

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO



Comportamiento de un Fulvato de Potasio en la Calidad del Tabaco

Por:

VÍCTOR GARCÍA MÁRQUEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

Comportamiento de un Fulvato de Potasio en la Calidad del Tabaco

POR:

VÍCTOR GARCÍA MÁRQUEZ.

TESIS

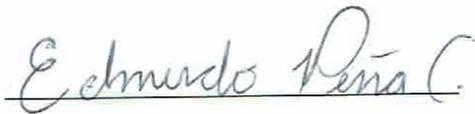
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA Y AMBIENTAL

Aprobada:



Dr. Rubén López Cervantes.
Asesor Principal.



Dr. Edmundo Peña Cervantes

Coasesor

Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"



Coordinación de la División
de Ingeniería



Dr. José de Jesús Rodríguez Sahagún

Coasesor



Dr. Luis Samaniego Moreno

Coordinador de la División de Ingeniería

Saltillo, Coahuila México.

Diciembre 2017

DEDICATORIAS

A Dios:

Por regalarme la Bendición de vivir y otorgarme salud y, con ello la dicha de culminar ésta importante etapa de mi vida. Gracias Padre.

A mis padres:

Emilia Márquez Montes y Víctor Manuel García Galindo; sin ustedes ésta meta no hubiese sido posible.

Mamá, gracias por inculcarme la humildad y la fe, gracias por nunca dejarme caer, pero sobre todo, gracias por amarme y regalarme la dicha de ser tu hijo. Papá, gracias por tus esfuerzos para sacarme adelante, gracias por enseñarme a trabajar y luchar por mis sueños. A los dos, gracias por ser quien son para conmigo, por ser mi brazo fuerte y mi motor, gracias por nunca dejarme solo, pero sobre todo; muchas gracias por el gran esfuerzo y sacrificio del día con día, para brindarme siempre lo necesario y sacarme adelante en mi carrera. Los amo.

A mis hermanas:

Alison y Karen, son mi motor central para querer salir adelante. Este sueño, no hubiese sido posible sin ustedes, sin el amor que me dan y su apoyo incondicional. Gracias por nunca dejarme caer y por luchar conmigo para ver cumplir mis sueños. Son lo que más amo en ésta vida.

A mi hermana:

Emilia, sé que desde allá arriba me cuidas, va para ti con mucho amor hasta el cielo, siempre te llevo en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. Rubén López Cervantes**, por brindarme la oportunidad y brindarme lo necesario en la realización de este proyecto. Gracias por la confianza, pero sobre todo; muchas gracias, por su amistad.

Al **Dr. Edmundo Peña Cervantes**, por el apoyo también, en la realización del este proyecto, por las enseñanzas de laboratorio, por su disponibilidad y amabilidad de siempre.

A mi **Familia**, por brindarme siempre el apoyo para salir adelante, Especialmente, a mis tías: Licha (Luisa), Lulú (Lourdes), Saris (Sara), Mari (María), Vero (Verónica), Ceci (Cecilia), gracias, muchas gracias por creer en mí y por tantas y tantas muestras de afecto para conmigo. También a mis tíos; Milio (Emiliano), Benja (Benjamín), Yayo (Eduardo), Nano (Reinaldo), Fraín (Efraín), gracias por considerarme como su hermano, pero sobre todo gracias por sus consejos y el apoyo incondicional del siempre. A mis Abuelos, mamá Ju (Julia) (+), Martha (+), Reinaldo y Bartolo (+), gracias por su amor y cuidarme siempre. A todos mis primos y primas, quiero agradecerles mucho, su apoyo y cariño, el que siempre se preocupen por mí, quiero hacerles saber que siempre estoy agradecido y orgulloso, de saberme parte de la misma familia.

A mi **Alma Terra Mater**, por cobijarme y hacerme sentir en casa. Por inculcarme los valores que hacen de mi la persona que soy, pero sobre todo; gracias por haberme brindado la oportunidad de cumplir uno de mis más grandes sueños, el ser integrante de la mejor rondalla del mundo, "La Rondalla de Saltillo". No cabe en mí, la alegría y el orgullo de sentirme buitre de La "Narro".

A **La Rondalla de Saltillo**, por aceptarme como integrante y hacerme partícipe, de tantas y tantas anécdotas y buenos recuerdos, que llevaré siempre en el corazón. Muy especialmente a mis compañeros de la Rondalla, "El Zacatecas" (Efrén), "El Chipiquito" (Miguel), "El diablo" (Gerardo), "El Xalmi" (Alan), "Avi" (Avimael), "Sabidi" (Sabdiel), "Rafa" (Rafael), "Babidi" (Manuel), "La

canasta” (Elias), gracias por ser mi segunda familia, por su amistad y confianza. Pero sobre todo; muchas gracias Rondalla de Saltillo, por concederme el gusto de ser tu representante por seis meses y otorgarme el honor de incluir un tema de mi autoría a tu repertorio (Alondra), que además y por si fuera poco, incluiste en el disco conmemorativo a tu 50 Aniversario.

Muy especialmente a mis amigos; “Zacatecas” (Efrén), “Checo” (Sergio), Hugo, “Pepe” (Juan José), “Javi” (Javier), “Rober” (Roberto), Evodio, “Picu” (Carlos), gracias por su amistad y confianza, por su afecto. Me faltaría tiempo para poder agradecerles todo lo que han hecho por mí y el que nunca me dejaran rendir, ni mucho menos solo, cuando más los necesite. Sus consejos los llevo conmigo. Y de manera no menos especial; a Keren, Julio y Edgar, que además de ser también de mis mejores amigos, me apoyaron en algunos aspectos prácticos de este proyecto. Gracias, muchas gracias.

A Mario Alberto Flores Hernández y el Licenciado Eliud Abner López Cervantes, por siempre estar al pendiente de mi proyecto y ayudarme en la realización de algunos aspectos prácticos de este proyecto. Además y por sobre todo, muchas gracias por su valiosa amistad, afecto y cariño para mi persona.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específico.....	3
2.3 Hipótesis.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1 Generalidades.....	4
3.2 Características Morfológicas de las Nicotinas.....	5
3.3 Tipos y Clasificación Comercial del Tabaco.....	6
3.4 Labores Culturales.....	7
3.4.1 Plantero.....	7
a) Criterios para la selección de sitios de construcción de planteros.....	7
b) Elaboración de Planteros.....	9
c) Calidad del agua	11
d) Esterilización de charolas.....	12
e) Llenado de charolas.....	12
f) Siembra.....	14
g) Repique.....	14
h) Fertilización.....	14
i) Manejo del agua.....	15
j) Manejo de la cubierta plástica.....	15

	k) Poda o clipping.....	15
	l) Muestreo de planta aprovechable.....	16
	m) Arranque de planta.....	16
	n) Principales plagas y enfermedades.....	16
	3.4.2 Trasplante.....	23
	3.4.3 Riego.....	23
	3.4.4 Madurez y Cosecha.....	26
	3.5 El Potasio (K).....	27
	3.6 Las Sustancias Húmicas (SH).....	27
	3.7 Fulvato de Potasio para Mejorar la Calidad del Tabaco.....	29
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
	4.1 Ubicación del Experimento.....	31
	4.2 Metodología.....	31
V.	RESULTADOS.....	34
	5.1 Etapa de Plántula.....	34
	5.1.1 Peso Fresco (PFV) y Seco (PSV) de Vástago.....	34
	5.1.2 Peso Fresco (PFR) y Seco (PSR) de Raíz.....	35
	5.1.3 Contenido de Potasio en Hoja (KH) y en Raíz (KR).....	36
	5.2 Etapa de “Repique”.....	37
	5.2.1 Peso Fresco (PFV) y seco (PSV) de vástago.....	37
	5.2.2 Peso Fresco (PFR) y seco (PSR) de raíz.....	38
	5.2.3 Contenido de Potasio en hoja (KH) y en raíz (KR).....	39
	5.3 Etapa de Producción.....	39
	5.3.1 Peso Fresco y Seco de Hoja en los Tres Cortes.....	39
	5.3.2 Área Foliar.....	42
	5.3.3 Peso Fresco, Seco, Diámetro y Longitud del Tallo.....	42
	5.3.4 El Potasio en la Hoja y en Raíz en los Tres Cortes.....	44
VI.	DISCUSIÓN.....	46
VII.	CONCLUSIÓN.....	47
VIII.	LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas del suelo empleado en el experimento.....	32
Etapa de Plántula.....	34
Cuadro 2. Análisis de varianza del peso fresco y seco de vástago de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.....	34
Cuadro 3. Análisis de varianza del peso fresco y seco de raíz de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.....	35
Cuadro 4. Análisis de varianza del contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje y de raíz de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio...	36
Etapa de Repique.....	37
Cuadro 5. Análisis de varianza de las variables medidas en la etapa de “Repique” de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.....	37
Etapa de Producción.....	39
Cuadro 6. Análisis de varianza del peso fresco y seco de la hoja, en tres cortes en la etapa de Producción de planta de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.....	40
Cuadro 7. Análisis de varianza del área foliar de plantas de tabaco, en la etapa de Producción con la adición de un Fulvato de potasio.....	42
Cuadro 8. Análisis de varianza del peso fresco, seco, diámetro y longitud del tallo, en la etapa de Producción de planta de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.....	43
Cuadro 9. Análisis de varianza del contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje, en los tres cortes, en la etapa de producción de planta de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS:

Etapa de Plántula.....	34
Figura 1. Peso fresco del vástago (PFV) de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	34
Figura 2. Peso seco del vástago (PSV) de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	35
Figura 3. Peso fresco (PFR) y seco (PSR) del tejido vegetal de raíz de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	36
Figura 4. Contenido de potasio del tejido vegetal de follaje (KH) y raíz (KR) de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	37
Etapa de “Repique”.....	37
Figura 5. Peso fresco (PFV) y seco (PSV) de vástago, en la etapa de repique de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	38
Figura 6. Peso fresco (PFR) y seco (PSR) de tejido vegetal de raíz, en la etapa de repique de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	38
Figura 7. Contenido de potasio del tejido vegetal de follaje (KH) y raíz (KR) en la etapa de repique de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	39
Etapa de Producción.....	39
Figura 8. Peso fresco (PFH1) y seco (PSH1) del tejido vegetal de follaje del primer corte, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	40
Figura 9. Peso fresco (PFH2) y seco (PSH2) del tejido vegetal de follaje del segundo corte, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	41

Figura 10. Peso fresco (PFH3) y seco (PSH3) del tejido vegetal de follaje del tercer corte, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	41
Figura 11. Área foliar (AF), en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	42
Figura 12. Peso fresco (PFT) y seco (PST) del tallo, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	43
Figura 13. Diámetro (DT) y Longitud (LT) del tallo, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	44
Figura 14. Contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje (KH), en los tres cortes, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	45
Figura 15. Contenido de potasio en el tejido vegetal de raíz (KR), en los tres cortes, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).....	45

Comportamiento de un Fulvato de Potasio en la Calidad del Tabaco

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el comportamiento de un fulvato de potasio (FK) en la calidad del tabaco, Variedad "Virginia", se realizó un experimento en un invernadero del Departamento de Ciencias del Suelo, del Campus principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Dicho experimento se elaboró en tres etapas: en ellas, se adicionó el FK a las cantidades de 6, 8 y 10 ml L⁻¹ de agua y una solución nutritiva, como testigo. En las dos primeras etapas, se midieron el peso fresco y seco del vástago, el peso fresco y seco de raíz y el contenido de potasio, del tejido vegetal de follaje y raíz; en la tercera etapa, se realizaron tres cortes y además de las variables mencionadas, se midió el área foliar, peso fresco, seco, diámetro y longitud del tallo. Se encontró que, en la etapa de plántula la dosis óptima del FK fue la adición de 10 ml L⁻¹, ya que supero al testigo en toda las variables, excepto en el tejido vegetal de follaje, donde al aumentar la dosis del FK los valores disminuyeron. En la segunda etapa ("repique"), se observó que, al agregar la dosis de 8 ml L⁻¹, se superó al testigo en todas las variables. Para la etapa de producción, se observaron comportamientos irregulares en la aplicación del FK, sin embargo el tratamiento de 6 ml L⁻¹, en general, realizó efecto positivo. En conclusión; para las variables medidas en las diversas etapas del estudio, se presentó el efecto positivo a diferentes dosis, por lo que no se puede establecer una dosis óptima en general para el cultivo. Por lo cual se recomienda que se realice otro experimento, con el cambio de algunos factores como el suelo y que las hojas de tabaco, se sequen al medio ambiente, donde debe cuidarse la temperatura y humedad durante el proceso, ya que es ahí, donde la hoja de tabaco debe de conservar sus propiedades organolépticas, como el K.

I. INTRODUCCIÓN

En términos de ingresos y de capacidad de empleo, el cultivo del tabaco es la tercera actividad agrícola en México. Las ventas de cigarros nacionales superan los 60,000 millones de dólares y desde el año de 1970, cuando el tabaco mexicano llegó a ser considerado el mejor tabaco del mundo, se emplean en la industria manufacturera más de 5,000 trabajadores. Este cultivo se concentra en tres estados: 1) Nayarit, con tabacos como el “Burley” y “Virginia”; 2) En Veracruz, se cultiva tabacos “negro” y “turco aromático” y 3) en Chiapas, ahí se producen tabacos “rubios”. El 79 por ciento del volumen de la producción de hoja de tabaco, proviene del Estado de Nayarit (12 779 toneladas) y de los Estados de Veracruz y Chiapas el 11.5 y 8.4 por ciento, respectivamente (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SIAP, 2015).

Según Llanos (1981), la hoja del tabaco, como la de cualquier planta, tiene una composición química compleja: azúcares, ácidos orgánicos, hidrocarburos, proteínas y sustancias minerales variadas; pero, es el potasio (K) el principal elemento beneficioso y que está presente en gran proporción en forma de sales de ácidos orgánicos. Mediante técnicas de correlación múltiple, se ha demostrado que en función del contenido de K en la hoja, es de una a dos veces más beneficioso para la combustión. Por lo tanto, es fácil comprender que junto con los análisis físicos y químicos de la hoja del tabaco o del humo que produce al arder, sea necesario hacer pruebas sensoriales basadas en la respuesta que los catadores, expertos o simples fumadores dan al fumar cigarros o cigarrillos de prueba, elaborados con las mezclas que se ensayan para su fabricación industrial.

