

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN EN TABACO  
NEGRO, RETALHULEU  
TESIS DE GRADO

**RONALD CESARIO PEREZ BARRIOS**  
CARNET 26847-03

COATEPEQUE, MAYO DE 2018  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN EN TABACO  
NEGRO, RETALHULEU  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**RONALD CESARIO PEREZ BARRIOS**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

COATEPEQUE, MAYO DE 2018  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. ERICK FERNANDO MARTÍNEZ GÓNZALEZ

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

Coatepeque 05 de Mayo del 2018

Consejo de La Facultad

Ciencias Ambientales y Agrícolas

Presente

Estimados miembros del consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante: **Ronald Cesario Pérez Barrios**, camé No. **26847-03**, titulada: **'EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN EN TABACO NEGRO, RETALHULEU'**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Erick Fernando Martínez González

Colegiado no. 1,530

Cod. URL 7701



**Universidad  
Rafael Landívar**  
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06936-2018**

### **Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante RONALD CESARIO PEREZ BARRIOS, Carnet 26847-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0658-2018 de fecha 20 de abril de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN EN  
TABACO NEGRO, RETALHULEU**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 2 días del mes de mayo del año 2018.

**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**



## AGRADECIMIENTO

- A DIOS: Por ser la luz que me ilumina en todo momento y me da la fortaleza para seguir adelante. A el sea la honra y la gloria por siempre.
- MIS PADRES: David Pérez Roblero, Guadalupe Barrios de León (QEPD) gracias por educarme sabiamente y apoyarme en todo momento para ser una mejor persona.
- E.F.A: Escuela de Formación Agrícola San Marcos, fundamentos de mis conocimientos.
- U.R.L: La Universidad Rafael Landívar, Especialmente a las autoridades y docentes de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas sede regional de Coatepeque, Quetzaltenango por la oportunidad de profesionalizarme.
- ASESORES: Ing. Agr. Erick Fernando Martínez González, Ing. Agr. David Huinac por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.
- CASA EXPORT LIMITED: Por darme la oportunidad de realizar la investigación, y compartir todos sus conocimientos acerca del cultivo, especialmente al Gerente General Hugh Trustham, Sub Gerente Ing. Edgar de Puy y Gerente de Campo Ing. Agr. Jaime Callen Posadas.

## DEDICATORIA

- A DIOS: Me has mandado a esforzarme y ser valiente, ha no temer ni desmayar porque tu Jehová has estado conmigo en cada momento de mi vida.
- A MIS ABUELOS: Placido Barrios, Aurora Ramírez, Moisés Pérez (QEPD) Florinda Roblero; porque através de mis padres me han infundido aliento de superación.
- A MIS PADRES: David Pérez Roblero, Guadalupe Barrios de León (QEPD) (que desde el cielo comparten mis exitos) gracias por darme el ejemplo de lucha, de entrega y amor al trabajo.
- A MI ESPOSA: Candy Adriana Rodas De León; por su sacrificio, comprensión y apoyo durante los años de mi carrera.
- A MIS HIJOS: Ronald Adrian, Isabella Marybel Pérez Rodas; para que mis éxitos académicos sean las huellas que marquen el camino que un día han de caminar.
- A MIS HERMANOS: David, Edy, Roxana Pérez Barrios; por apoyarme en todo momento y demostrarme cariño de hermanos.
- A MIS SOBRINOS: Porque es parte de mi responsabilidad darles el mejor ejemplo.
- A MIS TIOS: Especialmente a Manolo Barrios, gracias por sus sabios consejos y abrirme la puerta de esta linda profesión mil gracias.
- A MIS PRIMOS: Especialmente a Guillermo de León (QEPD) y Yurandir Hurtado.
- A MI FAMILIA: Que de una u otra forma han contribuido en mi formación.
- A MIS AMIGOS: Especialmente Ing. Agr. Cristian Santos, promoción 98-2000 EFA, promoción 2017 URL Coatepeque.
- A USTED: Como una forma de respeto y agradecimiento
- .

## INDICE

	Página
RESUMEN .....	vi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. MARCO TEORICO.....	2
2.1 ANTECEDENTES.....	2
2.2 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO.....	4
2.3 CARACTERISTICAS TAXONOMICAS.....	4
2.4 TAXONOMIA.....	5
2.5 IMPORTANCIA ECONOMICA.....	6
2.6. EXIGENCIA DEL CULTIVO.....	7
2.7 DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA.....	8
2.8 FERTILIZACION DEL TABACO.....	8
2.8.1 Nitrógeno.....	9
2.8.2 Fósforo.....	9
2.8.3 Potasio.....	9
2.8.4 Calcio.....	10
2.8.5 Magnesio.....	10
2.9 Riego.....	11
2.10 Recolección y curado (secado).....	11
2.11 Importancia del tabaco en los estudios de nutrición.....	12
III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	13
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo.....	13
IV. OBJETIVOS.....	15
4.1 General.....	15
4.2 Epecíficos.....	15
V. HIPÓTESIS.....	16
VI. METODOLOGÍA .....	17
6.1 Localización del área de estudio.....	17
6.2 Material experimental.....	17
6.3 Factores a estudiar.....	18
6.3.1 Factor "A" Programas de fertilización.....	18
6.3.2 Factor "B" Densidades de siembra.....	19
6.4 Descripción de los tratamientos.....	19

6.5	Diseño experimental. ....	20
6.6	Modelo estadístico. ....	20
6.7	Unidad experimental. ....	20
6.8	Croquis de campo. ....	21
6.9	Manejo agronómico del experimento. ....	21
6.9.1	Preparación de suelo. ....	21
6.9.2	Establecimiento del cultivo. ....	23
6.9.3	Control de malezas. ....	24
6.9.4	Aporque. ....	24
6.9.5	Control fitosanitario. ....	24
6.9.6	Fertilización. ....	24
6.9.7	Despunte o desbotonado y deshije. ....	25
6.9.8	Riego. ....	25
6.9.9	Cosecha. ....	25
6.9.10	Postcosecha. ....	26
6.10	Variables de respuesta. ....	26
6.11	Análisis de la información. ....	28
6.11.1	Análisis estadístico. ....	28
6.11.2	Análisis económico. ....	28
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	29
VIII.	CONCLUSIONES. ....	38
IX.	RECOMENDACIONES. ....	39
X.	BIBLIOGRAFÍA. ....	40
	ANEXOS. ....	43

## INDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Comportamiento de ingresos generados por el cultivo de tabaco en Guatemala en las últimas tres cosechas.....	6
Cuadro 2. Dosis de fertilizantes para diferentes tipos de tabaco .....	10
Cuadro 3. Programa de fertilización (Porcentaje/elemento/fórmula) en tabaco. ....	19
Cuadro 4. Programa de fertilización (kg/fórmula/ha) de tabaco. ....	19
Cuadro 5. Densidades de siembra .....	19
Cuadro 6. Tratamientos evaluados (interacciones) .....	20
Cuadro 7. Resultados del ANDEVA, para la variable rendimiento de hoja de tabaco en kg/ha, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. ....	29
Cuadro 8. Resultados del ANDEVA, para la variable diámetro de tallo de tabaco en mm, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.....	31
Cuadro 9. Resultados del ANDEVA, para la variable número de hojas, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.	32
Cuadro 10. Resultados del ANDEVA, para la variable área foliar, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu..	34
Cuadro 11. Costos que varían y beneficios netos por tratamiento.....	35
Cuadro 12. Determinación de dominancia de los tratamientos evaluados.....	35
Cuadro 13. Determinación de la tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados.....	36
Cuadro 14. Análisis de residuos de tratamientos no dominados.....	37
Cuadro. 15. Boleta de recolección de datos para las variables: Diámetro (mm), Longitud, Ancho (cm) y Número de hojas por planta. ....	45
Cuadro 16. Boleta de recolección de datos para la variable del peso al final del beneficiado. ....	45
Cuadro 17. Rendimientos de tabaco en kg/ha, obtenidos en ensayo en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.....	46

Cuadro 18. Resultados de la variable diámetro de tallo de tabaco en mm, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.....	46
Cuadro 19. Resultados de la variable número de hojas, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.....	47
Cuadro 20. Resultados de la variable área de hoja, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.....	47
Cuadro 21. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento uno.....	48
Cuadro 22. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento dos.....	49
Cuadro 23. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento tres.....	50
Cuadro 24. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento cuatro.....	51
Cuadro 25. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento cinco.....	52
Cuadro 26. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento seis.....	53
Cuadro 27. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento siete.....	54
Cuadro 28. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento ocho.....	55
Cuadro 29. Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento nueve.....	56

## INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Área de la unidad experimental.....	21
Figura 2. Croquis de campo del área de investigación. ....	21
Figura 3. Área del experimento, arada y rastreada. ....	22
Figura 4. Trazo, identificación del experimento e instalación del sistema de riego.....	22
Figura 5. Pilonos de tabaco, variedad comercial Ky-160 utilizada en el experimento. ....	23
Figura 6. Siembra del experimento. ....	23
Figura 7. Primera fertilización del experimento, inserto pesaje del fertilizante. ....	25
Figura 8. Determinación de rendimiento por tratamiento, pesaje de hojas cosechadas. ....	27
Figura 9. Promedios de grosor de tallo en tabaco, por tratamientos. ....	27
Figura 10. Promedios de número de hojas en tabaco, por tratamientos. ....	32
Figura 11. Promedios de área foliar en tabaco, por tratamientos. ....	33
Figura 12. Mapa del departamento de Retalhuleu, mostrando el Centro Dos La Máquina. ....	43
Figura 13. Ubicación de la Línea C-12 Samalá Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa seca, Retalhuleu. ....	27

## EVALUACIÓN DE DENSIDADES DE SIEMBRA Y PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN EN TABACO NEGRO, RETALHULEU

### RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron densidades de siembra (a) 18,325; b) 20,316 y c) 23,364 plantas por hectárea) y los programas de fertilización F1) 7.56% de nitrógeno, 7.93% de fósforo, 3.38% de potasio, 2.76% de magnesio y 3.38% de azufre, F2) 9.75% de nitrógeno, 0.74% de fósforo, 6.7% de potasio y 1.89% de calcio y F3) 7.76% de nitrógeno, 6.44% de potasio, 0.46% de magnesio y 0.46% de azufre, sobre el rendimiento de tabaco tipo negro (*Nicotiana tabacum*, L.) variedad KY-160. La investigación se realizó en el Centro Dos del Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu. Se utilizó un diseño experimental bi factorial con arreglo combinatorio en bloques al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables de respuesta evaluadas fueron: diámetro de tallo, número de hojas por planta, longitud de hoja, ancho de hoja, área foliar y rendimiento. Los resultados mostraron que los nueve tratamientos se expresan de la misma manera en cuanto al rendimiento de hoja de tabaco por hectárea, aunque en campo se observó que los tratamientos con la más alta densidad de siembra (23,364 plantas por hectárea) presentaron mayores rendimientos; pero esa diferencia no fue significativa. Económicamente, la densidad de 23,364 plantas por hectárea (0.40 metros entre planta y 1.07 entre surco) y aplicar el programa de fertilización F2, en tres aplicaciones durante el tiempo del cultivo (a los 2, 18 y 35 días después del trasplante), obtuvo la mayor rentabilidad (67.05%), en comparación al resto de tratamientos.

# 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), es considerado nativo de América; pero existen diferentes versiones sobre su producción y cultivo en los países orientales, que en la actualidad no se ha podido discernir con claridad su origen. El tabaco ya se cultivaba en América cuando llegaron los españoles; los nativos lo utilizaban masticando, fumándolo en pipa o en forma de cigarrillos, además lo empleaban en ceremonias religiosas como símbolo de confianza entre los que compartían la pipa. Su importancia social radica por ser un cultivo intensivo que emplea bastante mano de obra, ya que requiere en término medio unas 2,200 horas de trabajo por hectárea, más que cualquier otro tipo de cultivo.

En Guatemala este cultivo se ha constituido una fuente importante de trabajo. Su manejo demanda conocimientos profesionales, por lo que la mano de obra es un rubro de importancia económica, ya que es generador de divisas y fuente de mano de obra calificada y semi calificada, solventando de alguna manera el desempleo en la costa suroccidental del país, tal es el caso del Centro Dos, Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

El tabaco al igual que otros cultivos ha desarrollado variedades con características específicas que satisfacen la demanda del consumidor. La variedad comercial KY-160 es un tabaco tipo negro, que ha tomado importancia ya que debido a su palatabilidad se comercializa para masticar, por lo que es consumido principalmente por jugadores de Base ball, Básquet ball, futbol americano, etc. Las características anatómicas de las plantas de esta variedad son diferentes a las plantas que producen tabaco tipo Burley, ya que sus hojas son grandes, además, las investigaciones referentes a este tipo de tabaco son escasas, esto ha motivado la búsqueda de alternativas para incrementar la producción por unidad de área y mejorar la calidad de las hojas cosechadas. En estas expectativas se propuso la presente investigación con la finalidad de evaluar distintas densidades de siembra y distintos programas de fertilización, investigación que se llevó a cabo en la Línea C-12 Samalá Centro Dos La Máquina, San Andrés Villaseca, Retalhuleu.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

El cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), es considerado una de las plantas de mucha importancia, ya que se ha difundido por todo el continente con carácter netamente económico, especialmente en la zona del trópico entre los 40° Norte y los 30° Sur (García, 1998).

Oñoro (1974), realizó estudios con la variedad de tabaco Cubita 12. Los fertilizantes (N, P y K) se aplicaron a cada planta, a los 3 días del transplante, colocándolos a 10 cm al lado de la planta y a 15 cm de profundidad. En todos los tratamientos se determinó el rendimiento, la combustibilidad y los componentes químicos de las hojas; azúcares reductores, nicotina, N total y pH. Se analizó la influencia de los niveles de fertilizantes y de las interacciones en cada una de tales características. Se encontró respuesta significativa en el rendimiento al aplicar fertilizantes (con y sin drenaje), especialmente el N combinado con el P. El contenido de azúcares se incrementó con aplicaciones de P. El uso de altas dosis de N aumentó el pH, disminuyendo la calidad de la hoja a medida que se acercó a la alcalinidad. En cuanto al K, aparentemente el del suelo fue suficiente para el crecimiento y la buena calidad de la hoja de tabaco.

Cantuarias (2001), llevó a cabo una experiencia de campo con el objetivo de evaluar el efecto de un programa de fertirrigación sobre el rendimiento y calidad del tabaco negro. Para ello, se establecieron dos parcelas demostrativas en la temporada 1999/00, sobre un suelo Ferralítico rojo compactado (Sistema Cubano de Clasificación) de textura arcillosa, en el área de la empresa Tabacalera Lázaro Peña, provincia Habana, Cuba. Se evaluó la variedad Habana 92, a una densidad de plantación de 0,35 x 0,9 m. además se evaluaron dos tratamientos: a) Fertilización convencional, correspondiente a una mezcla de fertilizantes granulares, con la fórmula 10-6-16, compuesta por sulfato de amonio, superfosfato triple, sulfato de potasio y sulfato de magnesio, en tres parcialidades, y b) Fertirriego con nitrógeno y potasio, más una aplicación de fondo de una mezcla 14-20-20, compuesta por sulfato de potasio, superfosfato triple, nitrato de potasio, sulfato de potasio y sulfato de magnesio. Las dosis de nutrientes aplicados en

ambos tratamientos fue 120-72-192 y 123-72-171 ka/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, para sistema convencional y fertirriego, respectivamente. La fertilización a base de fertilizantes solubles fue un 33% superior en rendimiento total al sistema convencional, permitiendo incrementar considerablemente el porcentaje de hojas de exportación y duplicar el ingreso bruto del cultivo.

Henríquez (2000), realizó un estudio con el objeto de evaluar la frecuencia de aplicación de un fertilizante comercial, en la producción de plántulas de tabaco burley 49, cultivadas en sistema flotante. Para tal efecto se utilizó un invernadero tipo toril, ubicado en la estación experimental Panguilemo, de la Universidad de Talca, séptima región. Este experimento se condujo por un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques y cuatro tratamientos, correspondiendo estos a las frecuencias de aplicación de fertilizante. Como tratamiento control, se utilizó la parcialización usada por los productores, la cual consiste en 0,5 g/l de fertilizante el día 10 y 0,5 g/l el día 40 después de siembra. Para los demás tratamientos también se consideró la primera fecha de parcialización, variando solamente el día de la segunda aplicación. De esta manera, los tratamientos se resumen en: (T1): Parcialización día 10 y día 40, (T2): Parcialización día 10 y día 30, (T3): Parcialización día 10 y día 20, y (T4): Aplicación de toda la dosis el día 10.

El balance de nitrógeno mostró que no existieron diferencias significativas para el N absorbido por las plantas, en las evaluaciones realizadas los días 60 y 80, después de siembra, no así el día 70 cuando se registraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Respecto a la pérdida de nitrógeno, solo se detectaron diferencias significativas los días 60 y 70. En general, después de transcurridos 80 días a partir de la siembra, la concentración de nitrógeno residual existente en las piscinas fue despreciable. La conclusión principal de este trabajo fue que la dosis del fertilizante (Plantex) puede aplicarse en un solo momento, el día 10 después de la, siembra. Lo anterior, basado en que no se encontraron diferencias respecto de la producción de plántulas y la pérdida de nitrógeno.

## 2.2 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

Todos los tabacos cultivados pertenecen al género *Nicotiana*, nombre que fue dado en 1565 por Jean Nicot, considerado uno de los padres de esta planta. El género *Nicotiana* está dividido a su vez en numerosas especies que se clasifican en subgrupos. Tres subgrupos son los más importantes por su interés para el cultivo: *Nicotiana rústica*, *Nicotiana tabacum* y *Nicotiana petunoide*. Sin embargo, el 90% del tabaco cultivado industrialmente en el mundo pertenece a la especie *Nicotiana tabacum*, y podemos dividirlo en cinco grandes tipos de tabaco o grupos de variedades: tabacos oscuros, tabacos claros Burley, tabacos claros Virginia, tabacos orientales y tabacos curados al humo (Colindres, 2003).

El tabaco pertenece a la familia de las Solanáceas, siendo su dotación cromosómica de 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: *Nicotiana tomentosiformis* y *N. sylvestris*, el género *Nicotiana* incluye alrededor de setenta especies en América y Australia, se le cultiva desde el año 1630 en Virginia y Maryland, Estados Unidos (Colindres, 2003).

El híbrido entre ambas especies sería estéril y para reproducirse habría sido necesaria la duplicación de sus cromosomas. Esto pudo ocurrir de modo espontáneo en la naturaleza, fue clasificado por Linneo en 1753, descubriendo varias especies de uso comercial en 1763 (Fernández, 1974).

La planta de tabaco llegó a Europa desde América, al igual que la papa o el maíz. Tras ser condenada por la Inquisición, se puso de moda en el siglo XVI, primero como planta ornamental y después por el uso medicinal y lúdico de sus hojas secas, su origen es Sur América, en las altiplanicies de Argentina, Bolivia, Chile y Perú (Cordón, 2000).

## 2.3 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Según Estrada (1999). El tabaco es una planta dicotiledónea de hojas lanceoladas, alternas, sentadas o pecioladas.

Flores hermafroditas, frecuentemente regulares, corola en forma de tubo más o menos hinchada, de color rojizo, terminado por un limbo con 5 lóbulos, gamopétala, en forma de tubo largo, se agrupan en panojas o racimos terminales. Casi todas las variedades son autógamias (las flores se abren después de la fecundación).

