. Las varianzas de la variable dependiente en los grupos que se comparan deben ser aproximadamente iguales (Homogeneidad de variables). Para demostrar

este supuesto se realizó la prueba de Levene, en donde se formularon dos hipótesis:

Ho: No existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos.

Ha: Existen diferencias significativas entre las varianzas de los tratamientos.

Para todas las pruebas se trabajó con un intervalo de confianza de 95%.

Después de verificar estos supuestos, se realizó el análisis de varianza y correlaciones múltiples. Las medias obtenidas se analizarán por medio de la prueba de Tukey y Duncan.

3.6. Cálculo de contenido de fósforo

Se tomaron tres plantas en la etapa fenológica vegetativa y tres plantas en la etapa fenológica reproductiva (floración) y se separaron sus órganos en raíz, bulbo, hoja y flor (este último para el caso de las plantas en la etapa reproductiva). Se evaluó el contenido de fósforo total, para determinar el contenido de fósforo total en cada órgano de las plantas de *Cymbidium*; en donde se calcinaron las muestras a 600°C durante 48 horas, se realizó un proceso de digestión ácida y se valoraron las muestras por medio de espectrometría visible con molibdato y vanadato de amonio.

4. Resultados y discusión

4.1. Resultados de contenido de fósforo en órganos de *Cymbidium*

Los resultados del contenido de fósforo en la fase fenológica vegetativa de las plantas de *Cymbidium* se encuentran en la Tabla 4-1. Se puede observar un alto contenido de fósforo en las raíces, debido a que es el órgano que está en contacto directo con el suelo y adicionalmente porque en esta etapa fenológica,

la planta está absorbiendo gran cantidad de fósforo para su crecimiento y desarrollo.

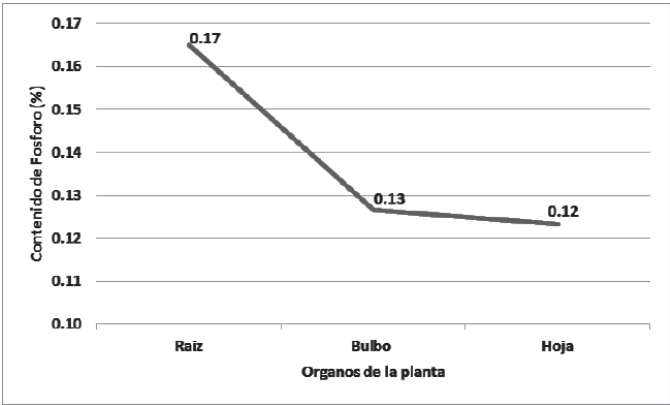
Debido a que en la fase vegetativa del Cymbidium, la planta está desarrollando su sistema foliar, el contenido de fósforo en las hojas no es alto, en comparación con los demás órganos. Para el caso del bulbo se evidencia un contenido similar al de las hojas debido a que el bulbo aún no se ha formado completo y no cumple todavía su función como órgano de reserva de nutrientes.

Tabla 4-1. Resultados del promedio del contenido de fósforo (%) en órganos de plantas de Cymbidium.

FASE VEGETATIVA	
Órgano	Contenido de fósforo (%)
Raiz	0,17
Bulbo	0,13
Hoja	0,12

La Figura 4-1, muestra el comportamiento del contenido de fósforo en los órganos de las plantas de Cymbidium para la etapa vegetativa.

Figura 4-1. Contenido de fósforo en los órganos de las plantas de Cymbidium en etapa vegetativa.



Es importante mencionar que los valores obtenidos de contenido de fósforo en los diferentes órganos de las plantas de Cymbidium, concuerdan con lo descrito por Rubio (2002), quien encontró que el contenido de fósforo en tejidos vegetales se encuentra en un intervalo de 0,3 a 0,5% en peso seco. Para el caso de las plantas de Cymbidium en la fase vegetativa, el valor obtenido fue de 0,42%.