Por lo anterior, es necesario nutrir a la planta de tabaco con las cantidades adecuadas de K y en México, con el auge de la Agricultura Sostenible y/o Sustentable, el uso de compuestos orgánicos para la producción de forrajes, cereales, frutos, frutillas y hortalizas en los últimos 20 años va en aumento de manera exponencial; sin embargo, en cultivos que no son alimento como las plantas ornamentales y el tabaco, prácticamente los compuestos orgánicos no se

han empleado en investigación, mucho menos en la producción y así, por ejemplo, se tiene el caso de las Substancias Húmicas (SH).

Stevenson (1994), las clasifica en: ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR), de acuerdo a su solubilidad en ácidos o álcalis; estos compuestos orgánicos, poseen como característica fundamental grupos funcionales oxigenados ($-\text{COOH}^-$, $-\text{OH}^-$, $-\text{COO}^-$) y nitrogenados (NH^- , NH_2) y los primeros forman más del 80 por ciento de la molécula de las SH y tienen la particularidad de complejar y/o quelatar a los nutrimentos (cationes) y la mezcla de estos compuestos con los nutrimentos, se denominan humatos, para el caso de los AH y fulvatos, para los AF, del elemento nutrimental adicionado. En el caso del presente trabajo, al unirse los AF al K, son fulvatos de K.

Por lo comentado, en el presente trabajo se adiciono un Fulvato de K, con el propósito de aumentar la calidad del tabaco Variedad "Virginia"; en la literatura científica se encuentran muy pocos trabajos del efecto de las SH, sobre las plantas de tabaco y prácticamente no hay investigación sobre el tema de los efectos de Fulvatos de K, hecho que motivo a la realización del presente trabajo.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Determinar el comportamiento de un fulvato de potasio en la calidad del tabaco.

2.2 Específico

Establecer la dosis óptima de un fulvato de potasio, que aumente la calidad del tabaco.

2.3 HIPÓTESIS

Al menos una dosis de un fulvato de potasio, aumenta la calidad del tabaco.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Generalidades

El género *Nicotina*, comprende unas 60 especies que, atendiendo a su morfología, a la distribución geográfica de las mismas y al número de sus cromosomas, han sido agrupadas en tres subgéneros: *Rustica*, *Tabacum* y *Penutoides*; estas especies, antes de que los españoles descubrieran América, estaban extendidas por América del Sur, del Centro y del Norte y por Australia y cuando los Españoles trajeron al nuevo mundo el tabaco, éste se extendió con rapidez por todo el mundo. Otras especies del género *nicotina* contienen en sus hojas otros alcaloides, que no poseen las propiedades gustativas y fisiológicas de la nicotina. Posiblemente, los indígenas que inhalaban el humo producido al quemarse las hojas de esta nueva planta la protegieron y la cultivaron, lo que hizo que la nueva especie llegará hasta nosotros. (A. Zamora de la Fuente 2000).

. El tabaco, de consumo, pertenece casi exclusivamente a la especie botánica *nicotina tabacum*, encuadrada en la familia de las solanáceas. Su genomio o dotación cromosómica, está formado por 24 pares de cromosomas; se cree que esta especie, es un anfidiplóide, es decir, un híbrido natural, originado entre otras dos especies del mismo género: la *N. tomentosiformis* y la *N. sylvestris* y cada una de estas especies, tiene 12 pares de cromosomas. La conservación de la nueva especie natural, posiblemente se debió a una propiedad que distingue a la *N. tabacum*: la de sintetizar nicotina. (Manuel Llanos Company 1981).

De acuerdo con las estadísticas de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008), los volúmenes del tabaco producido y consumido en todo el mundo dependen de la demanda, determinada principalmente por los ingresos y por el tamaño de la población, así como por las distintas políticas adoptadas por los países para controlar y reducir el hábito de fumar, por tal motivo la producción mundial de hojas de tabaco pasó de 4.2 millones de toneladas en 1971 a 6.9 millones de toneladas en 1998-2000, en peso seco. Su crecimiento tuvo lugar casi totalmente en los países en desarrollo.

También, la FAO (2008), dice que la producción mundial en el 2010, llegó a más de 7.1 millones de toneladas en el 2010, lo que representa un crecimiento anual del 0.35 por ciento; mientras que, el consumo mundial de hoja de tabaco pasó de 4.2 millones de toneladas en 1970 a 7.1 millones de toneladas de producto equivalente en peso seco en 1998-2000, con más del 65 por ciento del total mundial consumido en los países en desarrollo. Sin embargo, la caída de la producción de la hoja de tabaco en los últimos años se debe principalmente al nivel de vida, las campañas sanitarias, la publicidad y el gusto o inclinación natural de la persona, a favor o en contra del tabaco, factores que configuran la respuesta positiva o negativa hacía el tabaco. Además, la respuesta negativa o positiva hacia el tabaco difiere principalmente en su calidad.

La calidad del tabaco es un concepto altamente subjetivo, ya que el juicio que hace el fumador esta guiado por las propiedades organolépticas positivas o negativas y sobre los efectos beneficiosos o perjudiciales del acto fumador.

3.2 Características Morfológicas y Botánicas de las *Nicotinas*

Según Goodspeed (1957), los principales caracteres del género *Nicotina* se pueden resumir de la siguiente manera: plantas anuales de tallo herbáceo o perenes de tallo sub-leñoso; hojas aisladas, enteras, raramente sinuosas u onduladas; inflorescencias complejas: cimas terminales más o menos ramificadas; flores hermafroditas, frecuentemente regulares, con cáliz tubuloso, ovoideo o acampanado, corola en forma de tubo más o menos hinchado, terminado por un limbo con cinco lóbulos, tiene cinco estambre insertos sobre la corola, incluidos en el tubo y frecuentemente desiguales, ovario con dos cavidades en general (raramente cuatro o más), rodeado en la base de un nectario grueso, anular, estigma en forma de cabeza aplastada y cápsula recubierta por un cáliz persistente, que se abre en su vértice por dos valvas bíficas; semillas numerosas, pequeñas, de forma casi uniforme, con tegumentos guarnecidos con relieves sinuosos más o menos acentuados y embrión carnoso ligeramente arqueado.

3.3 Tipos y Clasificación Comercial del Tabaco

El mismo autor anterior, comenta que el tabaco es una especie agrícola muy adaptable al ambiente y con una capacidad reactiva singularmente alta a las variaciones del medio natural y de la tecnología aplicada en su producción, ya que una vez cosechado el tabaco, éste debe experimentar una transformación tecnológica profunda para convertirlo en un producto fumable; lo que determina las bases para clasificar el tabaco, esto es, por el tipo de utilización industrial y se toman en cuenta las características de los métodos de cultivo, curado y fermentación.

A partir de esto, el autor designa siete tipos de tabaco comercial, en el que se conjugan criterios agronómicos e industriales:

- Tabacos claros curados en atmósfera artificial. Se emplean en la fabricación de cigarrillos rubios (en mezcla con otros tipos de tabaco: cigarrillo rubio de tipo americano; o bien solos: cigarrillos de tipo inglés), y también para tabaco de pipa.
- Tabacos oscuros curados al aire. Se emplean para la elaboración de cigarrillos negros e interiores de cigarros puros y también para algunas mezclas de pipa.
- Tabacos aromáticos (orientales). Con poca nicotina y, en general, fuertemente aromáticos.
- Curados al fuego: (Kentucky, Virginia). Son tabacos con fuerte sabor, elaborados principalmente para la pipa.
- Tabacos oscuros curados al aire para capa. Por su finura y buenas condiciones físicas (elasticidad, resistencia, combustibilidad) se emplean para envuelta exterior o interior de cigarros puros.
- Tabaco homogeneizado. La utilización de estos fabricados es debido al interés económico del aprovechamiento de residuos de fábrica, o bien a que se pueda obtener un producto de menor actividad biológica (menos dañino para la salud).

- Tabacos claros curados al aire (“Burley”). Se emplean, sobre todo, en la mezcla de cigarrillos rubios de tipo americano.

3.4 Labores Culturales

3.4.1 Plantero

En México se cultivan algunos tipos de tabacos, en Veracruz y Chiapas por ejemplo, el tabaco “oscuro”, que en su mayoría se destina a la elaboración de puros. En Nayarit, que es donde se concentra el mayor número de superficie destinada al cultivo del tabaco, la producción de dicho cultivo, en su mayoría, es de las variedades “Virginia” y “Burley” esto, debido principalmente a su gran adaptación a la región y por consiguiente, una mayor retribución para las empresas y productores de esa zona. Actualmente, las empresas y productores tabacaleros de México, comienzan a probar nuevas variedades de este cultivo como el “Kentucky”, con el fin de obtener un tabaco bajo en nicotina, pero que, conserve su calidad, sin dejar de lado algunos estudios en las variedades “Burley” y “Virginia” para obtener una producción encaminada a “orgánica” y/o sustentable.

Es por esto que empresas dedicadas al cultivo del tabaco, como Tabacos del Pacífico Norte, empresa ubicada en el Estado de Nayarit, a través de algunos estudios, crea el Manual Técnico de Planteros Flotados, elaborado en el año 2016 y vigente actualmente. Dicha empresa menciona que crea este sistema de plantero flotado con un solo objetivo, producir de manera oportuna plántulas de tabaco al menor costo posible, en cantidades suficientes y con una calidad y sanidad óptimas que garanticen una excelente producción de hoja de tabaco.

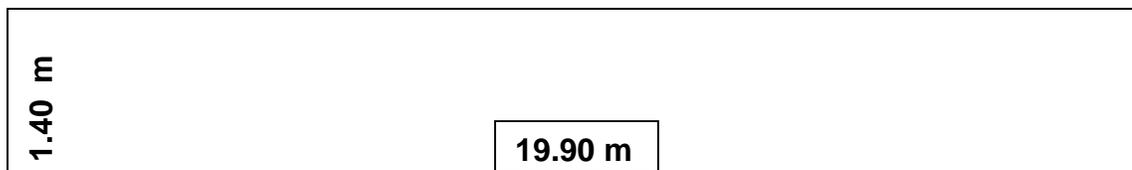
En este manual, la T.P.N. sugiere y enumera las actividades a desarrollar para la buena y sana producción de plántulas de tabaco y, dichas actividades van desde cómo construir las piscinas y hasta el arranque de la planta, las cuales se desglosan de la siguiente manera:

- a) Criterios para la selección de sitios de construcción de Planteros:

- Fuente de agua: No usar agua de esteros o aguas estancadas, éstas tienen gran actividad microbiana nociva para el cultivo. Siempre determinar la concentración de bicarbonatos, la experiencia indica que el agua de pozos tiene más cantidad de bicarbonatos y conforme bajan los mantos freáticos con la retirada de las lluvias la concentración incrementa. La gran mayoría de los planteristas usa el agua de los canales de riego con los riesgos que esto implica (el agua de canales arrastra basura, residuos de herbicidas, materia orgánica, etc. Lo idóneo es usar agua limpia y con 80 – 100 ppm de bicarbonatos. “La calidad del agua es una limitante en la selección de un sitio”. Se puede tener un excelente sitio pero si la calidad del agua no es la deseada (Ejemplo, agua de estero y agua de pozo con altos contenidos de bicarbonatos más de 400 ppm, se tiene que descartar).
- Topografía: “Seleccionar sitios no inundables”, pues el riesgo de la pérdida del plantero por un siniestro catastrófico o por aguas contaminadas es muy alto. Se deben seleccionar sitios no inundables y con un buen drenaje externo que evite encharcamientos en el interior del plantero. El sitio debe estar más o menos plano para facilitar la nivelación del área.
- Ubicación: de fácil acceso, de preferencia cerca de los poblados por la disponibilidad de mano de obra y despejado de vegetación alta para evitar problemas de moho azul y otras enfermedades.
- Cultivos Anteriores e Historial Parasitológico: No obstante que no se usa el suelo para la producción de planta en los Planteros flotados, éstos deberán ser establecidos en suelos que no tengan antecedentes de flor de tierra, nematodos, pie negro y coquillo, debido al alto riesgo de contaminación en el caso de enfermedades y perforación de plásticos por el coquillo, ocasionando ponchaduras en las piscinas. Evitar sitios donde se haya plantado tabaco, chile o tomate la temporada anterior, esto, por la afinidad

de plagas y enfermedades. Si algún sitio no cumple con éstos requisitos, deberán extremarse los cuidados.