Fruto en cápsula recubierto por un cáliz persistente que abre en su vértice por dos valvas bífidas, semillas de color blanco de pequeñísimo volumen, numerosas y con tegumentos de relieves sinuosos más o menos acentuados. Planta vivaz, que rebrota al cortarse. Se cultiva como anual, aunque en sus climas de origen puede durar varios años. El tallo puede alcanzar los 2 metros de altura.

### 2.3.1 Características del material KY-160

De acuerdo a Pearce, Bailey y Walker (2016), la variedad KY-160 es una variedad menor curada al aire con madurez media y potencial de rendimiento relativamente bajo, pero excelente calidad de hoja curada. Tiene un hábito de crecimiento semi-erecto con hojas largas y estrechas y una textura de hoja muy suave. KY-160 tiene una alta resistencia al virus del mosaico del tabaco.

## 2.4 TAXONOMÍA

La planta de tabaco presenta la siguiente posición taxonómica (Ortez, 2005):

Reino: Vegetal

Subreino: Embryophyta

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pteropsida

Clase: Angiosperma

Subclase: Dicotiledonea

Orden: Tubiflora

Familia: Solanacea

Género: *Nicotiana*

Especie: *Nicotiana tabacum*

## 2.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA

La producción y el comercio del tabaco a nivel mundial se basa fundamentalmente en que las labores comerciales son una mezcla de hojas de tabaco de diverso origen cuyas calidades vienen determinadas por numerosos factores naturales o tecnológicos, como:

- Calidad de la variedad.
- Clima, suelo y agua de riego.
- Técnicas de cultivo, fertilización, controles fitosanitarios.
- Tecnología de la transformación: curado, fermentación, almacenamiento.

En Guatemala el comportamiento de las divisas generadas por éste cultivo en las últimas tres cosechas se presentó como se aprecia en el cuadro a continuación.

**Cuadro 1.** Comportamiento de ingresos generados por el cultivo de tabaco en Guatemala en las últimas tres cosechas.

COSECHA	Ha. SEMBRADAS	Kgs/Ha.	TOTAL PRODUCCION (Kgs)	PRECIO/Kgs. (Quetzales)	TOTAL (Quetzales)
2014/2015	120	2,102	252,240	22.8	5,751,072.00
2015/2016	135	2,102	283,770	22.8	6,469,956.00
2016/2017	175	2,234	390,950	23.00	8,991,850.00

(Casa Export Limited, , 2017)

De acuerdo al cuadro anterior, los ingresos por producción de tabaco en los últimos tres años ha superado los 8 millones de quetzales al año. Por otra parte, el tabaco es un cultivo intensivo en el uso de mano de obra, ya que requiere en promedio unas 2.200 horas de trabajo por hectárea, más que cualquier otro tipo de cultivo (Colindres, 2003). Los datos oficiales, generados por Casa Export Limited (2017) puntualizan que anualmente se benefician más de 5,00 familias con empleos directos y más de 20,000 personas beneficiadas de forma indirecta.

## 2.6. EXIGENCIAS DEL CULTIVO

En las regiones tropicales, con climas cálidos y húmedos, es donde mejor se cultiva. Le va bien la temperatura uniforme. En estos climas, las hojas transpiran poco y el grosor de la hoja disminuye dando mayor finura a la misma (Franco, 2002).

No debe haber grandes oscilaciones ni en temperatura ni en luminosidad. Las interrupciones vegetativas por sequía, exceso de humedad, descensos nocturnos de temperatura, aumentan la absorción del cloro lo que provoca una disminución en la combustibilidad de la hoja (Franco, 2002).

La temperatura óptima para el cultivo del tabaco varía entre los 18 y 28 °C. Durante su fase de crecimiento en semillero, requieren temperaturas superiores a los 16 °C, y desde el trasplante hasta la recolección se precisa un período libre de helada de 90-100 días (Fernández, 1974).

Los climas secos y cálidos producen una hoja más corta y con mayor contenido en nicotina. Un aporte de agua suficiente y una humedad ambiente elevada producen hojas más grandes y con menor proporción de nicotina (que es la tendencia actual del mercado).

Esta planta prefiere un poco de sequía a un exceso de agua que sería perjudicial.

También se ha observado que una humedad alta, al coincidir con períodos de luz, produce un aumento en el contenido en almidón y nicotina de las hojas.

En general se puede decir que el tabaco prefiere suelos francos, de preferencia suelto, profundo, que no se aneguen y que sean fértiles.

En los suelos arenosos se obtienen tabacos finos y de color claro, en suelos arcillosos dan productos más pesados. No debe sembrarse el tabaco en suelos donde haya cloruros, por lo que se deben evitar los suelos salinos (Fernández, 1974).

## **2.7 DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA**

Las distancias de siembra varían de acuerdo con el clima, la pendiente del terreno. Amplias distancias permiten que exista una buena entrada de luz, aireación y disminución del riesgo de problemas fitosanitarios. En cortas distancias y mayor número de plantas traerá consecuencias negativas, pues el manejo y control de enfermedades se hará más difícil.

Utilizar para la siembra definitiva la distancia de 0.90 m entre surcos y 0.30 m entre plantas. El ciclo productivo se extiende entre 85-90 días (Fernández, 1974).

Para el tabaco negro, Ramírez, Grullón y Tineo (2013) recomiendan las siembran a distancias mayores debido al gran desarrollo de su área foliar en comparación con otros tabacos. Sin embargo, con la selección de nuevas variedades y de líneas mejoradas, este criterio de marco de plantación ha ido cambiando.recomiendan distanciamientos de siembra entre surco de 0.80 a 1.20 metros y de 0.30 a 0.60 metros entre plantas

## **2.8 FERTILIZACIÓN DEL TABACO**

Las exigencias nutricionales del tabaco dependen de múltiples factores, pudiendo citarse los siguientes:

- Calidad a obtener
- Tipo de tabaco a producir
- Características físicas, químicas y biológicas del suelo
- Condiciones climáticas y medio ambientales (época o período de plantación)
- Utilización del riego, calidad y tipos de fertilizantes
- Calidad de las labores de atenciones culturales

De acuerdo a Casa Export Limited (2012), también es de suma importancia el método de aplicación de los nutrientes y para el caso del tabaco, cuando se aplican mezclas completas al momento de la siembra o cercano a ella, se recomienda aumentar la cantidad de fertilizante a aplicar, lo que disminuye el riesgo de concentración de sales en la zona radicular.

Particularmente para el tipo de tabaco Negro, Ramírez, Grullón y Tineo (2013) recomiendan que se deben realizar como mínimo dos aplicaciones de fertilizante durante el ciclo del cultivo. Además mencionan que Nunca se deben emplear fuentes de fertilizantes que contengan Cloro por sus efectos negativos para la calidad del tabaco, especialmente en la combustibilidad. El fertilizante debe incorporarse al suelo para evitar pérdidas por evaporación.

### **2.8.1 Nitrógeno**

La base fundamental para obtener una buena cosecha es una buena aportación de nitrógeno, pues este repercute directamente sobre el metabolismo del tabaco, manifestándose por un incremento en nicotina, nitratos y amoníaco en las hojas.

Indirectamente su acción influye en la asimilación de otros elementos, como el potasio y el fósforo que disminuyen. Los abonos nitrogenados más empleados son la urea y el sulfato amónico, que deben aplicarse entre 20 y 30 días antes del trasplante (Tremols, 2009).

### **2.8.2 Fósforo**

Es el encargado de acelerar el proceso de maduración de las hojas y principalmente ayuda a que las plántulas y las raíces se desarrollen más rápidamente (Ramírez, Grullón y Tineo, 2013). Su exceso produce hojas quebradizas y acartonadas. Su deficiencia hace que las hojas se vuelvan verde azuladas, porque aumenta la proporción de clorofila. La mejor fuente de fósforo para el tabaco son los superfosfatos, pues aumentan la acidez del suelo sólo en el período inmediato que sigue a su aportación (Tremols, 2009)

### **2.8.3 Potasio**

Es un elemento muy importante para la calidad de los tabacos. Las sales potásicas que se encuentran en las hojas confieren al producto industrial una óptima capacidad de combustión. La deficiencia en potasio se manifiesta en las hojas, pues éstas presentan

clorosis con los bordes encorvados hacia dentro, tienen menos consistencia, son más cortas y menos elásticas (Tremols, 2009).

#### 2.8.4 Calcio

Cuando se encuentra en exceso, da lugar a una ceniza compacta que dificulta el paso del aire al interior de los cigarrillos, dando lugar a una combustión incompleta (Tremols, 2009). El Calcio tiene un papel importante en diversas funciones de las plantas; su presencia en el jugo y en las paredes celulares es esencial para desarrollo del tabaco, lo que fortalece la estructura de la planta. Influye en el rendimiento de forma indirecta al reducir la acidez de los suelos y ponerlos aptos para la mejor absorción de otros nutrientes. (Ramírez, Grullón y Tineo, 2013).

#### 2.8.5 Magnesio

Un exceso de magnesio da lugar a una ceniza porosa, suelta y de color claro que mejora la combustión (Tremols, 2009). El átomo central de la molécula de clorofila es el Magnesio. Por lo general los suelos tienen menos Magnesio que Calcio, debido a que es soluble y, por tanto, lixiviable. En el tabaco, el Magnesio ayuda a que la ceniza sea porosa, suelta y de color claro, por lo que la relación Calcio/Magnesio en las hojas secas sea de gran importancia.

Las dosis de fertilizantes a aplicar dependen de muchos factores. En general para los diferentes tipos de tabaco se utiliza según requerimientos del cultivo:

**Cuadro 2.** Dosis de fertilizantes para diferentes tipos de tabaco

Tipo de tabaco	Kilogramos por hectárea			
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio
Tapado	130 – 150	30 – 45	150 - 170	20 - 25
Tabaco de sol	110 - 125	35 – 50	140 - 160	15 - 30
Tabaco / cigarrillo	100 – 120	30 – 50	130 – 150	15 – 30

(Morales, 1982).