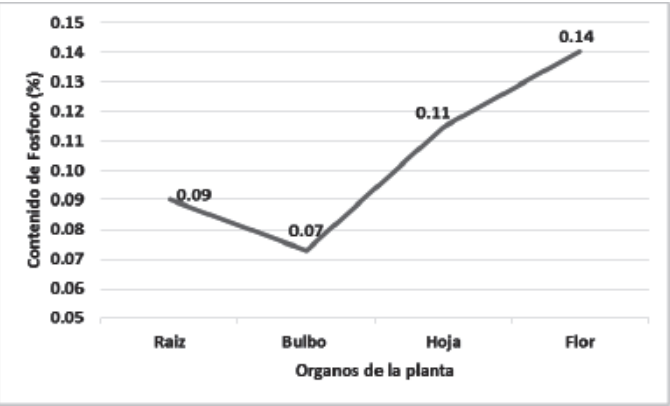
La Tabla 4-2 muestra el contenido de fósforo para los órganos de las plantas en la etapa fenológica reproductiva.

Tabla 4-2. Contenido de fósforo en órganos de plantas de Cymbidium en etapa fenológica reproductiva.

FASE VEGETATIVA	
Órgano	Contenido de fósforo (%)
Raiz	0,09
Bulbo	0,07
Hoja	0,11
Flor	0,14

En la Figura 4-2, se muestra el comportamiento de la distribución del fósforo en órganos de plantas de Cymbidium para la etapa fenológica reproductiva.

Figura 4-2. Distribución del fósforo en órganos de plantas de Cymbidium en etapa fenológica reproductiva.

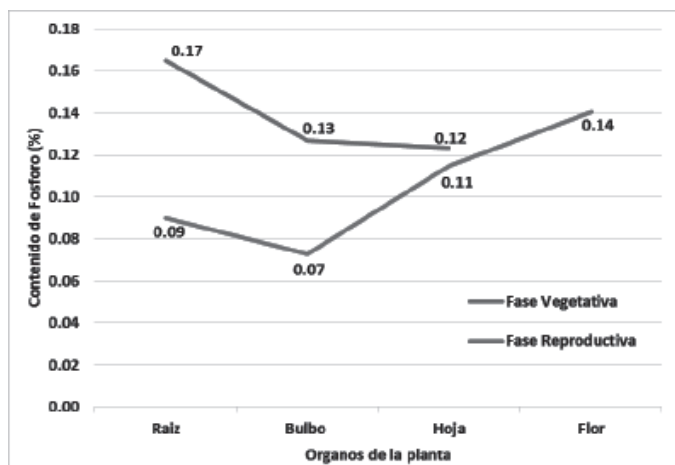


Se puede observar que la distribución del fósforo para la etapa fenológica reproductiva en plantas de *Cymbidium*, representa un cambio importante en cuanto a su dinámica y traslocación del fósforo en sus órganos. Las raíces traslocan su contenido de fósforo hacia la estructura reproductiva al igual que el bulbo y las hojas. El órgano que más contenido de fósforo presenta en la fase fenológica reproductiva es la flor con un promedio de 0,14%. Este resultado se justifica teniendo en cuenta que la estructura floral, para el caso de *Cymbidium*, cuenta con aproximadamente 70 cm de largo y puede sostener hasta 20 flores. Esta estructura por lo tanto, demanda un alto gasto energético representado en la síntesis de moléculas de ATP, ácidos nucleicos, pectatos y fosfolípidos; moléculas que contienen fósforo en su estructura.

Es importante mencionar que aunque las plantas de *Cymbidium* en la etapa reproductiva cuentan con un nuevo órgano que demanda un alto gasto energético, el contenido de fósforo en la planta se mantiene estable con un valor promedio de 0,41% muy cercano al valor encontrado en la etapa vegetativa. Lo que significa que la planta en vez de incrementar su absorción de fósforo en el suelo, trasloca sus reservas energéticas a la estructura reproductiva.

En la Figura 4-3, se muestra la distribución del fósforo en las dos etapas fenológicas del estudio (vegetativa y reproductiva).