- Dimensiones internas de la piscina: Las dimensiones de la piscina son 1.40 x 19.90 m con capacidad para 120 charolas.



b) Elaboración de Planteros:

- Materiales:

Descripción	Unidad	Cantidad por Piscina
Arco de varilla galvanizada de ¼"	Pieza	16
Alambre galvanizado # 16	kg	1
Charolas de poliestireno de 242 cavidades	Pieza	120
Manta de plástico negro 2.5 x 22.50 m Cal. 500	Pieza	1
Manta de plástico negro 2.5 x 33 m Cal. 500	Pieza	1
Manta de polietileno lechoso 35 % (2.5 x 22.5 m)	Pieza	1
Manta de polietileno lechoso 35 % (2.5 x 33 m)	Pieza	1
Manta de polietileno lechoso 35 % (6.5 x 32 m)	Pieza	1
Sustrato Kekkila	Pieza	2.75
Sustrato Carolina Gold	Pieza	3.50
Semilla desnuda	Gramos	6
Estacas de madera de eucalipto para piscina (0.35 m)	Pieza	45
Estacas de madera de eucalipto para tirones (0.60 m)	Pieza	4
Estacas de madera de eucalipto para caballetero (1.20 m)	Pieza	2
Hilillo tabaquero de 2 cabos o cintilla de riego de goteo de desecho.	Pieza	1

- Instalación de la piscina:
 - Nivelar con manguera de nivel un área de 22 x 2 m, delimitando con estacas el área de la alberca (21.00 x 1.40 m).
 - Utilizar hilo de albañilería para alinear y nivelar las estacas y/o alambre.
 - Colocar las estacas y alambre grapeado en la periferia para formar los bordos de la piscina con el plástico.
 - Colocar el plástico negro, adicionar 5 cm de agua para formar la piscina y sellar los bordos del plástico con tierra, en la parte externa de la piscina.
 - Adicionar más agua hasta completar una lámina de 7 cm (“Siempre se debe mantener este nivel”).
 - Colocar los arcos de las cabeceras, las estacas de 1.20 m y el alambre galvanizado (caballetero), sujetando los arcos a las estacas con una grapa en cada cabecera de la piscina para darle firmeza a la estructura, enseguida colocar los demás arcos a lo largo de la alberca cada 1.32 m.
 - Colocar el plástico lechoso sobre los arcos y amarrar los extremos en las estacas de fijación de 0.60 m colocadas en cada cabecera de la piscina.
 - Colocar las cintas de fijación del plástico en cada arco (elastix o cintilla de desecho de riego por goteo), cuando el túnel esté próximo a recibir las charolas.
 - En base a lo anterior una piscina de 1.40 x 19.90 x 0.07 m tiene un volumen de 1,950 litros (aprox. 2,000 litros)
 - Corregir pH, Conductividad Eléctrica (CE) y bicarbonatos del agua, (día 0, día 15) y cada que se adicione agua a la piscina.

c) Calidad del agua:

- Determinación de la concentración de bicarbonatos en el agua: la cantidad permisible de bicarbonatos en el agua es de 80 a 100 ppm, la CE de 0.5 a 2.5 mS y el pH óptimo es de 5.5 a 6.5. Para determinar la concentración de bicarbonatos (ppm de HCO_3^-), se utilizará el Kit de pastillas Alkaline Test mediante el siguiente procedimiento: Se coloca la pastilla en el tubo graduado y se adiciona agua lentamente para detectar el momento del cambio de color de rosa a morado. La lectura es directa sobre el tubo graduado en ppm.
- Corrección de bicarbonatos en el agua, con Pro-vigor 46 (Ácido Fosfórico): La fórmula para neutralizar bicarbonatos con el Pro-vigor 46 es la siguiente:

$$\text{Vol. Pro-vigor 46} = (\text{C inicial} - \text{C final}) \times (\text{V agua}) \times (0.00270)$$

- C inicial = Es la concentración inicial en ppm de bicarbonatos del agua de la piscina.
- C final = Es la concentración en ppm de bicarbonatos que se desea tener en el agua de la piscina después del tratamiento con Pro-vigor 46.
- V agua = Volumen en litros de agua que se desea tratar con el Pro-vigor 46.
- 0.00270 = Factor que indica la cantidad de mililitros de Pro-vigor 46 que elimina 1 miligramo de bicarbonatos.
- Vol. Pro-vigor 46 = Volumen en mililitros de Pro-vigor 46 que se deben aplicar a la piscina para obtener la concentración de bicarbonatos deseada.

Ejemplo: Si se tienen 200 ppm de HCO_3^- en 2,000 l de agua (volumen de la piscina), sería necesario eliminar 120 ppm (de acuerdo con la recomendación), por lo tanto se realizará el siguiente cálculo:

- Vol. Pro-vigor 46 = $(C \text{ inicial} - C \text{ final}) \times (V \text{ agua}) \times (0.00270)$
- Vol. Pro-vigor 46 = $(200 \text{ ppm} - 80 \text{ ppm}) \times (2,000 \text{ l}) \times (0.00270)$
- Vol. Pro-vigor 46 = $(120 \text{ ppm}) \times (2,000 \text{ l}) \times (0.00270)$
- Vol. Pro-vigor 46 = 648 ml adicionar en los 2,000 l de agua.

“No olvide checar la concentración de bicarbonatos cada que adicione agua a la alberca para mantener el nivel recomendado”.

d) Esterilización de charolas:

- Lavado de charolas: Sumergir las charolas en una solución de agua con cloro al 2 % (es decir 98 litros de agua + 2 litros de cloro = 100 l), posteriormente enjuagar con agua limpia para quitar el exceso de cloro y secar al aire durante 24-48 horas. Las charolas deben de quedar libres de sustrato y raíces. Las personas que realicen esta actividad deben usar cubrebocas y guantes de látex, debido a la alta concentración de cloro en la solución.
- Esterilización de charolas: Adicionar 1 litro de Vanodine en 200 litros de agua (tambo), sumergir las charolas por 30 segundos y secar al sol; se estima que ésta solución es para 360 charolas. Las personas que realicen esta actividad deben traer equipo de protección (cubrebocas, lentes, guantes de latex, botas de hule y overol Tyvek).

e) Llenado de charolas:

- Es frecuente que el sustrato venga parcialmente compactado, formando grumos o terrones, por lo que es necesario desbaratarlos completamente, posteriormente adicionar aprox. 20 litros de agua a una paca de sustrato y mezclar para uniformizar la humectación, ésta es muy importante para que la

humedad por capilaridad sea efectiva (más rápida, uniforme y evitar celdas secas) al momento de flotar las charolas.

El llenado de las charolas se realiza manualmente, quitando el exceso de sustrato que queda en la parte superior de la charolas, posteriormente “solo dé 2 ligeros golpes manuales a la charola y use un marcador de cavidades”. Es muy importante revisar cuidadosamente que todas las charolas sean llenadas uniformemente.

Debemos evitar compactar demasiado el sustrato, ya que corremos el riesgo de acumulación excesiva de agua y por ende enfermedades, además de un pobre desarrollo radicular y muy poca aireación. También, la raíz en espiral es atribuible a la compactación (entre otras causas).

Si el sustrato no es ligeramente compactado quedará muy flojo (con muchos espacios porosos) y con poca consistencia del cepellón al momento del arranque. En casos extremos habrá menos capilaridad, menor retención de humedad y celdas secas. No llenar las charolas a nivel de piso o suelo por el alto riesgo de contaminación de enfermedades, malezas y herbicidas; acondicione una mesa para realizar ésta actividad. Evite desbaratar los grumos de sustrato con los pies, las personas que llenan charolas a nivel de piso, generalmente lo realizan de ésta forma.

Por consiguiente y después del llenado de charolas, (actividad que se menciona anteriormente), proceso que es muy importante para el óptimo desarrollo de la planta del tabaco, el Manual indica las actividades de desarrollo y mantenimiento de plantula así como del plantero, como una segunda parte.

f) Siembra:

- Para la siembra serán utilizadas cuatro gramos de semilla desnuda pregerminada para 120 charolas, sembradas con

regadera. La pregerminación consiste en colocar los cuatro gramos de semilla en dos vasitos de plástico (2 gramos por vasito) dos días antes de la siembra, se adiciona agua solamente que cubra el nivel de la semilla, que no quede inundada; las ventajas de pregerminar la semilla son asegurar, aventajar y uniformizar la germinación, además de que dificulta el acarreo por hormigas.

g) Repique:

- Debido a la utilización de semilla desnuda y a la necesidad de dejar una planta por celda es necesaria la labor de repique, que por ser de alta manipulación existe un alto riesgo de transmisión de enfermedades, por esto, es necesario que la gente que realice ésta actividad lo haga en un lugar limpio y con frecuencia deben lavarse las manos e instrumentos con agua limpia y jabón. Estrictamente prohibido fumar para evitar la transmisión del Virus del Mosaico del tabaco.

h) Fertilización:

- Primera Fertilización: Aplicar 250 gramos de 18-18-18 por piscina al momento de la siembra; Segunda Fertilización: Aplicar 500 gramos de 18-18-18 a los 27 días después de la siembra, Tercera Fertilización: Aplicar 750 gramos de 18-18-18 a los 34 días después de la siembra y Cuarta Fertilización: Aplicar 750 gramos de 00-52-34 a los 40 días después de la siembra. “En una cubeta disuelva el fertilizante con agua, posteriormente adicione la mezcla en diversos puntos de la alberca con la aspersora (sin boquilla), auxílese con el chorro de agua de la manguera para homogeneizar la mezcla en la alberca”.

i) Manejo del agua:

- Mantener siempre la lámina de agua en 7 cm, por lo tanto es necesario revizar diariamente el nivel del agua, adicionarla si hace falta. Recuerde puede haber pérdida de agua por

ponchadura de la alberca, evaporación y absorción por la planta. No olvidar determinar los bicarbonatos, pH y CE cada que se adicione agua.

j) Manejo de la cubierta plastica:

- En la fase de germinación el microtúnel además del plástico lechoso, se le coloca plástico negro; debe permanecer cerrado durante la noche y ligeramente abierto (5 cm) durante el día; después de la germinación quitar el plástico negro en cuanto la planta se empiece a etiolar (se alarga buscando la luz), levantar el plástico lechoso 20 cm para permitir ventilación y evitar daños por altas temperaturas durante el día, por la noche y días lluviosos bajar el plástico (cerrar). Gradualmente se va dando sol a la planta hasta dejarla completamente destapada durante el día, tapar en la noche. Después de la primera poda, dejar descubierta totalmente la piscina durante el día (excepto días lluviosos, nublados y/o fríos) para permitir que la planta amacise; durante la noche bajar el plástico.

k) Poda o clipping:

- Una poda adecuada incrementa el número de plantas útiles al uniformizar su tamaño, engrosar el tallo y dar más flexibilidad. Sin embargo, no debemos abusar de esta labor por el alto riesgo de transmisión de virosis, las podas recomendadas son de 3-4, iniciando cuando la planta tenga de 5-6 cm del nivel del sustrato al cogollo y finalizando 5 días antes del arranque. Las podas no deben ser severas (el corte debe ser 3-4 cm arriba del cogollo) ni muy tempranas (planta pequeña), pues corremos el riesgo de tener retrasos de floración en el campo. Para la poda utilizar la podadora tipo Brasil y el hilo cortante de ésta deberá ser previamente desinfectado con una solución de cloro al 2 % (repetir ésta operación cada 10 charolas). Es recomendable podar en días soleados y fuera de la piscina. Aplicar Intermicin

inmediatamente después de la poda a la concentración de 2 g/l de agua. “Recuerda, no coloques las charolas en el suelo y retira los residuos vegetales de la poda”.

l) Muestreo de planta aprovechable:

- Es muy importante muestrear 5 charolas por piscina (4 %) al azar a los 10 días después de la siembra, para determinar el porcentaje de germinación. Posteriormente, realizar muestreos semanales, con la finalidad de determinar la cantidad estimada de plantas aprovechables (sanas y tamaño similar).

m) Arranque de planta:

- Arrancar solamente plantas bien desarrolladas (15 cm), sanas, vigorosas, flexibles, con buena raíz y uniformes que garanticen un buen prendimiento o arraigo en campo.

Por último, el “Manual práctico de planteros flotados” que se ejerce actualmente en la empresa Tabacos del Pacífico Norte, a través de sus investigaciones y estudios a lo largo de los años, desde su fundación y establecimiento en México en el año de 1990, nos brinda algunos cuadros donde se mencionan las principales plagas y enfermedades en el cultivo del tabaco, así como las recomendaciones para el control de las mismas, específicamente en regiones del pacífico mexicano.

n) Principales plagas y enfermedades:

Conocer los agentes parasitológicos que están ocasionando un problema, es el punto de partida para una estrategia de prevención y/o control de ellos. Durante la etapa de Planteros, es posible que se presenten una serie de problemas parasitológicos ocasionados por insectos como pulgones, mosquita blanca, tortuguilla, gusanos, etc. así como de enfermedades generadas principalmente por patógenos como hongos, bacterias y virus, tales como acedamientos, lesiones a nivel del cuello, mosaico, etc. La presencia de los problemas antes mencionados depende de las condiciones ambientales (temperatura y humedad relativa), del hospedero (susceptible o resistente) y del patógeno; aunado

indudablemente a un manejo inadecuado en la aplicación de plaguicidas, calidad del agua, fertilización, prácticas de sanidad, entre otros.

Para prevenir y/o controlar las plagas y enfermedades existe una serie de recomendaciones que deben seguirse con la finalidad de producir planta de calidad y que garantice una excelente producción de hoja de tabaco.

- Principales plagas:

Nombre	Daños	Control y/o Prevención
Hormigas	Acarreo de semilla, afectando la población de plántulas.	Pregerminación: la semilla pesa más, dificultando el acarreo. Espolvoreo de Hormigol (naled) en la periferia de las piscinas durante el proceso de germinación.
Gusanos trozadores (<u>Agrotis spp</u>)	Defoliadores y trozadores de plántulas. 	Aplicación de Dipel (<u>Bacillus thuringiensis</u>) 2 g por litro de agua, aplicar por las tardes.
Afidos o Pulgones (<u>Myzus spp</u>) 	Insectos chupadores, vectores de enfermedades virosas. 	Aplicación de <u>Metarhizium anisopliae</u> o <u>Beauveria bassiana</u> 1 pieza por piscina.