## **2.9 RIEGO**

El tabaco como planta de gran desarrollo vegetativo y corto ciclo de crecimiento es exigente tanto en agua como en elementos nutritivos. La planta de tabaco en estado vegetativo contiene aproximadamente un 90% de su peso en agua.

La deficiencia en el suministro del agua en la plantación ocasiona una baja en el rendimiento y un producto poco combustible y por tanto de escaso valor para la industria. Por otro lado, un exceso de agua perturba igualmente el crecimiento normal de las plantas, cuyas hojas presentan un desarrollo excesivo de sus nervaduras y su fino tejido no resiste bien la fermentación.

Se ha demostrado que un aporte de agua abundante disminuye el contenido de nitrógeno protéico en las hojas y produce un aumento en el contenido de potasio y disminuye los de calcio y magnesio (Estrada, 1999).

## **2.10 RECOLECCIÓN Y CURADO (SECADO)**

Cuando las hojas alcanzan su madurez, cambian su color de verde a amarillo pálido brillante, la hoja se vuelve quebradiza y comienza una madurez progresiva que va de las hojas bajas a las altas. Una vez maduras las hojas se realiza el corte de forma manual y después el secado, éste es un proceso de pérdida de agua en condiciones controladas, para que las plantas u hojas, mantengan el mayor tiempo posible su actividad biológica y los cambios químicos y bioquímicos se produzcan del modo más adecuado para conseguir un producto de alta calidad. La extracción del agua en la hoja puede ser natural y artificial, cada una de las formas requiere un tipo de tabaco.

El grado de humedad óptimo en la hoja varía con la variedad y tipo de tabaco. Una vez curado el tabaco, debe contener un grado de humedad mínimo para que la hoja pueda manejarse sin romperse para que una vez empaquetado no se fermente rápidamente (Morales, 1982).

## 2.11 IMPORTANCIA DEL TABACO EN LOS ESTUDIOS DE NUTRICIÓN

Debido a su sensibilidad, el tabaco es una de las plantas de cultivo más ampliamente utilizado en los estudios de nutrición, especialmente los que se ocupan de deficiencias nutricionales. Muchos trastornos de influencia de factores debido a cantidades de nutrientes, plazos, formas, temperatura, acidez del suelo, transferir dentro de la planta, edad de las plantas etc. Una deficiencia de cualquier elemento esencial para los procesos metabólicos normales de las plantas de tabaco produce anomalías visuales, químicas o ambas. Una reducción en el crecimiento generalmente es provocada por estas anomalías, características típicas que proporcionan una base fiable para distinguir deficiencia de una planta con respecto a la otra. (Ferraris, 2008).

Los síntomas producidos por las deficiencias se dividen en general en dos grupos. Un grupo incluye los derivados de la falta de nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, que al parecer son fácilmente móviles en la planta. Inicialmente, los síntomas están localizados en las hojas mayores o menores, pero más tarde se propagan a lo largo de toda la planta. (Ferraris, 2008).

Otro grupo de síntomas consiste en las causadas por la falta de calcio, boro, manganeso, azufre y hierro, que, desde las manifestaciones de síntoma, son relativamente inmóviles y están localizadas en el crecimiento terminal que consiste en hojas superiores o yema. (Ferraris, 2008).

El efecto de la fertilización potásica en tabacos Virginia sobre la calidad de hojas. El agregado de potasio incrementa la proporción de hojas de tamaño superior y dentro de ellas el índice de valoración de calidad mejora considerablemente. El efecto del potasio sobre la calidad de hojas en tabaco y en otros cultivos es extensamente mencionado en la bibliografía internacional. El potasio participa en numerosos procesos fisiológicos de gran importancia sobre la productividad y calidad de las plantaciones de tabaco (Guardo, 2012), entre ellos:

- Turgencia celular
- Translocación de fotosintatos

- Resistencia a insectos y enfermedades
- Tolerancia al stress hídrico

Especial cuidado debe tenerse en evitar el uso de fuentes que contengan cloro ya que su uso reduce la calidad del producto (Guardo, 2012).

### III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Los productores de tabaco tipo negro (*Nicotiana tabacum* L.) del Centro Dos Parcelamiento La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, durante muchos años han enfrentado problemas debido al desconocimiento en las dosis de fertilizante y distanciamientos de siembra del cultivo, lo cual repercute en la producción, principalmente los que producen tabaco tipo negro, debido a los altos costos de insumos que se utilizan. Los rendimientos estáticos de las variedades empleadas y la exigencia de calidad.

Además, las investigaciones referentes a este cultivo son escasas, esto ha motivado la búsqueda de alternativas para incrementar la producción por unidad de área y mejorar la calidad de las hojas cosechadas. Esta es la expectativa de la evaluación de distintas distancias de siembra y diferentes programas de fertilización, con lo que se busca ofrecer opciones técnicas que ayuden al productor a solventar esta problemática.

En general no se realizan estudios de suelos, razón por la cual la disponibilidad de nutrientes puede ser sobre o subestimada. Por lo que se hace necesario realizar estudios que favorezcan al productor para hacer eficiente los procesos de producción en el cultivo, la introducción de la variedad KY-160, la cual se describe como un material vegetal de mayor desarrollo ocupando una mayor área, razón por lo cual el realizar el estudio sobre distanciamientos de siembra y programas de fertilización se hace oportuno.

Se considera que el aprovechamiento de los nutrientes por el tabaco puede ser mejorado aunque aún no se dispone de la información necesaria. Es por ello, que ésta investigación se realizó utilizando la variedad comercial KY-160 tabaco tipo negro, de la cual no existe información de la zona, ya que hasta ahora se empezó a cultivar.

Este estudio tuvo como finalidad, medir su rendimiento bajo las condiciones de la Línea C-12 sector Samalá, Parcelamiento La Máquina, se evaluaron tres distanciamientos de siembra y tres programas de fertilización en condiciones de campo.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL

Evaluar densidades de siembra y programas de fertilización en tabaco negro (*Nicotania tabacum*, L.) variedad KY-160, en el municipio de San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.

### 4.2 EPECÍFICOS

- Determinar el efecto de tres densidades de siembra, tres programas de fertilización y la interacción de ambas, sobre el rendimiento (en kg/ha) de hoja de tabaco negro (*Nicotania tabacum*, L.) variedad KY-160.
- Estimar el efecto de tres densidades de siembra, tres programas de fertilización y la interacción de ambas, sobre el diámetro de tallo de tabaco negro (*Nicotania tabacum*, L.) variedad KY-160.
- Determinar el efecto de tres densidades de siembra, tres programas de fertilización y la interacción de ambas, sobre el número de hojas de tabaco negro (*Nicotania tabacum*, L.) variedad KY-160.
- Evaluar el efecto de tres densidades de siembra, tres programas de fertilización y la interacción de ambas, sobre el área foliar de tabaco negro (*Nicotania tabacum*, L.) variedad KY-160.
- Determinar la rentabilidad de los tratamientos evaluados en tabaco negro (*Nicotania tabacum*, L.) variedad KY-160.

## **V. HIPÓTESIS**

### **5.1 HIPÓTESIS ALTERNA**

Ha1: Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencia estadística significativa en el rendimiento de hojas de tabaco en la variedad KY-160.

Ha12: Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencia estadística significativa en el diámetro de tallo de tabaco en la variedad KY-160.

Ha3: Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencia estadística significativa en el número de hojas de tabaco en la variedad KY-160.

Ha4: Al menos uno de los tratamientos evaluados mostrará diferencia estadística significativa en el área foliar de hojas de tabaco en la variedad KY-160.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Centro Dos del Parcelamiento La Máquina, del municipio San Andrés Villa Seca Retalhuleu, se ubica sobre el sector Icán-Sis, sus coordenadas geográficas con respecto al meridiano de Greenwich son: latitud norte 14° 12' 24" y longitud oeste 91° 36' 07". Su altitud con respecto al nivel del mar es de 17 metros. Las temperaturas reportadas para el área son: temperatura mínima 22 °C, temperatura máxima de 32°C, con una media anual de 27 °C (Pineda, 1999).

De acuerdo con Pineda (1999), la precipitación anual es de 1300 – 1500 milímetros en 98 días de lluvia en la época de lluvia. La humedad relativa oscila alrededor del 84%. Los vientos van de Este a Oeste con velocidad moderada. Según De la Cruz (1982), el área se localiza en la zona de vida bosque húmedo sub-tropical cálido bh-S (c),

Según Simons, Tárano, Pinto (1959), los suelos corresponden al grupo IIA., suelos del litoral del Pacífico, de la serie Ixtán arcillosos (Ix), suelos bien drenados de textura pesada, superficial de color oscuro y subsuelo arcilloso, café rojizo. Comprendidos en la clase agrológica II, con pendientes del 2% al 4%, con algunas áreas de la clase III, con pendientes del 4% al 8%. Los suelos durante la siembra de segunda son ocupados en un 82% para la siembra del cultivo de ajonjolí, 10% cultivo de maíz y 8% tomate.

### 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Como material experimental se utilizó tabaco tipo negro de la variedad comercial KY-160 y tres formulaciones comerciales, que se presentan a continuación:

Material KY-160. Se caracteriza por producir hojas de 1 a 1.20 m. de longitud. El cual por ser una variedad de tabaco negro posee como limitante el distanciamiento, la cual responde mejor a distanciamientos de siembra cerrados, como lo mencionan Hernández, León y Hernández (2015). Además posee un ciclo de 120 días desde la siembra, germinación, desarrollo vegetativo, hasta la cosecha. (Ramírez, Grullón y Tineo, 2013).