Figura 4-3. Distribución del fósforo en órganos de plantas de *Cymbidium* en fase fenológica vegetativa y reproductiva



Se evidencia que todos los órganos de las plantas en etapa vegetativa presentan un mayor contenido de fósforo, en comparación con la etapa reproductiva. En el caso de la raíz, es donde se observa la mayor traslocación de fósforo. Seguido por el bulbo y por último las hojas. Estos resultados concuerdan con González *et al.* (2014), quien menciona que el fósforo se comporta como un elemento muy móvil dentro de la planta que se distribuye fácilmente por el xilema y que se puede almacenar en este órgano, o ser traslocado a la parte superior de las plantas.

Adicionalmente, la raíz cumple con su objetivo principal de enviar nutrientes a través del xilema y haces vasculares a los órganos que lo requieran. En el caso del bulbo, la planta envía aproximadamente la mitad del fósforo almacenado en su interior a la inflorescencia. Por último, en el caso de las hojas es poca la traslocación del fósforo hacia la flor. Esto se puede explicar debido a que gran parte del fósforo presente en las hojas, se encuentra en forma de pectatos que hacen parte de la membrana celular. Por lo tanto, se encuentra fijado en la estructura celular que conforman las hojas sin poder traslocarse a la inflorescencia.

En el cultivo comercial de *Cymbidium* las plantas no llegan a la fase fenológica de fructificación debido a que el órgano aprovechable es la inflorescencia con sus respectivas flores. El fruto se usa para propagación *in Vitro* en laboratorios especializados.

5. Conclusiones

La distribución y porcentaje de fósforo en los órganos de las plantas de *Cymbidium* varía dependiendo los requerimientos y funciones fisiológicas de cada etapa fenológica del cultivo.

En la etapa fenológica vegetativa las plantas dirigen sus esfuerzos en absorber grandes cantidades de fósforo a través de sus raíces. En la etapa fenológica

reproductiva las plantas de Cymbidium traslocan el fósforo principalmente de las raíces y del bulbo a la estructura reproductiva floral, con el objetivo de satisfacer la demanda energética y fisiológica que implica la floración.

6. Agradecimientos

Un especial agradecimiento a los socios de ASOAGRORIA (Asociación Agropecuaria de La Victoria) por permitir el desarrollo de esta investigación en sus cultivos, pero especialmente por hacerme parte de su familia y apoyar las actividades de investigación.

7. Bibliografía

Chien, S.H., Prochnow L., Mikkelsen R. (2009). *Uso agronómico de la roca fosfórica para aplicación directa*. Informaciones agronómicas N°1. International Plant Nutrition Institute. Alabama, Estados Unidos.

Cuervo, Jairo. (2013). *Fertilizantes biológicos*. Material de lectura de asignatura de la Maestría de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias.

Gil, Amaya, Karen Sofía. (2012). *Evaluación del estado de conocimiento y conservación de la familia orchidaceae, a través de colecciones ex situ en el departamento de Cundinamarca, Colombia*. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Estudios Ambientales.

González, Carlos; Durán Zavala, Maxi; Morales, Martínez, Saúl. (2014). *Fósforo en la planta*. Departamento de edafología. Universidad Autónoma de Baja California.

Grundon, N. J., *Hungry Crops: A Guide to Nutrient Deficiencies in Fields Crop*. Queensland. Department of Primary Industries, Brisbane. Australia.

Hew, C. S. and Wan, Y. (2004). *The Physiology of Tropical Orchids in Relation to the Industry*. World Scientific Publishing. 2 edición.

Montero, Miguel. (2012). *Ticorquideas*. Asociación Costarricense de Orquideología.

McElroy, Harry. (2006). *Cymbidiums*. What Triggers and supports flowering. St. Augustine Society.

Poole H. A., Seeley J. G. (1978). *Nitrogen, Potassium and Magnesium Nutrition of Three Orchid Genera*. Vegetable Society.

Salisbury, F. B. y Ross C. W. (1994). *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericana S.A., México.

Smalberger, S.A. (1979). *Diest*, V. Plant soil.