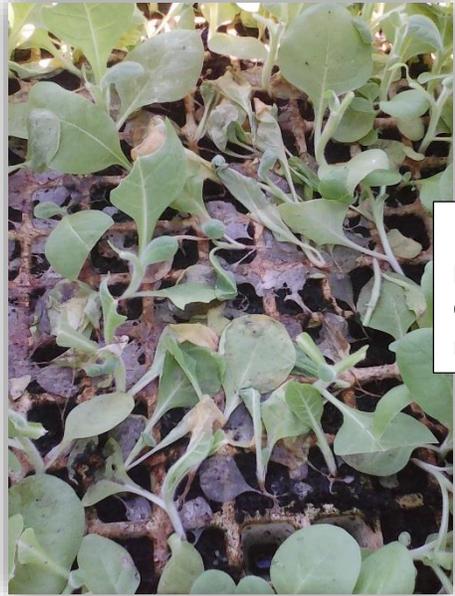
<p>Mosquita Blanca (<u>Bemisia spp</u>)</p> 	<p>Insectos chupadores, vectores de enfermedades virosas.</p> 	<p>Aplicación de <u>Metarhizium anisopliae</u> o <u>Beauveria bassiana</u> 1 pieza por piscina.</p>
<p>Tortuguilla (<u>Trichobaris trinotata</u>)</p> 	<p>Perforador del follaje y barrenador del tallo.</p> 	<p>Aplicación de <u>Metarhizium anisopliae</u> o <u>Beauveria bassiana</u> 1 pieza por piscina.</p>
<p>Gusano del cuerno (<u>Manduca sexta</u>)</p> 	<p>Defoliador.</p> 	<p>Aplicación de Dipel (<u>Bacillus thuringiensis</u>) 2 g por litro de agua.</p>

- Principales enfermedades:

Nombre	Síntomas	Control y/o Prevención
<p data-bbox="313 363 477 394"><i>Pythium spp</i></p>  <div data-bbox="358 814 659 972" style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Plantas enfermas, raíz café, podrida. La planta sale sin cepellón</div> <div data-bbox="691 877 886 972" style="background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Planta Sana. Raíz Blanca</div>	<p data-bbox="992 331 1203 667">Hongo que causa pudrición de la raíz y clorosis (Amarillamiento) foliar, marchitez foliar y muerte. Como respuesta la planta emite raíces adventicias.</p> <p data-bbox="992 699 1203 846">En el plantero se observan manchones amarillentos de plantas.</p>	<p data-bbox="1226 331 1425 699">Aplicación de Trichoderma, Proplant o Pevicur (propamocarb) y Ridomil. Cuando la incidencia es fuerte se recomienda cambiar el agua de la piscina.</p> <p data-bbox="1226 699 1425 1822">El manejo del agua es muy importante para ésta enfermedad, se han visto buenos resultados adicionando inicialmente 5 cm de lámina de agua en la piscina hasta que se consuma totalmente, dejar reposar 1 o 2 días sin agua y posteriormente adicionar los 5 cm de lámina de agua hasta que se consuma totalmente, dejar reposar 1 o 2 días sin agua y volver adicionar los 5 cm de lámina de agua; así sucesivamente hasta el arranque de la planta. Esto permite romper el ciclo de la enfermedad.</p>

<p><u>Rhizoctonia solani</u></p> 	<p>Hongo que ocasiona lesiones secas y hundidas de color café en la base del tallo y a través de él en forma discontinua. En el follaje son manchas café que se rompen del centro.</p>	<p>Aplicación de Trichoderma. Aplicación de Rovral (iprodione) o Prozycar (carbendazim), 1.0 a 1.5 gramos / litro de agua, asperjar y bajar con regadera cuando el daño sea en el tallo y solo asperjar cuando el daño sea al follaje. Estos fungicidas matan a Trichoderma, por eso solo bajo estricta autorización se deben de usar cuando la situación se agrave o se salga de control.</p>
<p><u>Sclerotium rolfsii</u></p> 	<p>Hongo que ataca a la planta cuando está próxima al arranque, ataca al tallo causando una pudrición seca, el follaje se torna amarillo y muere (la planta queda momificada). En la base del tallo se forman esclerocios (estructuras de resistencia, de forma esférica del tamaño de la cabeza de un alfiler)</p>	

<p><u>Sclerotinia sclerotiorum</u></p>	<p>Hongo que ataca la plántula a nivel del cuello del tallo, su característica principal es un crecimiento algodonoso.</p>	
<p>Moho azul (<u>Peronospora tabacina</u>)</p>   	<p>Lesiones foliares amarillas por el haz y algodonosa – azul por el envés. Lesiones sistémicas en nervaduras y tallo, ocasionando deformación y achaparramiento</p>	<p>Tapar los planteros durante la noche y días lluviosos.</p> <p>No sobrefertilizar.</p> <p>Evite áreas sombreadas</p> <p>Aplicaciones preventivas cada 7 días de Acrobat (Dimetomorf + Mancozeb) alternadas con Amistar. Debido a la pobre sistemicidad del Acrobat las aspersiones deben ser finas (boquilla cono hueco) y con buena cobertura. Realizar las aplicaciones por las tardes.</p>

<p>Bacterias</p>  <p>Inicio de bacteriosis después de la poda</p>  <p>Daño Fuerte, plantas colapsadas y maceradas</p>	<p>Causan acedamientos aguanosos de olor fétido. Cuando los daños son fuertes, las plantas colapsan maceradas</p>	<p>Evitar sobrefertilizar.</p> <p>Retirar los residuos de la poda.</p> <p>Aplicación de Agrimycin o Intermicin 500 (cobre + estreptomycina + oxitetraciclina) inmediatamente después de cada poda (2 g / litro de agua) asperjar con buena cobertura.</p> <p>Evite podar en días nublados o lluviosos.</p>
<p>Virus del mosaico del tabaco</p> 	<p>Combinación de áreas verde claro y oscuro en las hojas.</p>	<p>Lavar las herramientas de poda con una solución de cloro al 2% cada 20 – 30 minutos. Lavarse las manos con agua y jabón antes de entrar al plantero. No fumar en el plantero. Tocar lo menos posible la planta.</p>

3.4.2 Trasplante

Según Llanos (1981), define el trasplante como la labor de sacar las plantas del semillero, transportarlas al terreno definitivo para plantarlas.

La Densidad de Plantación

La densidad de plantación, es el proceso más importante al momento del trasplante, ya que depende de este proceso el buen o mal rendimiento por superficie cultivada, por lo tanto, la densidad óptima para obtener el mayor beneficio económico de la cosecha depende de muchos factores, tales como: la fertilidad, la calidad natural del suelo, el abonado, la variedad cultivada, riego y clima, entre otros. Por tanto, se adjudica al cultivador la decisión de la densidad óptima y/o más rentable, no sólo por los kilos que obtenga, sino también por la calidad de la planta y de la hoja que se apreciará después de curada, es decir, que de su experiencia el cultivador sacará para años sucesivos conclusiones que le llevarán a modificar los marcos de plantación.

El mismo autor, comenta que la distancia entre plantas en la línea y la separación entre líneas dependerá de los medios mecánicos para las labores de cultivo, los tratamientos fitosanitarios o para cosechar que el cultivador empleará; sin dejar de lado lo anterior y algunos estudios realizados en Estados Unidos, este autor, recomienda dos formas diferentes de distribución de la planta del tabaco, pero todas con un rendimiento de 25,000 plantas por hectárea, con el arreglo topológico de: 1) 50 cm entre planta y planta y 80 cm entre surcos y 2) 50 cm entre planta y planta y 60 cm entre surcos.

Cabe mencionar que la densidad de población varía de acuerdo a la variedad cultivada y para México, la opción más aplicada, es la variedad tipo "Burley" que se trasplanta a 37 cm entre planta y planta y a 80 cm entre surco, con una densidad de 22,400 plantas por hectárea.

3.4.3 El Riego

El tabaco como planta de gran desarrollo vegetativo y corto ciclo de crecimiento, es exigente tanto en agua como en elementos nutritivos asimilables del suelo. La

planta del tabaco en estado vegetativo, está constituida en 90 por ciento de su peso por agua. En años húmedos, los tabacos producen menos nicotina y más azúcares que en años secos, este fenómeno puede deberse, por una parte, a que las raíces se desarrollan más en busca de agua cuando ésta escasea en el suelo y la nicotina que se sintetiza en las raíces, aumenta con el crecimiento excesivo de estas. Montero (1990), se ha comprobado que un aporte de agua abundante disminuye el contenido proteico en las hojas.

Las necesidades de agua de la planta crecen desde el trasplante hasta el final del segundo mes, para descender algo durante el transcurso el tercer mes que lleva a la planta a su madurez, según menciona Llanos (1981), en términos generales, después del riego de “arraigue”, suelen ser suficientes de cuatro a seis riegos para llevar al tabaco a su máximo desarrollo y madurez de las hojas; desde el riego que se da inmediatamente después de trasplantar (riego de “arraigue”) hasta el siguiente, deben dejarse pasar de 15 a 20 días. De este modo, las raíces crecen y se introducen en el suelo en busca de humedad y el beneficio, es luego patente por una mayor calidad y sobre todo cantidad de cosecha, por lo que el agua aplicada al final del periodo de crecimiento, retrasa la maduración en el campo y perjudica la calidad del producto después de curado, por lo que el último riego no debe darse a menos de 20 días de la cosecha.

Schmitd (1995), menciona en su libro “Bases para el Riego Artificial de Campos de Tabaco”, como punto muy importante, que la práctica del agricultor con la observación del estado de la plantación, serán los mejores elementos para decidir sobre el momento, cuantía y velocidad del aporte de la dosis de riego para el tabaco; es decir, conviene que el agricultor conozca los lugares de la finca más secos, donde las plantas se marchiten más fácilmente. Cuando se visitan estos parajes, se observe que las plantas empiezan a tener los conocidos síntomas de marchitez, habrá llegado el momento de regar sin dar lugar a que se extiendan los síntomas al resto de la plantación.

La cantidad de agua y la duración de riego, es decir, la velocidad de aporte de agua depende entre otras cosas de la capacidad de retención del suelo. Así, un

suelo arcilloso, tiene la máxima capacidad de retención para el agua, aproximadamente el 35 por ciento del peso seco del suelo. Los suelos limosos el 18 por ciento y los arenosos el seis por ciento.

Además, Llanos (1981), recomienda las siguientes labores:

1. Binas, escardas y aporcados: Estas primeras labores, tiene mayor importancia en la primera parte del ciclo vegetativo de las plantas en el campo y tiene por finalidad suministrar a las plantas el agua necesaria para su crecimiento y mantener la plantación limpia de malas hierbas y libres de parásitos y enfermedades. Las binas son labores superficiales que tienen por objeto mantener la capa superficial del suelo mullida y limpia de malas hierbas.
2. Supresión de las hojas de tierra: Las dos o tres hojas más viejas que se han desarrollado en la parte más baja del tallo suelen quedar vacías y deterioradas por el contacto con las agua de riego y con el suelo. Por ello no va a dar ningún rendimiento apreciable a la hora de cosechar y en cambio sí pueden servir para albergar y alimentar parásitos y enfermedades. Es conveniente por tanto cortarlas y destruirlas en la primera parte del ciclo vegetativo que sigue al trasplante.
3. Despunte y desbrote: Entramos en la segunda mitad del ciclo vegetativo de la planta en campo. Cuando las plantas están próximas a alcanzar su máximo desarrollo en altura se inicia la formación de ramillete de flores en el extremo superior de tallo. La apertura de las numerosas flores que crecen en cada planta son anuncio de las funciones de reproducción y posterior desarrollo de las semillas que servirán para propagar las plantas en generaciones sucesivas.

La plana de tabaco a la que se deja el ramillete de flores hasta la formación de las cápsulas con sus semillas, usará parte de sus reservas alimenticias para llevar a cabo esta importante función reproductora. Esto ocurre a expensas de la calidad y del rendimiento de sus hojas. Por ello, el cultivador normalmente, corta a la planta el ramillete de flores en un estado

más o menos incipiente (normalmente bastantes días antes de la cosecha. A esta operación se le llama “despunte”.

El “despunte”, por término medio, se realiza desde que aparece el botón floral hasta que se abren las primeras flores. Los “desbrotos” conviene iniciarlos antes de que las yemas crezcan en exceso (con 1 o 2 cm de longitud como máximo). Las mejores horas del día para hacer el “despunte” y el “desbrote”, son al principio de la mañana o al final de la tarde, en que los tejidos de las plantas están más frescos y se parten con más facilidad.

3.6 Madurez y Cosecha

Una vez que la planta ha llegado a su pleno desarrollo, la producción y acumulación de materia seca como parte integrante de sus tejidos, alcanza su valor máximo; se dice que la planta llegó al estado de “madurez fisiológica”. Este momento coincide, por tanto, con la máxima producción de materia seca acumulada o peso seco máximo y a partir de entonces se inicia el periodo de envejecimiento o senescencia de la planta que finaliza con la muerte de la misma. Normalmente y siempre y cuando la plantación se ha hecho para recoger la cosecha en hojas, la muerte de la planta o de sus hojas se anticipa por el hecho de cortarlas, separándolas de su fuente de nutrientes, para proceder a su curado. Por tanto, lo normal, es que gran parte del periodo de senescencia se desarrolle en los secaderos o locales (hornos) para curar las hojas.

Los tabacos para cigarro, requieren cosecharse en un estado de pre-madurez para que durante el curado las hojas conserven una alta higroscopicidad (facultad de absorber y evaporar agua) y mantengan un elevado contenido de sustancias nitrogenadas, que conferirán en su momento al humo típico sabor alcalino. Estas variedades de tabacos para cigarrillos deben sufrir un proceso de secado lento y se mantienen flexibles y resistentes.

Los tabacos amarillos, que se van a secar en atmosfera artificial, conviene cosecharlos plenamente maduros. La cosecha se hace por hojas, cortando en cada pasada de tres a cuatro y dando un total unas cinco pasadas, distanciadas

de siete a 10 días. Los tabacos de tipo “Burley” y los “oscuros”, curados al aire o al fuego, requieren para ser cosechados un estado de madurez intermedio; es decir, entre la pre-madurez (como los de cigarro) y una madurez completa (como los amarillos). La práctica local, la variedad y el destino industrial que se dé al tabaco, determinaran que estos tabacos se cosechen más o menos maduros y el modo cómo se cosechara.

3.5 El Potasio (K)

El K es el elemento más importante para la calidad de lo tabacos, ya que las sales potásicas de los ácidos orgánicos que se encuentran en las hojas, liberan este elemento con gran facilidad al arder. Este nutrimento, actúa como catalizador de la formación de azúcares en las hojas de la planta, parece que inhibe la síntesis de proteínas y debido a ambas cualidades, resulta especialmente recomendable para el abonado de los tabacos destinados a la elaboración de cigarrillos. Todos los fertilizantes potásicos, exceptuando el cloruro, que daña la combustión del producto, tienen efectos análogos sobre la mejora de la calidad del tabaco, aunque el nitrato y el carbonato se señalan como más recomendables, en general, que el sulfato. Con excepción del cloruro potásico, todos los demás fertilizantes son recomendables y beneficiosos para el tabaco (Llanos, 1981).

3.6 Las Sustancias Húmicas (SH)

Desde los estudios de Liebig en el siglo pasado, se conoce que las plantas son capaces de desarrollarse adecuadamente con un buen suministro de nutrientes minerales y luz; es decir, que pueden vivir en ausencias de los componentes estructurales del suelo, tanto inorgánicas como orgánicas. Pero incluso para cultivos sobre sustrato inerte, la materia orgánica puede jugar un papel importante, si es considerada como un agente bioestimulante o bioactivador.