Formulación 1 (F1): Fertilizante completo, en presentación de mezcla física granulada y una granulometría de dos milímetros con coloración gris-blanco y anaranjado. Composición en porcentaje de 7.56% de nitrógeno, 7.93% de fósforo, 3.38% de potasio, 2.76% de magnesio y 3.38% de azufre, distribuido por la casa comercial Disagro.

Formulación 2 (F2): Fertilizante completo, en presentación de mezcla física granulada y una granulometría de dos milímetros con coloración gris y blanco. Composición en porcentaje de 9.75% de nitrógeno, 0.74% de fósforo, 6.7% de potasio, 0.0% de magnesio y 1.89% de calcio, distribuido por casa comercial Yara.

Formulación 3 (F3): Fertilizante completo, en presentación de mezcla física granulada y una granulometría de tres milímetros con coloración blanca. Composición en porcentaje de 7.76% de nitrógeno, 0.0% de fósforo, 6.44% de potasio, 0.46% de magnesio y 0.46% de azufre, distribuido por casa comercial Yara..

## **6.3 FACTORES A ESTUDIAR**

Los factores fueron tres distanciamientos de siembra y tres programas de fertilización en la variedad de tabaco KY-160.

### **6.3.1 Factor "A" Programas de fertilización**

Los programas fueron definidos tomando como base los resultados del análisis de suelos que se presenta en anexos, considerando que los macro nutrientes estuvieron dentro de los rangos adecuados y los requerimientos del cultivo del cuadro dos según Morales (1,982), siendo los que se presentan a continuación.

**Cuadro 3.** Programas de fertilización (Porcentaje/elemento/fórmula) en tabaco.

CODIGO	%fórmula					
	N	P	K	MgO	S	Ca
F1:	7.56	7.93	3.38	2.76	3.38	0
F2:	9.75	0.74	6.7	0	0	1.89
F3:	7.76	0	6.44	0.46	0.46	0

**Cuadro 4.** Programa de fertilización (kg/fórmula/ha) de tabaco.

CODIGO	kg/fórmula/ha		
	1ra. Aplicación	2da. Aplicación	3ra. Aplicación
F1:	414	598	184
F2:	460	644	276
F3:	506	736	322

### 6.3.2 Factor "B" Densidades de siembra

**Cuadro 5.** Densidades de siembra

CODIGO	DENSIDAD DE SIEMBRA (plantas/ha)	DISTANCIAMIENTO (m)	DENSIDAD DE SIEMBRA/U.E
D1	23,364	1.07 X 0.40	50
D2	20,316	1.07 X 0.46	43
D3	18,325	1.07 x 0.51	39

### 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados fueron tres programas de fertilización y tres densidades de siembra, siendo las interacciones las siguientes:

**Cuadro 6.** Tratamientos evaluados (interacciones)

TRATAMIENTO	PROGRAMA DE FERTILIZACION	DENSIDAD DE SIEMBRA	INTERACCION
T1		D1	F1D1
T2	F1	D2	F1D2
T3		D3	F1D3
T4		D1	F2D1
T5	F2	D2	F2D2
T6		D3	F2D3
T7		D1	F3D1
T8	F3	D2	F3D2
T9		D3	F3D3

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño bi factorial con arreglo combinatorio de tratamientos, sometido a un diseño en bloques al azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ijk} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable de respuesta.

$\mu$  = Media común a todos los datos de la evaluación.

$\alpha_i$  = El efecto o impacto de  $j$  nivel de la variable programa de fertilización.

$\beta_j$  = Efecto del  $k$  valor de la variable de distanciamiento de siembra.

$\gamma_k$  = Efecto del  $k$ -ésimo bloque.

$(\alpha\beta)_{jk}$  = Efecto de la interacción entre programa de fertilización y distanciamiento de siembra.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental o efecto aleatorio asociado a cada unidad experimental.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Con fines de evaluación se utilizaron 36 unidades experimentales. La parcela bruta comprendió 4.28 m. de ancho con distanciamientos constante de 1.07 m. entre surco (4 surcos) y 5 m. de largo, se varió el distanciamiento entre plantas (0.40, 0.46 y 0.51m.).

La toma de datos se realizó en los dos surcos de la parte central de la parcela bruta omitiendo el efecto del borde la cual se le denominó parcela neta.

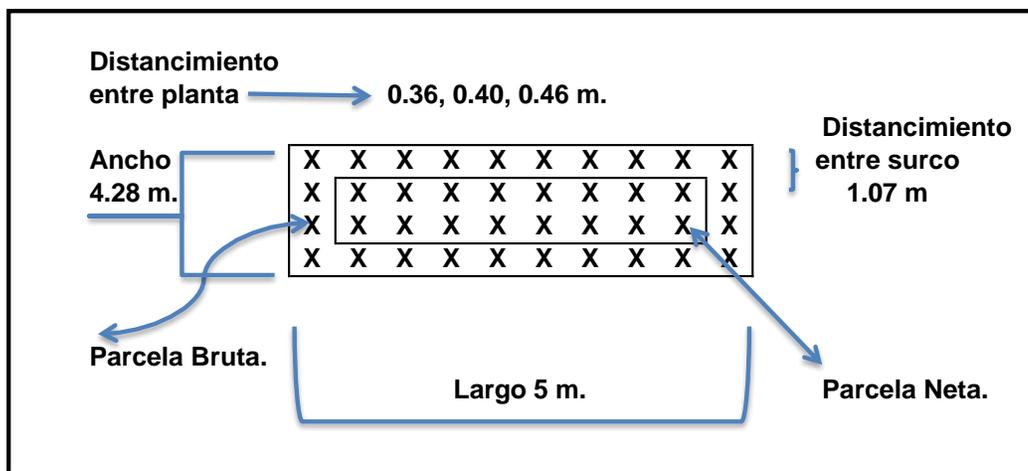


Figura 1. Área de la unidad experimental.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

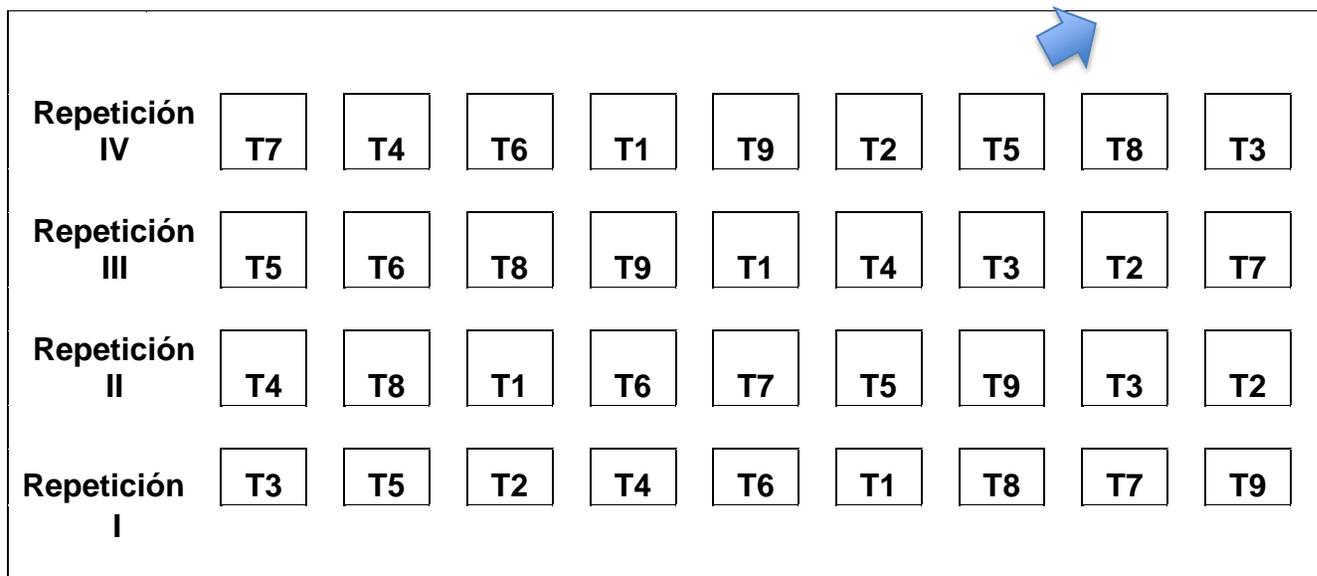


Figura 2. Croquis de campo del área de investigación.

## 6.9 MANEJO AGRONÓMICO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1 Preparación de suelo

La preparación del suelo se realizó de forma mecanizada, aplicando el sistema de labranza convencional. Se efectuó un chapeo y posteriormente se limpió el área. También se realizó un paso de arado, dos pasos de rastra pesada, como se muestra en las figuras 3 y 4.



Figura 3. Área del experimento, arada y rastreada.



Figura 4. Trazo, identificación del experimento e instalación del sistema de riego.

### 6.9.2 Establecimiento del cultivo

El trasplante se realizó de forma manual, utilizando marcadores artesanales con distanciamientos de 0.40, 0.46 y 0.51m., así mismo se utilizaron pilones de la variedad comercial Ky-160. (Figura 5)



Figura 5. Pilones de tabaco, variedad comercial Ky-160 utilizada en el experimento.



Figura 6. Siembra del experimento.

### 6.9.3 Control de malezas

Esta labor cultural se realizó con azadón de forma manual con la finalidad de evitar competencia de nutrientes y hospederos de cualquier tipo de plaga insectil durante los días 10, 20, 30 días después del trasplante.

### 6.9.4 Aporque

Durante el crecimiento se realizó un aporque utilizando como herramienta el azadón durante los días 25-30 días después del trasplante, para fijar mejor la planta.

### 6.9.5 Control fitosanitario

Se realizaron aplicaciones preventivas en el control de plagas (Bacillus thuringiensis® a razón de 0.35 kg/ha-1 y 0.45 kg/ha-1, respectivamente) y enfermedades fungosas (Serenade, a razón de 0.75, 0.75 y 1.2 L/ha respectivamente), se observó durante todo el cultivo que los umbrales permitidos de plagas no pasaran esos límites.