De acuerdo con Stevenson (1994) y Drozd *et al.* (1996), la materia orgánica de suelo está conformada por la totalidad de las sustancias de tipo

orgánico, presentes en los suelos, incluyendo los restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial y la biomasa de suelos que algunos autores, excluyen de la totalidad de la materia orgánica, la fracción soluble en agua y la materia orgánica estabilizada: el humus y Stevenson (1994), dice que el término humus, se utilizó en la antigüedad para hacer referencia a la totalidad del suelo y posteriormente, se empleó como sinónimo de materia orgánica; mientras que, en la actualidad se hace referencia a una fracción de dicha materia orgánica que engloba a un grupo de sustancias difícilmente clasificables.

Las SH, para la Sociedad Internacional de Substancias Húmicas (IHSS-2013), son una mezcla compleja y heterogénea de materiales orgánicos, formados en suelos, sedimentos y aguas naturales por reacciones químicas y bioquímicas, durante la descomposición y transformación de plantas y restos de microorganismos (proceso denominado Humificación)

Las SH se encuentran con gran asiduidad en el medio natural, en suelos, sedimentos y aguas, son residuos de plantas y animales en estado de descomposición, unidos a los productos sintetizados por los microorganismos del suelo y ciertos intermedios de dicha síntesis (Ayuso, 1995). De acuerdo con Gallardo (1980), entre el 60 y 90 por ciento de la materia orgánica del suelo, está constituida por estos restos materiales de naturaleza lignoprotéica, dichos materiales y/o sustancias no son estables sino que presentan un gran dinamismo, por lo que más que un grupo de sustancias, estamos ante un estado de la materia orgánica que estarán presentes en diferentes proporciones según las condiciones de su formación.

Pero las SH en el suelo, se encuentran asociadas mediante uniones de carácter débil a otra fracción orgánica constituida por productos de composición química definida y de alto peso molecular, polisacáridos y proteínas, sustancias simples como azúcares y aminoácidos. Todo este heterogéneo grupo de materiales, se engloba bajo el término de *sustancias no húmicas*. En resumen, el humus está

formado por sustancias húmicas y no húmicas, aunque los términos de humus y SH son empleadas como sinónimos por algunos autores (Stevenson, 1994).

Por consiguiente, no hay una definición exacta de las SH, por lo que en términos químicos específicos nos fuerza a usar definiciones imprecisas, en base únicamente a las características observadas en los procesos de su fraccionamiento. La técnica de fraccionamiento más común y aceptada en la actualidad, es la basada en las diferentes solubilidades en agua a varios valores de pH. Así, Aiken *et al.* (1985) distingue: los ácidos húmicos, son la fracción soluble en agua en condiciones ácidas ($\text{pH} < 4$) pero soluble a valores de pH altos; los ácidos fúlvicos, son la fracción soluble en agua en todo intervalo de pH y las huminas, son la fracción insoluble a cualquier valor de pH.

Hasta ahora, las SH se emplean mayoritariamente como mejoradores de las condiciones de la fertilidad de los suelos; es decir, para mejorar la estructura, permeabilidad y niveles de materia orgánica de los suelos, entre otras ventajas de adicionarlas. En la actualidad, se pretende explorar los efectos directos de estos compuestos sobre la planta, principalmente los efectos que pueden ejercer como las hormonas denominadas auxinas, que tienen el efecto fisiológico de aumentar la masa radicular.

3.7 Fulvato de Potasio para Mejorar la Calidad del Tabaco

Marschner (1995) y Cakmak (2005), mencionan que el K es el nutriente esencial en el cultivo del tabaco, pero que no es un componente que actúe en cualquier parte de la planta, sino que más bien el K, actúa como catalizador para muchos de los procesos enzimáticos necesarios en la planta y que también está implicado en la osmorregulación; es decir, la regulación del transporte de agua en el xilema y apertura y cierre de los estomas. Estudios demuestran que la aplicación foliar de fertilizantes de K, AH y sus derivados, mejoran la absorción de K en varios cultivos (Jifon y Lester, 2009).

Muchos efectos benéficos se atribuyen a la aplicación foliar de AF, donde se incluye la estimulación del metabolismo de las plantas, el aumento de la actividad enzimática, aumento de la biodisponibilidad y absorción de nutrientes y un mayor crecimiento y rendimiento de los cultivos (Pascual *et al.*, 1999). El K se considera el elemento nutrimental que determina la calidad, el color de hoja en el curado, el cuerpo, la textura, la capacidad de retención de fuego y el aroma (Mahavishnan *et al.*, 2011). Y Priya *et al.* (2014), al adicionar de manera foliar AF y determinar su efecto en la disponibilidad del K y en la Genómica de plantas de tabaco en la India, encontraron que los AF tienen una influencia beneficiosa significativa sobre la calidad general del tabaco, concretamente aumentan la cantidad de K en las hojas y tienen un funcionamiento similar a las auxinas, al aumentar la masa radicular y atribuyen esto, a que los AF tienen estructuras similares a estas hormonas, sin embargo, el mecanismo como sucede esto todavía no es claro.

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del Experimento

La presente investigación, se realizó en un invernadero del área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, del *Campus* principal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, México, ubicada geográficamente a los 25° 21' de Latitud Norte y 101° 02' de Longitud Oeste, con la altitud de 1742 m.s.n.m.

4.2 Metodología

El presente trabajo, inició con la elaboración de un Fulvato de potasio (FK), que consistió en: Leonardita (mineral fósil del carbón), fue molida en un mortero de ágata y tamizada a una malla de un milímetro; a este mineral fósil, le fue adicionado hidróxido de potasio, 0.2 N (KOH, 0.2 N) y puesto en “Baño María” (Aqua Bath, Barnstead/ LabLine. Modelo V-120) durante dos horas a 60° C, para de esta forma extraer los AH y los AF; después de esto, se decantó la solución y con ácido acético al 98 por ciento, se llevó el pH a cuatro de la mencionada solución y fueron separados ambos compuestos orgánicos; los AH fueron desechados y solo se emplearon los AF para formar el fulvato. La elaboración de este compuesto orgánico-mineral, fue que a los AF se les agregó nitrato de potasio (KNO₃), donde el elemento fue a la concentración del dos por ciento.

El experimento fue realizado en tres etapas: de plántula, “repique” y a producción.

En la primera etapa, semillas de tabaco de la Variedad “Virginia”, fueron sembradas en charolas de poliestireno de 200 cavidades, que contenían un sustrato de “peat moss” con “perlita” (relación 1:1 v/v) y colocadas bajo la técnica de “raíz flotante” en el FK a las cantidades de 6, 8 y 10 ml L⁻¹ de agua adicionada y una charola en una solución nutritiva, que fungió como testigo, de acuerdo a los Índices de Steiner y a la conductividad eléctrica de 1.9 dSm⁻¹. Cuando la plántula contenía dos pares de hojas verdaderas, cinco de ellas fueron

colectadas y se les midieron: el peso fresco (PFV) y seco (PSV) del vástago, el peso fresco (PFR) y seco (PSR) de raíz y el contenido de potasio del tejido vegetal de follaje (KH) y de la raíz (KR).

La segunda etapa, consistió en que las plántulas fueron colocadas en macetas de poliestireno de 240 ml de capacidad, con el mismo sustrato empleado en la etapa anterior, los mismos tratamientos y la misma técnica de “raíz flotante”, con el objetivo de aumentar la masa radicular (“Repique”). Cuando la plántula presento tres pares de hojas verdaderas, les fue medido el peso fresco (PFV) y seco (PSV) del vástago, el peso fresco (PFR) y seco (PSR) de raíz y el contenido de potasio del tejido vegetal del follaje (KH) y raíz (KR).

En la tercera etapa, la plántula fue trasplantada a macetas de plástico, que contenían 25 kg del horizonte Ap de un Calcisol (WRB/FAO, 1987), cuyas características se presentan en el Cuadro 1. A los tres días después del trasplante, les fueron adicionados los mismos tratamientos a dosis similares que en las etapas anteriores y las variables medidas fueron la mismas, solo que aquí, también se midió el peso fresco (PFT) y seco (PST) del tallo. Con excepción de esta variable, las mediciones se efectuaron en tres ocasiones porque fueron tres cortes. Las mediciones de las variables en las tres etapas, para los pesos frescos y secos se empleó una estufa de secado (LabOven, Quincy Lab. Inc. Modelo 30GC, Serie G3-5572, Chicago, IL.) y una balanza analítica (Marca AND, Modelo GX-200) y para la medición del K del tejido vegetal de follaje, un Espectrofotómetro de absorción atómica (Marca VARIAN, Modelo A-5).

Cuadro 1. Algunas características físicas y químicas del suelo empleado en el experimento.

Horizonte	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	pH (Agua 1:2)	C.E. (dS.m ⁻¹)	CO ₃ (%)	M.O. (%)	Da (g.cm ⁻³)
Ap								
0-32 cm	37.48	22.52	40.00	8.27	1.10	52.7	4.13	0.99

En las tres etapas, el trabajo se distribuyó de acuerdo al Diseño Experimental Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y cinco, seis y 10 repeticiones en cada etapa. A los datos generados, se les efectuó un análisis estadístico, el que consistió en el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias, mediante el Método de Tuckey ($p \leq 0.05$); para esto, se empleó el paquete estadístico MINITAB, versión 17 en Español para Windows.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del experimento, se presentan por las tres etapas estudiadas en el tabaco.

5.1 Etapa de Plántula

5.1.1 Peso Fresco (PFV) y Seco (PSV) de Vástago

En el PFV los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (cuadro 2). En la figura 1, se aprecia que conforme se aumentó la dosis, los valores también aumentaron de tal manera que, al adicionar el FK10, se superó al testigo (SN) en 63 por ciento.

Cuadro 2. Análisis de varianza del peso fresco y seco de vástago de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
PFV	38.57	0.000**
PSV	5.57	0.008**

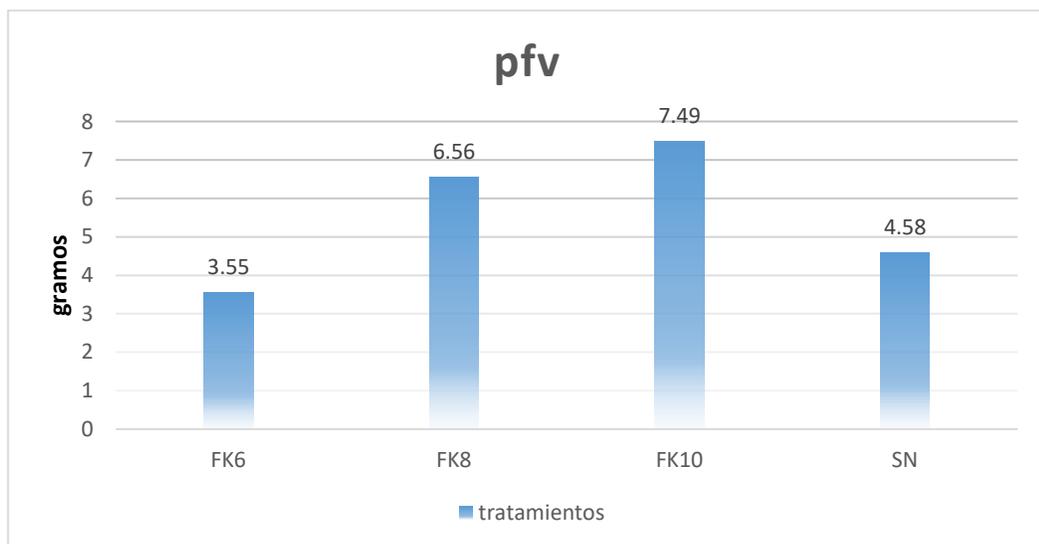


Figura 1. Peso fresco del vástago (PFV) de tabaco variedad "Virginia" con la adición de un fulvato de potasio (FK).

En el mismo cuadro (cuadro 2) se observa que en el PSV los tratamientos realizaron efecto altamente significativo y de igual manera que para el PFV, al aumentar la dosis del FK, las cuantías también aumentaron y al agregar el tratamiento FK 10, se adelantó a la SN en 87 por ciento (figura 2).

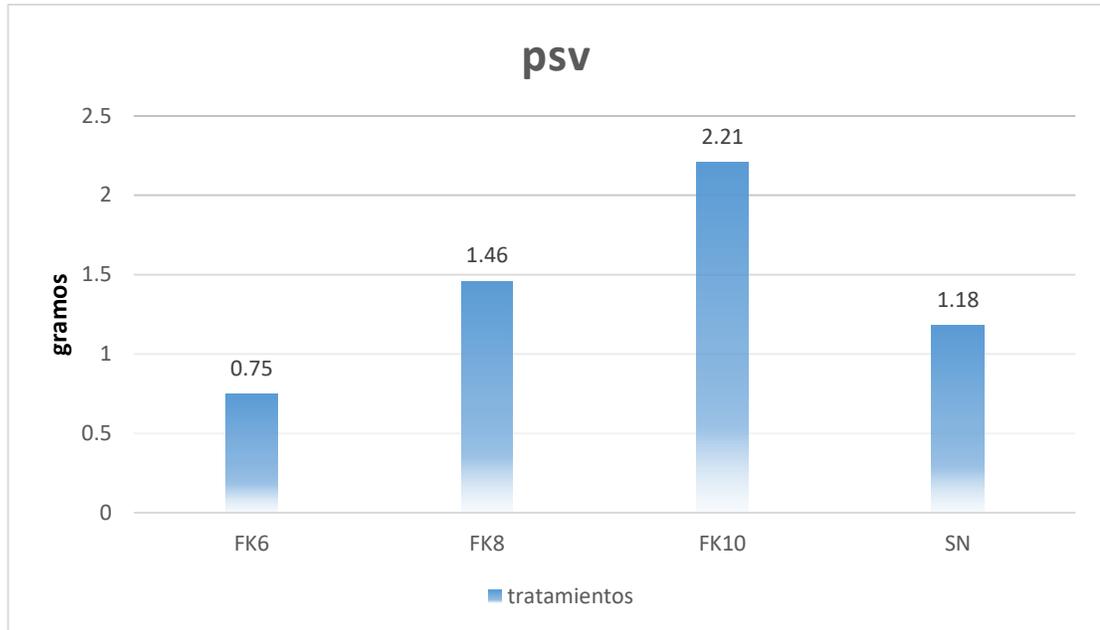


Figura 2. Peso seco del vástago (PSV) de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.1.2 Peso Fresco (PFR) y Seco (PSR) de Raíz