### 6.9.6 Fertilización

En este experimento se aplicaron las cantidades de nutrientes de forma manual utilizando como herramienta principal una chuza o chuzo y utilizando dosificadores de acuerdo a los programas propuestos en cada uno de los tratamientos. La fertilización se realizó a los 2, 18 y 35 días después del trasplante, incorporando el fertilizante al pie de cada una de las plantas en la primera y segunda aplicación, la tercera aplicación se aplicó en medio de cada surco de una manera uniforme sobre el suelo.

El proceso de la fertilización se ilustra en la figura 7.



Figura 7. Primera fertilización del experimento, inserto pesaje del fertilizante.

#### **6.9.7 Despunte o desbotonado y deshije**

Entre los 52 y 55 días, cuando aparecieron las inflorescencias, se realizó el despunte o desbotonado, esta práctica se realizó con el propósito de darle mayor consistencia a la hoja según las exigencias del cliente. En este caso se realizó en las 12 hojas promedio de la planta. Posteriormente se realizó a los 10 días después del despunte una supervisión para verificar la cantidad de hijos y realizar su respectivo deshije.

#### **6.9.8 Riego**

Las aplicaciones de riego se realizaron en los primeros 5 d.d.t con un promedio de 6 horas por día. Posteriormente se aplicaron los riegos con intervalo de 2 a 3 días con un promedio de 4 horas por turno, aplicando una lámina de 4 mm.

#### **6.9.9 Cosecha**

Cuando las hojas alcanzaron su madurez fisiológica, cambió su color de verde a amarillo pálido brillante, la hoja se volvió quebradiza y comenzó una madurez progresiva que va de las hojas bajas a las altas aproximadamente entre los 100 y 105 d.d.t. Una vez maduras las hojas se realizó el corte de forma artesanal, utilizando como herramienta principal el machete (corte mata), en horarios de 1 a 2 p.m.

### **6.9.10 Postcosecha**

Esta labor se realizó entre los 32 y 35 días después del corte, clasificando el tabaco en sus diferentes grados tales como: DL1, DL2, DC1, DC2, DCX, DX2 y DX4.

## **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **a) Diámetro del tallo**

Se midió el diámetro del tallo en milímetros en la parte donde están insertas la octava hoja aprovechable ubicada de la base del tallo a la parte superior de la planta. Se midió a los 15, 30 y 45 d.d.t.

### **b) Número de hojas por planta**

El conteo de número de hojas por planta se realizó de forma manual, realizándolo de abajo hacia arriba. El conteo se realizó a los 15, 30 y 45 d.d.t.

### **c) Longitud de hoja**

El largo de la hoja se determinó midiendo desde la base de la hoja hasta el ápice en cm, tomando la octava hoja aprovechable de la planta. Se tomaron datos a los 15, 30 y 45 d.d.t.

### **d) Ancho de hoja**

El ancho de la hoja se obtuvo midiendo en la parte central de la hoja en cm, tomando la octava hoja aprovechable de la planta. Se midió a los 15, 30 y 45 d.d.t.

### **e) Área foliar**

Se midió a los 15, 30 y 45 ddt en cm<sup>2</sup> y se utilizó la ecuación propuesta por Torrecilla (1980) que define lo siguiente:

$$A = KLW$$

Donde:

**A** es el área foliar, y **K** es el coeficiente que varía con la variedad o el tipo de tabaco y la posición de la planta, en este caso se utilizó  $K = 0.6331$ , recomendada por Quintero *et al.*, (1980). **L** es la longitud de la hoja y **W** es el ancho de la hoja.

#### **f) Peso al final del beneficiado**

Al finalizar el secado se pesó todos los grados de la clasificación para cada tratamiento. Para el proceso de secado y llegar a obtener esta variable se esperó de 32-35 días después del corte, pasando por un proceso de deshidratación y curación en la casa de curado. Esta operación fue de forma artesanal y la realizaron personas expertas en tabaco tipo negro. La medición de esta variable se ilustra en la figura 8.



Figura 8. Determinación de rendimiento por tratamiento, pesaje de hojas cosechadas.

#### **g). Rendimiento**

Se determinó el rendimiento en kg/ha para cada uno de los tratamientos a evaluar.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Una vez tabulados los datos de campo, se procedió a su análisis estadístico, mediante un análisis de varianza. Este análisis se realizó con la ayuda del programa SAS (Statistical Analysis System), todos aquellos resultados que mostraron diferencia estadística significativa, se sometió a una prueba de Tukey  $\alpha = 0.05$ , para comparación de medias. La medición de variables donde los datos sean producto de un conteo o su estimación sea producto de un porcentaje fué necesaria la transformación de estos datos.

### **6.11.2 Análisis económico**

Para el análisis del indicador económico de rentabilidad de los tratamientos se utilizó el método de: "Presupuestos parciales para experimentos agrícolas", el cual consiste en formular recomendaciones a partir de comparar los resultados financieros (rentabilidad) de una o más tecnologías alternativas. Por tanto, el proceso de aplicación de este enfoque debe generar una recomendación para los agricultores (Administración, 2008). Según –Administración- (2,008); para ello se llevó los registros de los gastos desde el inicio del cultivo hasta la cosecha, donde se determinaron los costos. De acuerdo al rendimiento se estimó el valor de la cosecha, para establecer los ingresos.

De acuerdo a Reyes (2001), para la determinación del tratamiento más rentable: Esta actividad se realiza comparando la tasa de retorno marginal (TRM) con la tasa mínima de retorno (TAMIR). En la serie de tratamientos no dominados, el más rentable es el último para el cual se cumple el siguiente criterio:

$$TRM = TAMIR$$

$$TRM = (\Delta BN / \Delta C.V.) * 100$$

Donde:

TAMIR = al 40% del riesgo en agricultura más 13.1% de tasa de interés en el mercado financiero de Guatemala, por costo de capital para cualquier otra inversión.

BN = Beneficio neto

C.V. = Costos que varían

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variable Rendimiento:

Los datos de la variable rendimiento de hoja de tabaco en kilogramos por unidad experimental fueron colectados en campo y tabulados en una hoja electrónica, donde fueron transformados a kilogramos por hectárea. Los datos procesados se presentan en anexos.

De acuerdo a los rendimientos obtenidos, se pudo establecer que los tratamientos 1, 4 y 7 presentaron los rendimientos medios mayores, pero para determinar si estas diferencias fueron significativas estadísticamente, a los datos anteriores se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En el cuadro siete se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 7. Resultados del ANDEVA, para la variable rendimiento de hoja de tabaco en kg/ha, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>S.C.</b>	<b>C.M.</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Repeticiones</b>	3	1011776.00	337258.656	3.22	
<b>Factor A</b>	2	71296.00	355648.000	0.34	0.72
<b>Factor B</b>	2	420288.00	210144.000	2.00	0.15
<b>Interacción</b>					
<b>AxB</b>	4	33472.00	8368.000	0.08	0.98
<b>Error</b>	24	2510848.00	104618.664		
<b>Total</b>	35	4047680.00			

C.V.= 7.94

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, estadísticamente, a un nivel de significancia del 5% y un coeficiente de variación de 7.94, no existió diferencia significativa entre el factor A, ni entre el factor B y tampoco en la interacción. Lo anterior significa que los nueve tratamientos se expresan de la misma manera en cuanto al rendimiento de hoja de tabaco por hectárea, con una media general de 4,029.44kg/ha, aunque en campo se observó que los tratamientos uno y siete presentaron un incremento de 276 kg/ha con relación al tratamiento cuatro que presentó la menor media.

### Variable Diámetro de tallo:

Se tomó la medida del diámetro del tallo en milímetros en la parte donde están insertas la octava hoja aprovechable ubicada de la base del tallo a la parte superior de la planta, presentando los resultados en anexos.

De acuerdo a los resultados de campo, se pudo establecer que los tratamientos presentan medias entre 8.13 y 8.94 centímetros, para la variable diámetro del tallo, por lo que para visualizar el comportamiento de los datos, se presenta la figura siguiente.

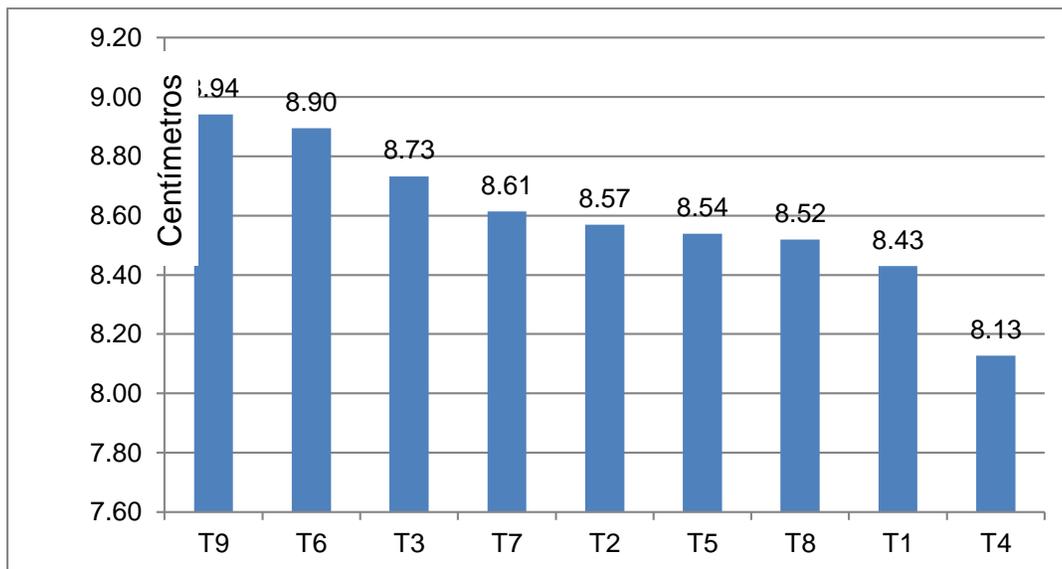


Figura 9. Promedios de grosor de tallo en tabaco, por tratamientos.