En el PFR, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo; sin embargo, en el PSR no lo efectuaron (Cuadro 3). En el PFR, al aumentar la dosis del FK, los valores también aumentaron y aquí, se presentó que al aplicar el FK10 se sobrepasó en 12 por ciento a la SN (Figura 3) y en el PSR, al agregar la SN se aventajó al tratamiento de FK10 con seis por ciento (Figura 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza del peso fresco y seco de raíz de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
PFR	10.18	0.001**
PSR	1.97	0.159 ^{NS}

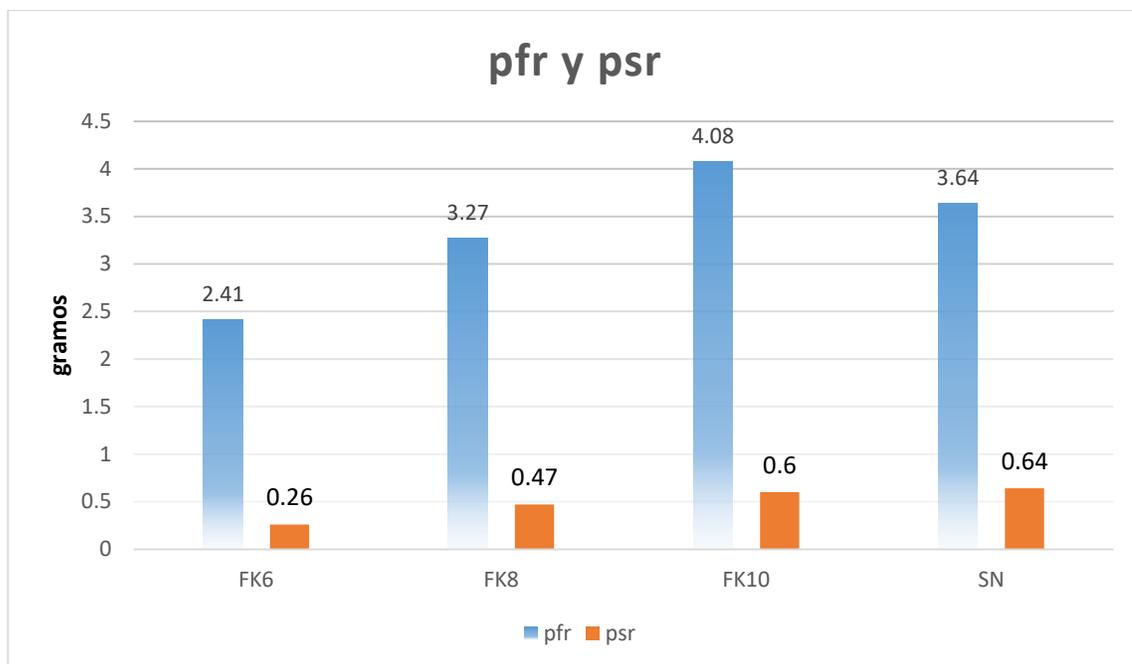


Figura 3. Peso fresco raíz (PFR) y seco (PSR) del tejido vegetal de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.1.3 Contenido de Potasio en Hoja (KH) y en Raíz (KR)

Tanto en el contenido de potasio en el tejido vegetal del follaje, como en la raíz, los tratamientos no realizaron efecto significativo (cuadro 4). Pero de forma gráfica, se tiene que en el KH, se presentó que al aumentar la dosis del FK, los valores disminuyeron y al aplicar del FK6, se superó al testigo en ocho por ciento (Figura 4). Caso contrario sucedió en el KR; es decir, al aumentar la dosis los valores aumentaron y aquí, al agregar el FK10 se adelantó en 10 por ciento a la adición de la SN (Figura 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza del contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje y de raíz de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
KH	0.24	0.865 ^{NS}
KR	0.79	0.514 ^{NS}

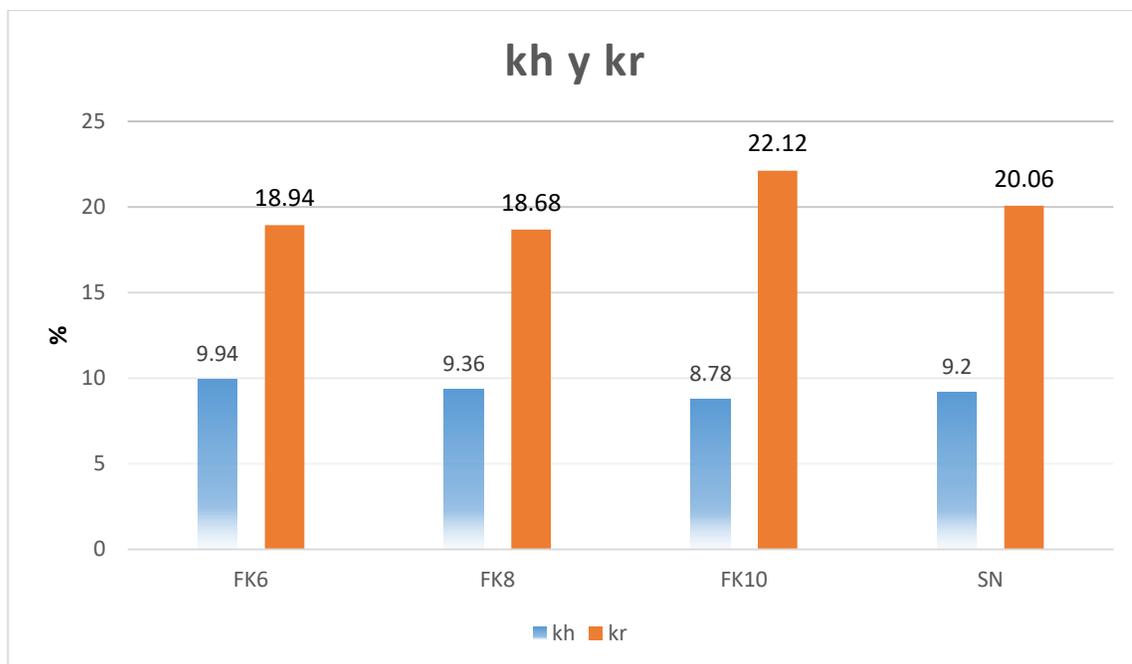


Figura 4. Contenido de potasio del tejido vegetal de follaje (KH) y raíz (KR) de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.2 Etapa de “Repique”

5.2.1 Peso Fresco (PFV) y seco (PSV) de vástago

Con base al cuadro 5, se tiene que en todas las variables medidas en esta etapa, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo, con excepción del contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje (KH), ya que en esta variable el efecto sólo fue significativo. Con base en la figura 5 se observa que en el PFV y en el PSV, el FK8 se adelantó a la SN en 60 y 68 por ciento respectivamente.

Cuadro 5. Análisis de varianza de las variables medidas en la etapa de “Repique” de plántula de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
PFV	14.28	0.000**
PSV	7.08	0.002**
PFR	5.56	0.006**
PSR	5.67	0.006**
KH	4.82	0.011*
KR	13.96	0.000**

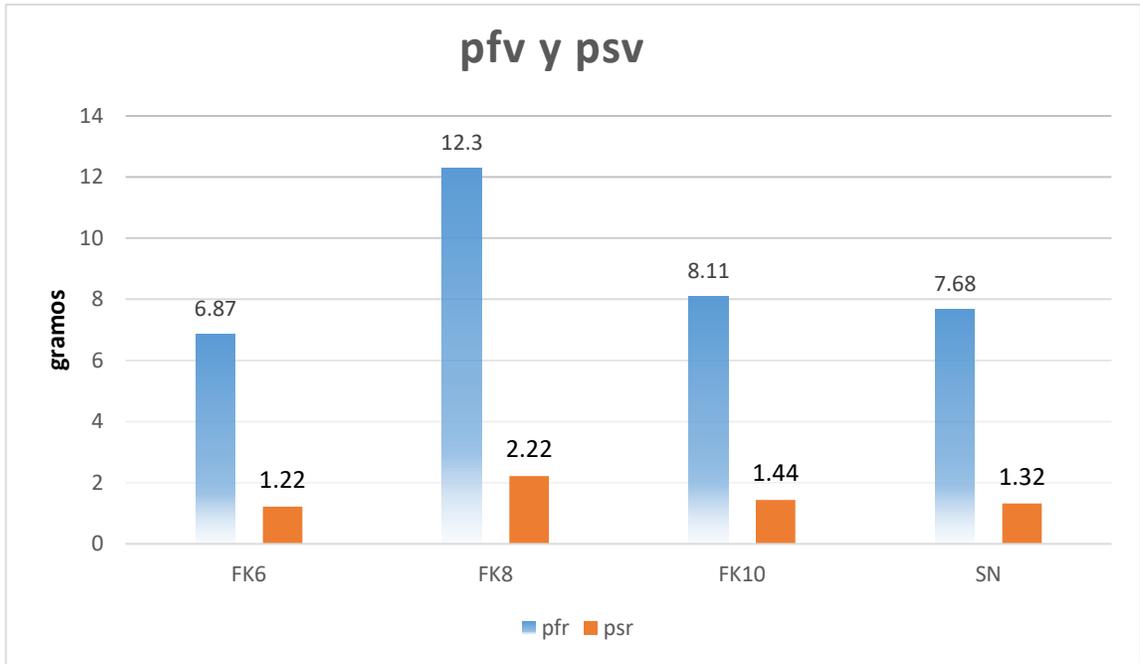


Figura 5. Peso fresco (PFV) y seco (PSV) de vástago en la etapa de repique de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.2.2 Peso Fresco (PFR) y seco (PSR) de raíz.

De acuerdo con las figura 6, al aplicar el FK8 se sobrepasó en 10 y 23 por ciento, respectivamente a la SN en el PFR y en el PSR.

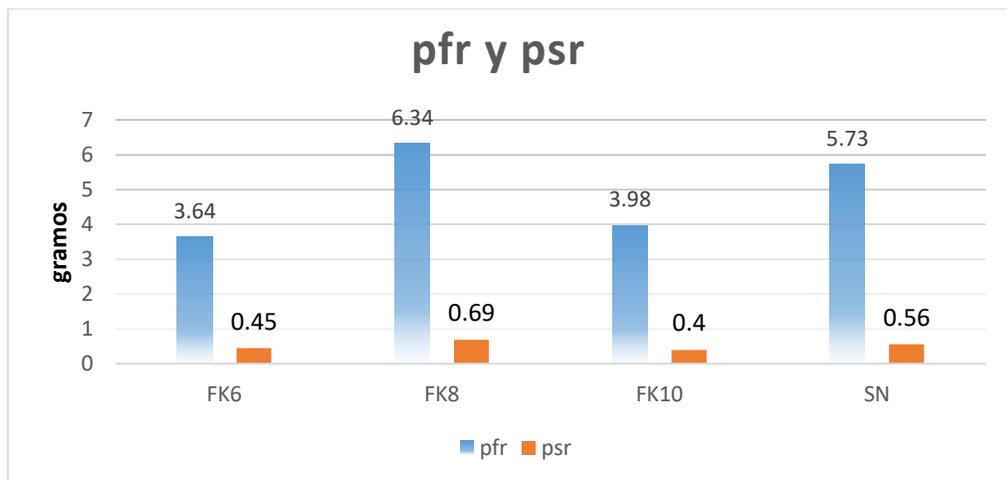


Figura 6. Peso fresco (PFR) y seco (PSR) de tejido vegetal de raíz, en la etapa de repique de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.2.3 Contenido de Potasio en hoja (KH) y en raíz (KR)

En el contenido de potasio del tejido vegetal de follaje, al adicionar el FK8 se superó en 12 por ciento al testigo (figura 7); mientras que, al agregar el FK10, en el contenido de potasio en el tejido vegetal de raíz, se superó a la SN con el 15 por ciento (figura 7).

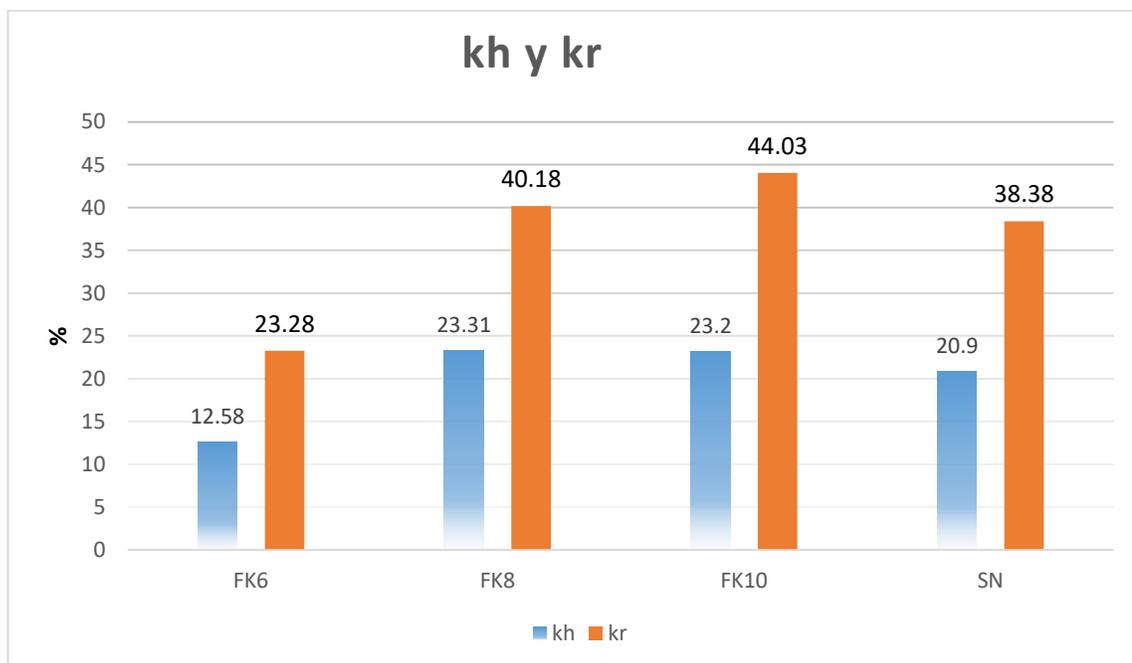


Figura 7. Contenido de potasio del tejido vegetal de follaje (KH) y de raíz (KR), en la etapa de repique de tabaco variedad "Virginia" con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.3 Etapa de Producción