Gráficamente se pudo apreciar que el tratamiento 4 fue el que presentó la media menor. Para determinar si estas diferencias fueron significativas estadísticamente, a los datos anteriores se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 8. Resultados del ANDEVA, para la variable diámetro de tallo de tabaco en mm, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>REPETICIONES</b>	3	1.218994	0.406331	0.9365	0.560
<b>FACTOR A</b>	2	0.186523	0.093262	0.2149	0.810
<b>FACTOR B</b>	2	1.367676	0.683838	1.5761	0.226
<b>INTERACCION</b>	4	0.407715	0.101929	0.2349	0.915
<b>ERROR</b>	24	10.413330	0.433889		
<b>TOTAL</b>	35	13.594238			

C.V. = 7.66%

Estadísticamente, a un nivel de significancia del 5% y un coeficiente de variación de 7.66, no existió diferencia significativa entre el factor A, ni entre el factor B y tampoco en la interacción. Lo anterior significa que los nueve tratamientos se expresan de la misma manera en cuanto al diámetro del tallo, aunque gráficamente se observó que el tratamientos cuatro presentó una disminución en cuanto al grosor de tallo.

#### **Variable número de hojas:**

El conteo de número de hojas por planta se realizó de forma manual, realizándolo de abajo hacia arriba, a los 45 días después del trasplante, presentando los resultados en anexos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en campo, se pudo establecer que los tratamientos presentaron similares resultados, por lo que para visualizar de mejor manera el comportamiento de los resultados, se presenta el comportamiento de cada tratamiento, en la figura a continuación.

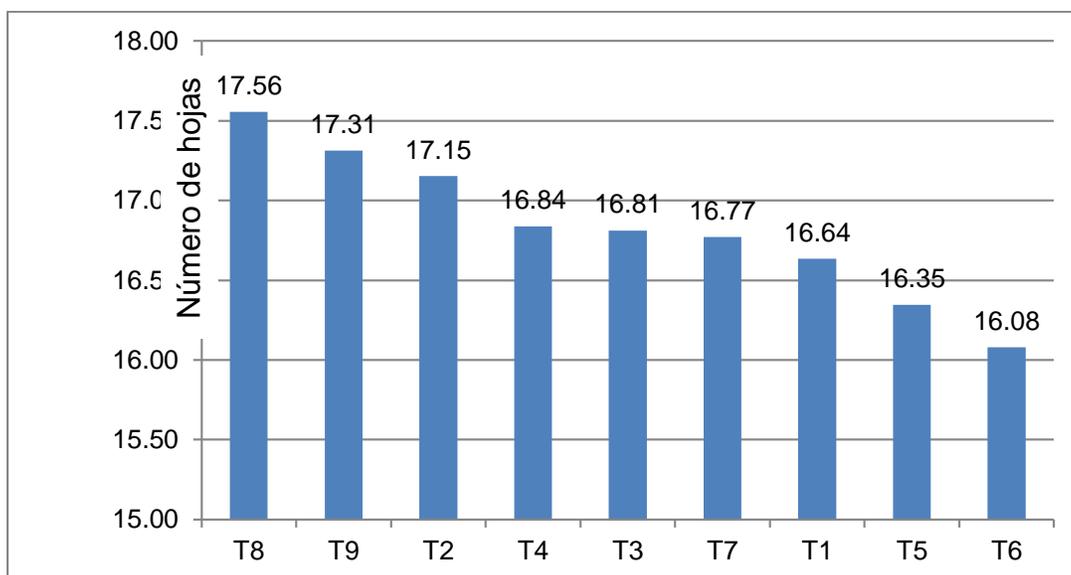


Figura 10. Promedios de número de hojas en tabaco, por tratamientos.

Gráficamente se pudo apreciar que el tratamiento 6 fue el que presentó la menor media, aunque el rango vario solamente una hoja. Para determinar si estas diferencias fueron significativas estadísticamente, a los datos anteriores se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En el cuadro 9 se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 9. Resultados del ANDEVA, para la variable número de hojas, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
<b>REPETICIONES</b>	3	2.679688	0.893229	0.6777	0.577
<b>FACTOR A</b>	2	3.799805	1.899902	1.4414	0.256
<b>FACTOR B</b>	2	0.607422	0.303711	0.2304	0.798
<b>INTERACCION</b>	4	2.408203	0.602051	0.4568	0.769
<b>ERROR</b>	24	31.633789	1.318075		
<b>TOTAL</b>	35	41.128906			

C.V. = 6.82%

Estadísticamente, a un nivel de significancia del 5% y un coeficiente de variación de 7.82, no existió diferencia significativa entre el factor A, ni entre el factor B y tampoco en la interacción. Lo anterior significa que los nueve tratamientos se expresan de la misma manera en cuanto al número de hojas por planta, ya que la diferencia fue de una hoja entre el menor y mayor dato.

### Variable área de hoja:

Se midió a los 45 después del trasplante y se utilizó la ecuación propuesta por Torrecilla (1980), considerando los datos de longitud y ancho de hoja. Los datos de campo se presentan en anexos.

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro 20 en anexos, se pudo establecer que el tratamiento 8 presentó la mayor media en área foliar y la menor media la presentó el tratamiento 4, lo que se puede apreciar en la figura 11.

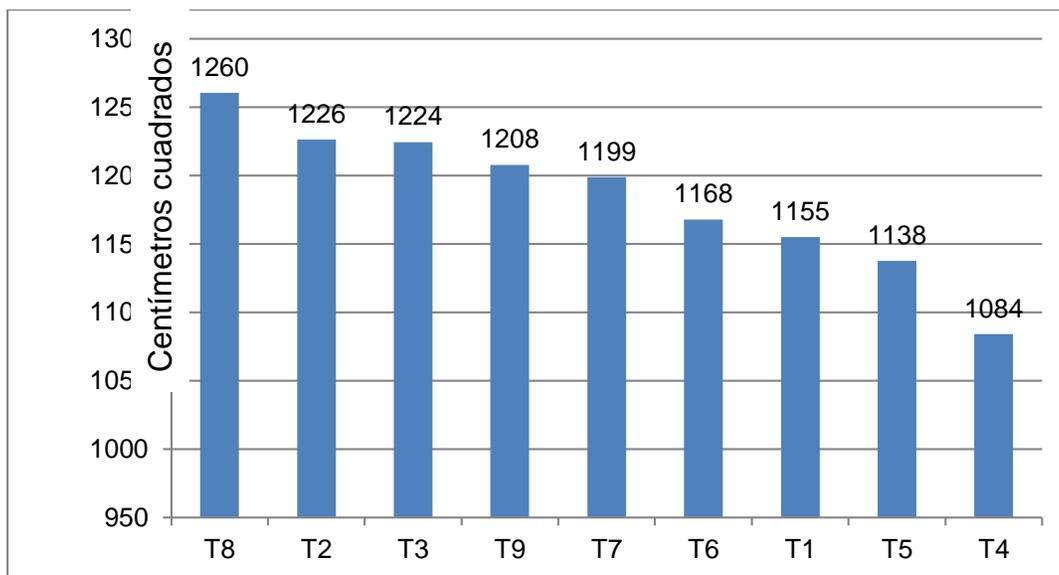


Figura 11. Promedios de área foliar en tabaco, por tratamientos.

Para determinar si estas diferencias fueron significativas estadísticamente, a los datos anteriores se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En el cuadro 10 se presentan los resultados obtenidos.

**Cuadro 10. Resultados del ANDEVA, para la variable área foliar, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>REPETICIONES</b>	3	84344.00	28114.66	1.2476	0.314
<b>FACTOR A</b>	2	56628.00	28314.00	1.2565	0.303
<b>FACTOR B</b>	2	27584.00	13792.00	0.6120	0.555
<b>INTERACCION</b>	4	9064.00	2266.00	0.1006	0.978
<b>ERROR</b>	24	540820.00	22534.16		
<b>TOTAL</b>	35	718440.00			

C.V. = 12.67%

Estadísticamente, a un nivel de significancia del 5% y un coeficiente de variación de 12.67, no existió diferencia significativa entre el factor A, ni entre el factor B y tampoco en la interacción. Lo anterior significa que los nueve tratamientos se expresan de la misma manera en cuanto al área foliar.

En síntesis se propone que para la variedad KY-160 cultivada en condiciones similares a las del Centro Dos del Parcelamiento La Máquina, en San Andrés Villa Seca, Retalhuleu, que se siembre a una densidad de siembra alta (23,364 plantas por hectárea) y aplicarle una fertilización moderada para no incrementar costos de producción (1,380 kg/ha) con un fertilizante completo similar a la formulación utilizada en el experimento (9.75% de N, 0.74% de fósforo, 6.7% de potasio y 1.89% de Calcio) en tres aplicaciones. Considerando técnicamente un manejo agronómico que garantice el buen desarrollo de la planta (buena preparación del terreno, riegos oportunos, control de plagas y enfermedades y un buen manejo post cosecha.

## **Análisis económico para los tratamientos evaluados**

Para la realización del análisis económico, se procedió por medio del cálculo de presupuestos parciales por tratamiento, presentando los resultados de costos que varían y beneficios netos en el cuadro 11.