5.3.1 Peso Fresco y Seco de Hoja en los Tres Cortes

En los tres cortes de esta etapa, en el peso fresco de la hoja del primer corte (PFH1), el peso seco de la hoja del segundo corte (PSH2) y en el peso fresco de la hoja del tercer corte (PFH3), los tratamientos realizaron efecto significativo; mientras que, en el resto de las situaciones de esta variable, lo ejercieron de manera altamente significativa (cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza del peso fresco y seco de la hoja, en tres cortes en la etapa de Producción de planta de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
PFH1	3.77	0.019*
PSH1	5.33	0.004**
PFH2	6.14	0.002**
PSH2	3.33	0.030*
PFH3	2.76	0.056*
PSH3	7.48	0.001**

En el primer corte y con base en la figura 8 en el PFH1 y PSH1 se tiene que al aumentar la dosis, las cuantías disminuyeron, de tal manera que, con la aplicación del (FK6) se superó a la SN con 35 y 23 por ciento respectivamente

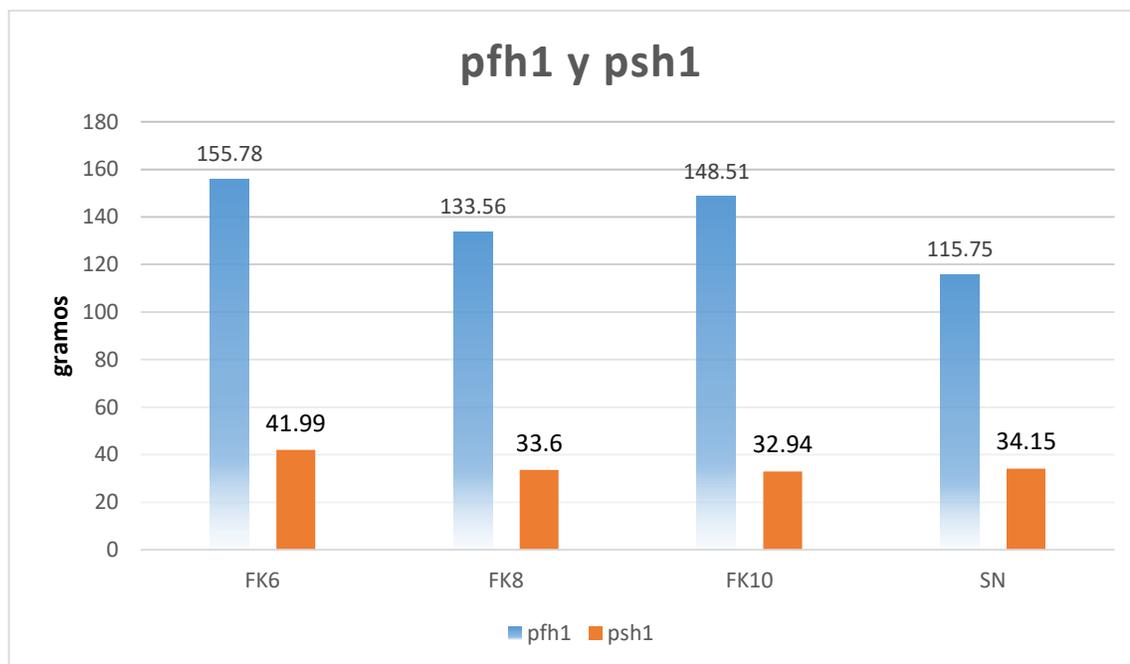


Figura 8. Peso fresco (PFH1) y seco (PSH1) del tejido vegetal de follaje del primer corte, en la etapa de producción de tabaco variedad "Virginia" con la adición de un fulvato de potasio (FK).

En el segundo corte, se presentó situación similar al primer corte; es decir, con la adición del FK6 se aventajó a la SN en 27 y 32 por ciento, respectivamente (Figura 9)

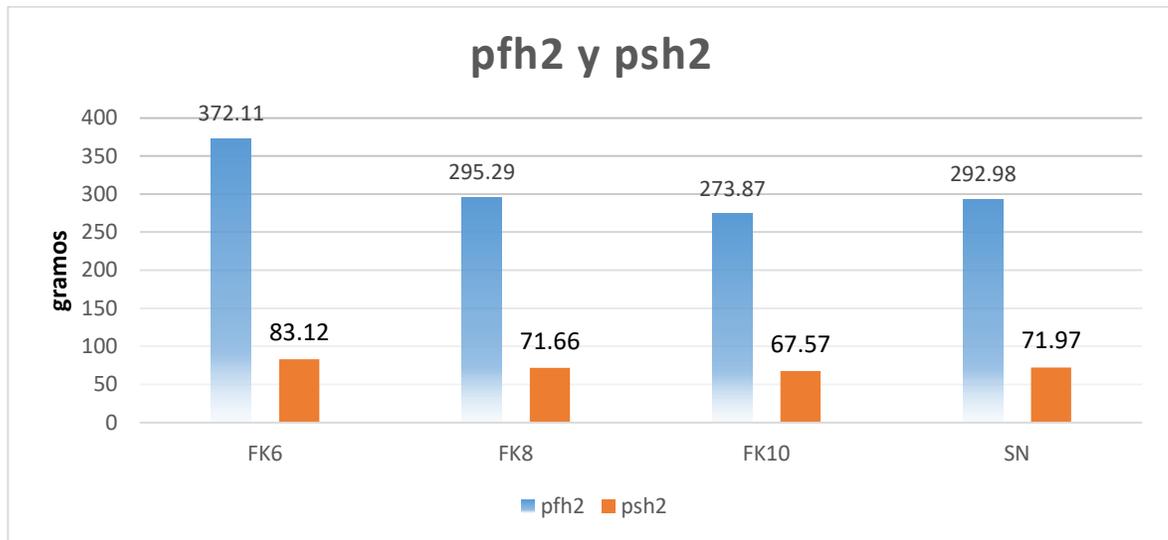


Figura 9. Peso fresco (PFH2) y seco (PSH2) del tejido vegetal de follaje del segundo corte, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

Para el tercer corte, se tiene que en el peso fresco de la hoja (PFH3) superior, se presentó al agregar el FK8 y sobrepasó a la SN en 18 por ciento y en el peso seco de la hoja (PSH3) en este último corte, la SN fue 33 por ciento inferior al tratamiento donde se aplicó el FK8 (figura 10).

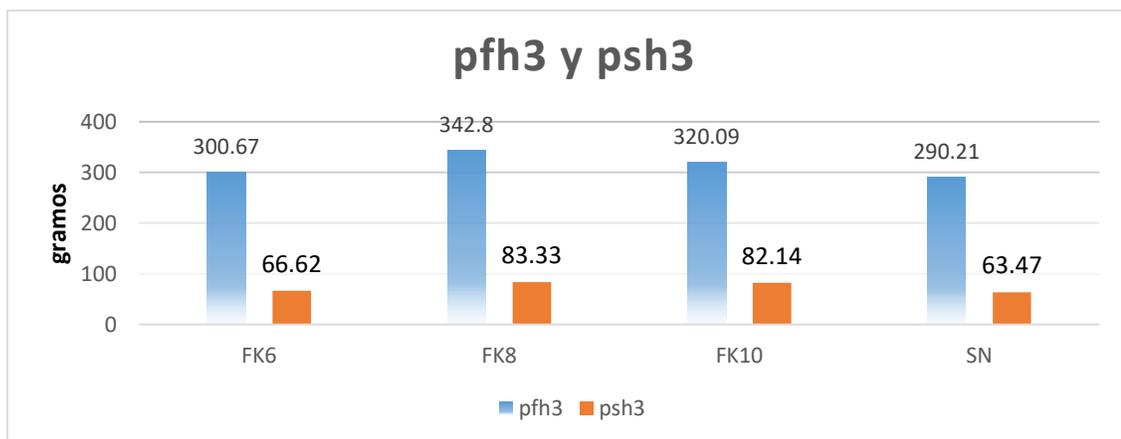


Figura 10. Peso fresco (PFH3) y seco (PSH3) del tejido vegetal de follaje del tercer corte, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.3.2 Área Foliar

En esta variable, los tratamientos realizaron efecto altamente significativo (cuadro 7), de tal manera que, a partir de la figura 11, se establece que conforme se aumentó la dosis del FK, las variables fueron a la baja; así, al agregar el FK6 se superó al testigo en 36 por ciento.

Cuadro 7. Análisis de varianza del área foliar de plantas de tabaco, en la etapa de Producción con la adición de un Fulvato de potasio.

Fuente	GL	SC	CM	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1276306	425435	4.98	0.005**
Error	36	3078169	85505		
Total	39	4354475			

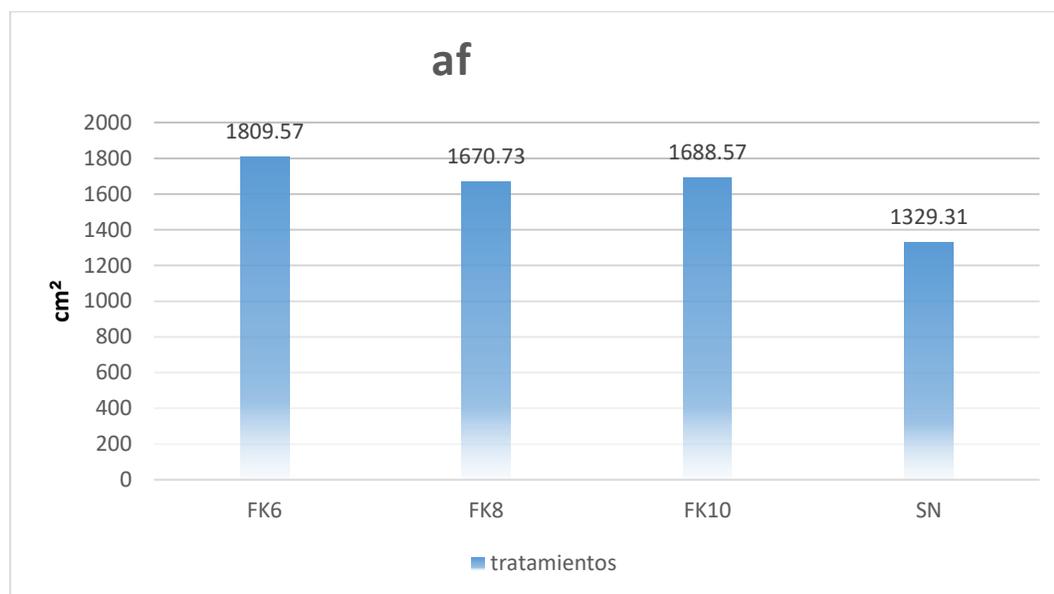


Figura 11. Área foliar (AF), en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.3.3 Peso Fresco, Seco, Diámetro y Longitud del Tallo

En el peso fresco del tallo (PFT), los tratamientos realizaron efecto significativo. En el peso seco del tallo (PST), los tratamientos no lo realizaron; (Cuadro 8). De manera gráfica (figura 12), se puede establecer que para las

mediciones del PFT y PST, conforme se aumentó la dosis del FK, los valores disminuyeron.

Cuadro 8. Análisis de varianza del peso fresco, seco, diámetro y longitud del tallo, en la etapa de Producción de planta de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
PFT	3.33	0.030*
PST	1.53	0.224 ^{NS}
DT	9.66	0.000**
LT	4.98	0.005**

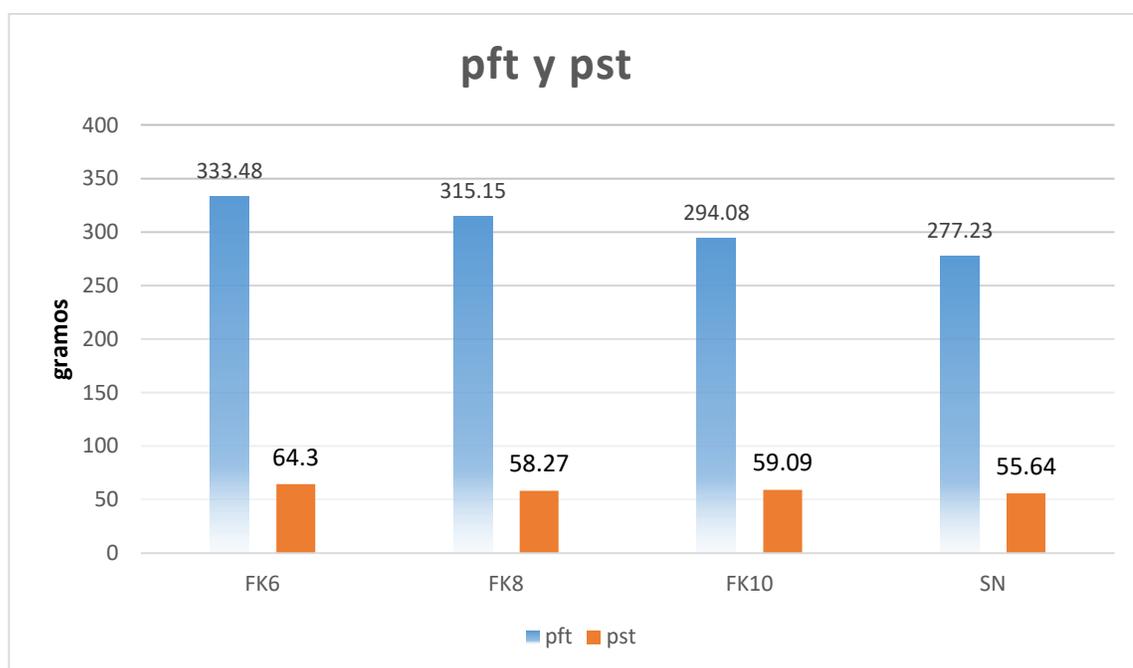


Figura 12. Peso fresco (PFT) y seco (PST) del tallo, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

En el diámetro (DT) y longitud (LT) del tallo, el efecto realizado fue altamente significativo (cuadro 8). Se puede observar gráficamente (Figura 13), que sucedió situación similar a las variables del PFT y PST, es decir, conforme se aumentó la dosis del FK, los valores disminuyeron. En esta etapa, sobresale que los valores presentados del tratamiento con la adición de la SN, fueron los más inferiores; de tal forma que, con la aplicación del FK6, los valores fueron

veinte, dieciséis, uno y veinticuatro por ciento, respectivamente, mayores a las obtenidas con el testigo.

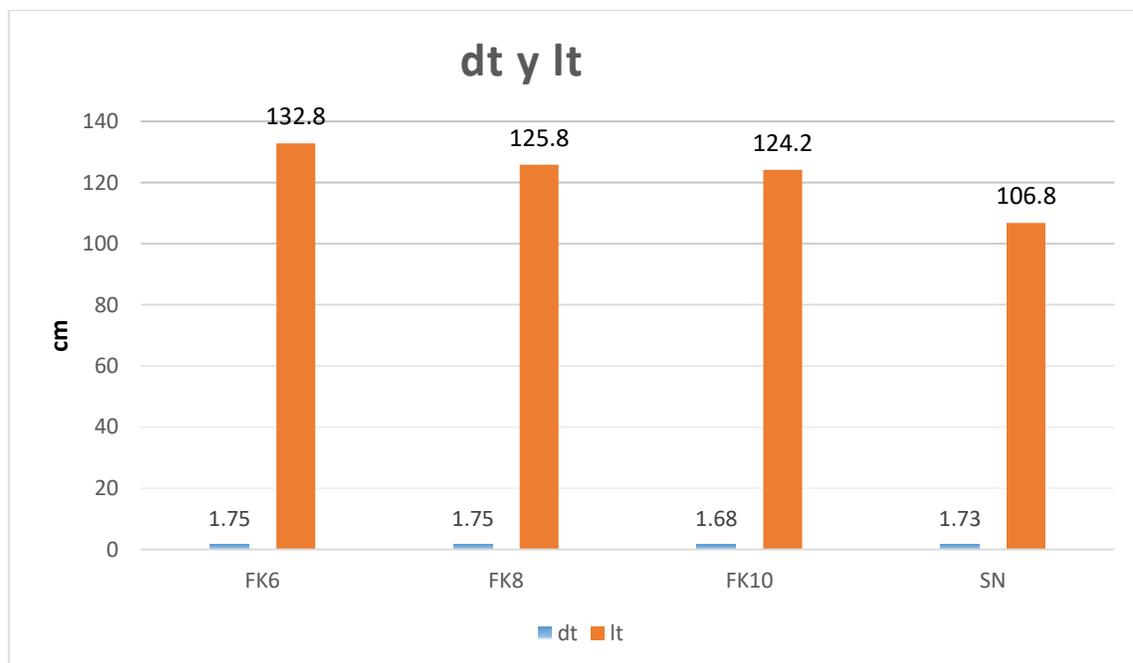


Figura 13. Diámetro (DT) y Longitud (LT) del tallo, en la etapa de producción de tabaco variedad “Virginia” con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.3.4 El Potasio en la Hoja y en Raíz en los Tres Cortes

En el contenido de K en el tejido vegetal de follaje, en los tres cortes, los tratamientos no realizaron efecto significativo; sin embargo, en el tejido vegetal de raíz si lo efectuaron (Cuadro 9). De forma gráfica (Figuras 14 y 15), se presenta que: en el primer corte, los valores presentados con la aplicación de todos los tratamientos, fueron muy similares y sobresale la adición del FK8 porque es mayor que la SN en 18 por ciento. En el segundo y tercer corte, fue algo similar solo que los valores más inferiores se presentaron al agregar el FK8 en ambos cortes y los superiores valores fueron al aplicar la SN, porque con este compuesto químico se adelantó al orgánico-mineral en 71 y 57 por ciento, respectivamente al FK8. También, en el tejido vegetal de raíz se presentó que

con la aplicación de la SN el valor fue mayor que al agregar el Fulvato de K a la cantidad de 10 ml L-1 (FK10), en 39 por ciento.

Cuadro 9. Análisis de varianza del contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje, en los tres cortes, en la etapa de producción de planta de tabaco, con la adición de un Fulvato de potasio.

Variable	Valor de F	Valor de p
K1	0.68	0.567 ^{NS}
K2	1.03	0.389 ^{NS}
K3	0.72	0.547 ^{NS}

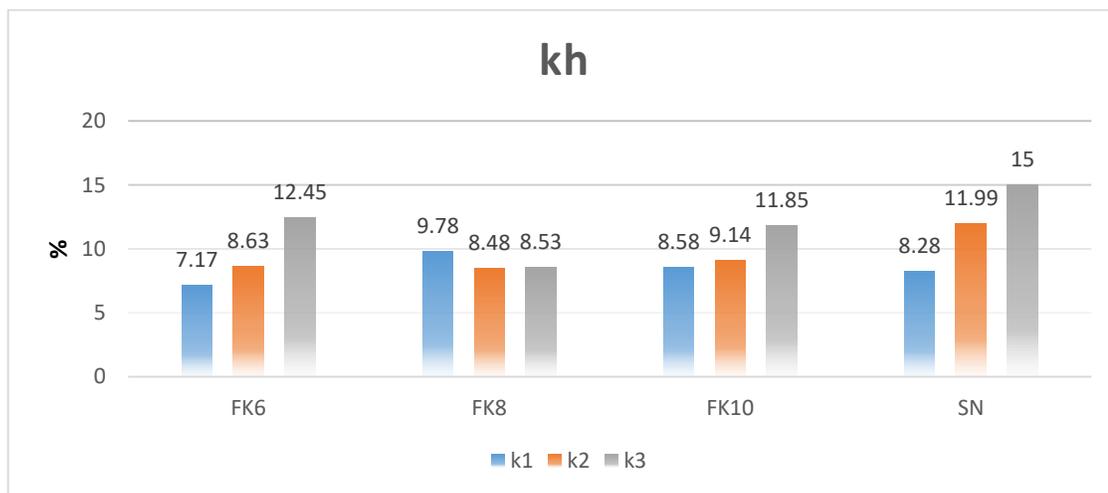


Figura 14. Contenido de potasio en el tejido vegetal de follaje (KH), en los tres cortes, en la etapa de producción de tabaco variedad "Virginia" con la adición de un fulvato de potasio (FK).

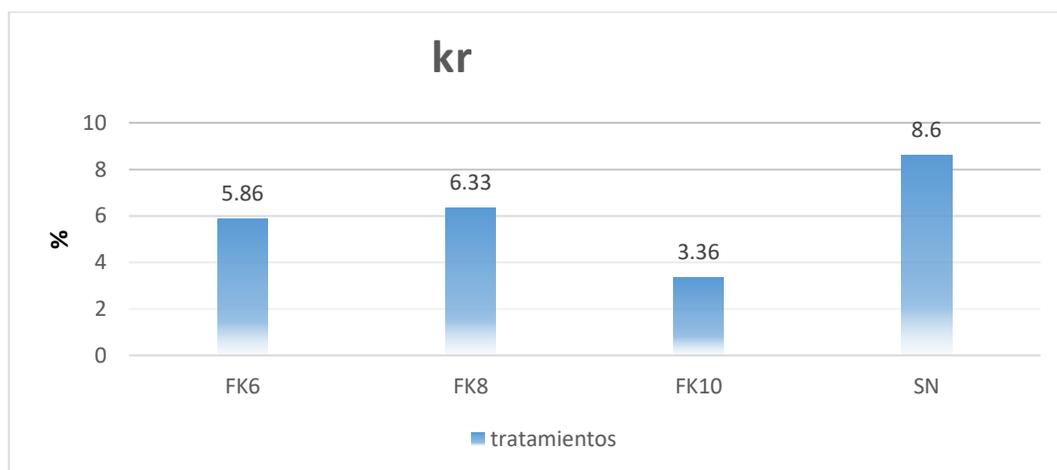


Figura 15. Contenido de potasio en el tejido vegetal de raíz (KR), en los tres cortes, en la etapa de producción de tabaco variedad "Virginia" con la adición de un fulvato de potasio (FK).

5.4 DISCUSIÓN

Como discusión, se puede decir que los ácidos fúlvicos (AF), son la fracción de la materia orgánica que permanece en solución a cualquier condición de pH. Los AF tienen alta acidez total, gran cantidad de grupos funcionales carboxilo (-COOH), alta adsorción de iones y por ello, alta capacidad de intercambiar cationes (Calvo *et al.*, 2014); gracias a esto, los AF son responsables de la quelatación de los cationes (Lobartini *et al.*, 1998).

Una gran cantidad de investigadores, han reportado el efecto de la quelatación de iones por los AF (Zimmerli *et al.*, 2008; Zhang *et al.*, 2010); esto, concuerda con lo encontrado en este trabajo al presentar que el Fulvato de K (FK), realizó efecto altamente significativo al aumentar el peso fresco y seco del vástago y la raíz de la plántula del tabaco, en las etapas de plántula y “Repique”. En la etapa de producción, el FK realizó efecto positivo al aumentar el peso fresco y seco de la hoja, del área foliar y el peso fresco y seco, el diámetro y la longitud del tallo.

En el contenido de K en el tejido vegetal de follaje y raíz, el FK no realizó efecto positivo en las etapas de plántula y producción; pero, en la etapa de “Repique” si lo efectuó. Aquí, de acuerdo con los resultados obtenidos del K en la raíz fueron superiores a los presentados en el follaje, lo que no concuerda con lo establecido por David *et al.*, (2014), Calvo *et al.*, (2014) y Canellas y Olivares (2014), al establecer que los AF sirven como agentes quelatantes de cationes, estos elementos son llevados al torrente xilemático, a través de las membranas de las células vegetales de la raíz por acción de enzimas como la ATP-asa. En este trabajo, lo anterior se presentó porque en las etapas de plántula y “Repique”, se empleó como sustrato para la producción de la plántula, la mezcla de “peat moss” y “perlita” y en la etapa de producción, suelo con características muy adversas para la disponibilidad del K.

VI. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIÓN

En este trabajo, el objetivo fundamental fue determinar una dosis del Fulvato de K que aumentara la calidad del tabaco; sin embargo, para las variables medidas en las diversas etapas del estudio, se presentó el efecto de diferentes dosis, por lo que no se puede establecer algo concluyente y por ello, se recomienda se realice otro experimento, con el cambio de algunos factores como el suelo e la etapa de producción y las hojas del tabaco, se seque al medio ambiente y no en estufa, como lo realizan los productores. Esto último, puede afectar el contenido del K en el tejido vegetal de follaje.

VII. LITERATURA CITADA

Manuel Llanos Company. 1981. El tabaco, manual técnico para el cultivo. Descripción sistemática y genética del tabaco. 17-26. Tipos y Clasificación comercial del tabaco. 35-42. La Calidad del Tabaco. 74-80. La planta y el medio ambiente. 92. La Fertilización. 116-119. El trasplante. 145. El riego. 157. Labores Culturales. 165-168. Madurez y Cosecha. 179-181.

A. Zamora de la Fuente. 2000. El tabaco y su cultivo.

Tabacos del Pacífico Norte. Manual Técnico de Planteros Flotados. 2016.

Goodspeed, T.H. 1957. The genus Nicotina, 536 pp, whatman, Mass, Chronica botánica.

Akinremi, O. O., Janzen, H, H. H., Lemke, R. L., Larney, F. J. 2000. Response of canola, wheat and Green beans to leonardite additions. Can. J. Soil Sci. 80:437-443

Marschener, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition. Academic Press Inc. London.

Marschner, H. 1995. Functions of mineral nutrients: micronutrients. Iron, In Mineral Nutrition of Higher Plants, Academic Press, Cambridge, U.K., pp. 313-324.

Drozd, J. 1978. Studia Nad Wlasciwosciami Chemicznymi Ifizkochemicznymi zwiaskow

Prochnicznych Nicktorychjednostek Taksonomicznych Gleb. Zeszyty Naukowe AR we Wroclawiu nr. 13, Wroclaw.

Fernando de Montero. 1942. Tabacos Oscuros y Tabacos Claros en España.

Karl Schmidt. 1995. Bases para el riego artificial de campos de tabaco, según los resultados de las investigaciones de vegetación.

Calvo, P., L. Nelson and J. W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant Soil. 383: 3-41.

AIKEN, G.R., McKNIGHT, D.M., WERSHAW, R.L. y MaCCARTHY, P. 1985. In G.R. Aiken D.M. McKnight, R.L. Wershaw, P. MacCarthy (Eds.) Humic Substances in Soil, Sediment, and Water, John Wiley, New York, 1-9.

Cakmak. 2005. Forgotten Element in Crop Production. I Segundo Simposio Internacional en Nutrición Vegetal.

AYUSO, L.M. 1995. Utilización de residuos urbanos como enmiendas orgánicas sólidas y líquidas: Valoración agronómica y efectividad frente a enmiendas tradicionales. Tesis Doctoral. CEBAS-CSIC. Murcia.

PASCUAL, J.A., AYUSO, M., HERNÁNDEZ, T. y GARCÍA, C. 1997. Fitotoxicidad y valor fertilizante de enmendantes diferentes orgánicos. *Agrochimica XLI* 1,2; 50-61.

Canellas, L.P. and F. L. Olivares. 2014. Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 1-11. A Springer Open Journal.

David, J., D. Smejkalova, S. Hudecova, O. Zmeskal, R. von Wandruska, T. Gregor and J. Kucerik. 2014. The physic-chemical properties and biostimulative activities of humic substances regenerated from lignite. *Springer Plus a Springer Open Journal*. 3-156.

Lobartini, J.C., K.H. Tan and C. Pape. 1998. Dissolution of aluminium and iron phosphate by humic acids. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 29:535-544.

Stevenson, F. J. 1994 *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction*. John Wiley & Sons, New York, USA.

Zimmerli, L., B.H. Hou and C.H. Tsai. 2008. The xenobiotic beta-aminobutyric acid enhances *Arabinopsis thermotolerance*. *Plant J.* 53:144-156.

Zhang, X., K. Wang and E.H. Ervin. 2010. Optimizing dosages of seaweed extract-based cytokinins and zeatine bioside for improving creeping bentgrass heat tolerance. *Crop Sci.* 50:316-320.

<http://www.fao.org/docrep/007/y4997s/y4997s0m.htm>

<https://www.gob.mx/busqueda?utf8=%E2%9C%93&site=siap&q=TABACO>

<http://www.batmexico.com.mx/>