**Cuadro 11. Costos que varían y beneficios netos por tratamiento.**

Tratamiento	Rendimientos ajustados(kg)	Precio de venta (Q/kg)	Beneficio Bruto (Q.)	Costos que Varían (Q.)	Beneficio Neto (Q.)
1	<b>2,886.87</b>	23.91	69,025.18	8,405.03	<b>60,620.15</b>
2	<b>2,772.92</b>	23.91	66,300.46	7,228.37	59,072.09
3	<b>2,766.86</b>	23.91	66,155.72	6,555.84	<b>59,599.88</b>
4	<b>3,030.39</b>	23.91	72,456.64	10,459.19	<b>61,997.45</b>
5	<b>2,824.06</b>	23.91	67,523.22	8,994.95	58,528.27
6	<b>2,795.99</b>	23.91	66,852.10	8,158.09	58,694.01
7	<b>2,953.11</b>	23.91	70,608.93	12,467.56	58,141.37
8	<b>2,829.74</b>	23.91	67,659.08	10,722.14	56,936.94
9	<b>2,795.99</b>	23.91	66,852.10	9,724.62	57,127.48

De acuerdo a los resultados del cuadro anterior, los tratamientos T4, T1 y T3 presentan los mayores beneficios netos, con base a estos resultados se determinó la dominancia de cada uno de los tratamientos, ordenándolos previamente de menor a mayores los costos que varían, presentando los resultados en el cuadro 12.

**Cuadro 12. Determinación de dominancia de los tratamientos evaluados.**

TRATAMIENTOS	Costos que varían	Beneficio neto	Observación de	Decisión
T3	Q 6,555.84	Q59,599.88		No Dominado
T2	Q 7,228.37	Q59,072.09	De T3 a T2	Dominado
T6	Q 8,158.09	Q58,694.01	De T3 a T6	Dominado
T1	Q 8,405.03	Q60,620.15	De T3 a T1	No Dominado
T5	Q 8,994.95	Q58,528.27	De T1 a T5	Dominado
T9	Q 9,724.62	Q57,127.48	De T1 a T9	Dominado
T4	Q10,459.19	Q61,997.45	De T1 a T4	No Dominado
T8	Q10,722.14	Q56,936.94	De T4 a T8	Dominado
T7	Q12,467.56	Q58,141.37	De T4 a T7	Dominado

De acuerdo a los resultados del cuadro nueve se determinó que únicamente los tratamientos T3, T1 y T4 resultaron ser no dominados, por lo que se procedió a determinar la rentabilidad de los tratamientos no dominados, según especifica la metodología. Presentando los resultados en el cuadro 13 a continuación.

**Cuadro 13. Determinación de la tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados.**

TRATAMIENTOS	Beneficio neto	Costo que varía	Cambio en Beneficio neto	Cambio en Costo que varía	TRM (%)
T3	Q59,599.88	Q 6,555.84			
T1	Q60,620.15	Q 8,405.03	Q 1,020.26	Q 1,849.19	55.17
T4	Q61,997.45	Q10,459.19	Q 1,377.30	Q 2,054.16	67.05

TRM = Tasa de retorno marginal.

De acuerdo a la tasa de retorno mínima aceptable (TAMIR) calculada en la metodología (53.10%), se determinó que el tratamiento T4 es económicamente el más rentable, con una tasa de retorno mínima de 67.05%, mayor a la TAMIR.

Para realizar la corroboración que el tratamiento cuatro es el más rentable y apto para ser recomendado a los agricultores de la zona, se realizó el análisis de residuos, que consiste en restarle al beneficio neto los costos variables ajustados al costo de oportunidad, los cuales se presentan en el cuadro 14.

**Cuadro 14. Análisis de residuos de tratamientos no dominados.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Costo que varía</b>	<b>Costo de oportunidad de costos que varían</b>	<b>Residuo</b>
<b>T3</b>	Q59,599.88	Q6,555.84	Q3,481.15104	Q56,118.73
<b>T1</b>	Q60,620.15	Q8,405.03	Q4,463.07093	Q56,157.08
<b>T4</b>	Q61,997.45	Q10,459.19	Q5,553.82989	Q56,443.62

De acuerdo al análisis de residuos de los tres tratamientos no dominados se pudo determinar que el tratamiento cuatro es el más recomendable, pues es el que posee la mayor tasa de retorno marginal y un mayor residuo. El tratamiento cuatro consistió en una densidad de siembra de 23,364 plantas por hectárea y una fórmula de fertilizante de 9.75% de N, 0.74% de fósforo, 6.7% de potasio y 1.89% de Calcio, en tres aplicaciones durante el tiempo del cultivo (a los 2, 18 y 35 días después del trasplante).

## VIII. CONCLUSIONES

- De acuerdo al análisis de varianza, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, para las variables grosor de tallo, número de hojas por planta y área foliar.
- Considerando el análisis económico de presupuestos parciales y la tasa de retorno mínima aceptable (TAMIR) se determina que el tratamiento T4 es económicamente el más rentable, con una tasa de rentabilidad de 67.05%, mayor a la TAMIR y un mayor residuo.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Evaluar otros distanciamientos de siembra y programas de fertilización que incluyan productos con elementos menores, distintos a los tratamientos evaluados en la presente investigación.

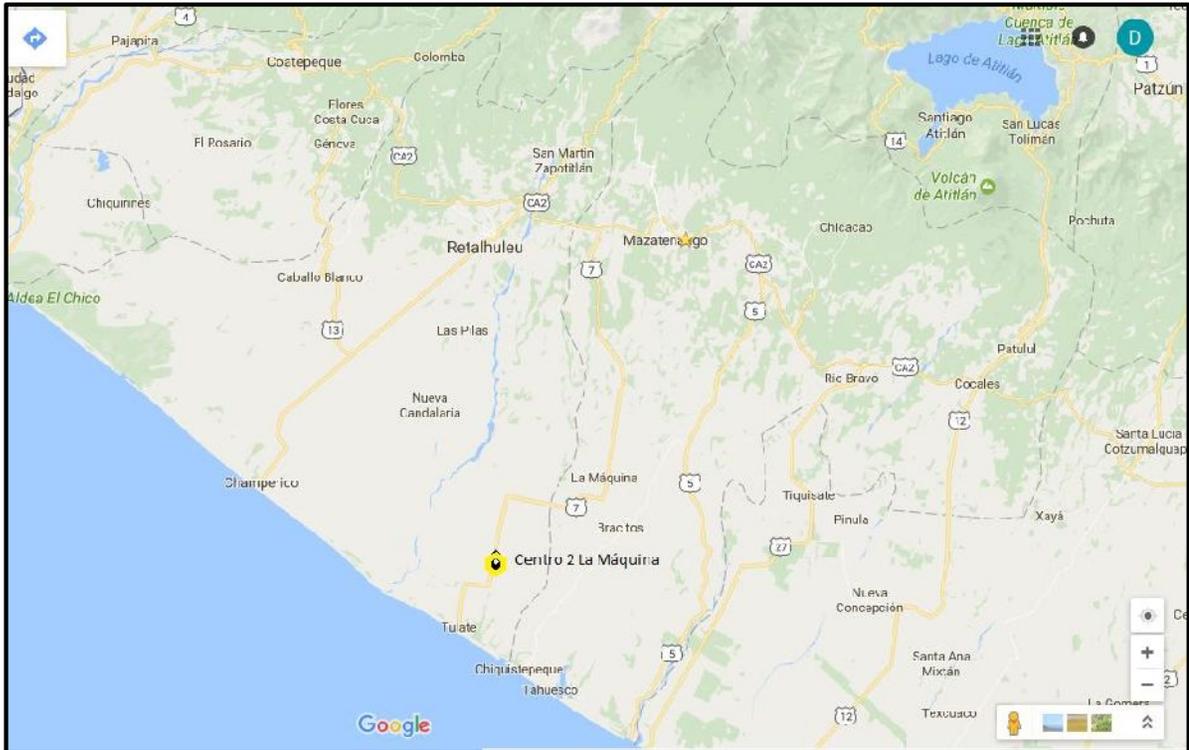
## X. BIBLIOGRAFÍA

- Administración, (2008). El Método del Presupuesto Parcial. Recuperado el 25 de septiembre de 2013, de [www.es.scribd.com/doc/3142664/33/El-metodo-del-presupuesto-parcial](http://www.es.scribd.com/doc/3142664/33/El-metodo-del-presupuesto-parcial).
- Cantuarias L. T. V., (2001). Los efectos en las variaciones en la densidad de plantas en el rendimiento y la calidad del tabaco oriental en Rhodesia, Boletín # 92.
- Casa Export Limited. 2012. Manual Técnico de Tabaco. Guatemala. GUA. 209 p.
- Casa Export Limited. 2017. Manual Técnico de Tabaco. Guatemala. GUA. 216 p.
- Colindres C, M. A. (2003). Evaluación de cuatro fertilizantes hidrosolubles para producción de pilones de tabaco (*Nicotiana tabacum*) En el sistema de floating en la tabacalera Dimon de Guatemala, Zacapa, Tesis Ing. Agr. FAUSAC – USAC
- Cordón V, L.E. (2000). Evaluación de hongos antagónicos *Tricodermaharzianumy Gliocladiumvirens*, para el control de hongos patógenos de la raíz en semilleros de tabaco burley, bajo el sistema de floating la zona nor-oriental de Zacapa. Informe de Investigación P. Ag. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 61 p.
- De la Cruz, J.R. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal, Guatemala, C. A. p – 20, 21.
- Estrada C, J. A. (1999). Evaluación de siete diferentes sistemas de manejo en la producción de pilones de tabaco (*Nicotiana tabacum*L.) bajo el sistema flotante en la zona nor-oriental de Zacapa. Informe de investigación P. Ag. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 46 p
- Fernández U, D.; Benavent, J. M., (1974). El cultivo de los tabacos claros. Estación Experimental Regional Agropecuaria Salta. (INTA) 36 p.
- Ferraris, G. (2008). Fertilización foliar complementaria en Soja. Resultados de dos años de experiencias. En: Experiencias en Soja. Proyecto Regional Agrícola. Área de Desarrollo Rural EEA Pergamino y General Villegas. (En prensa).

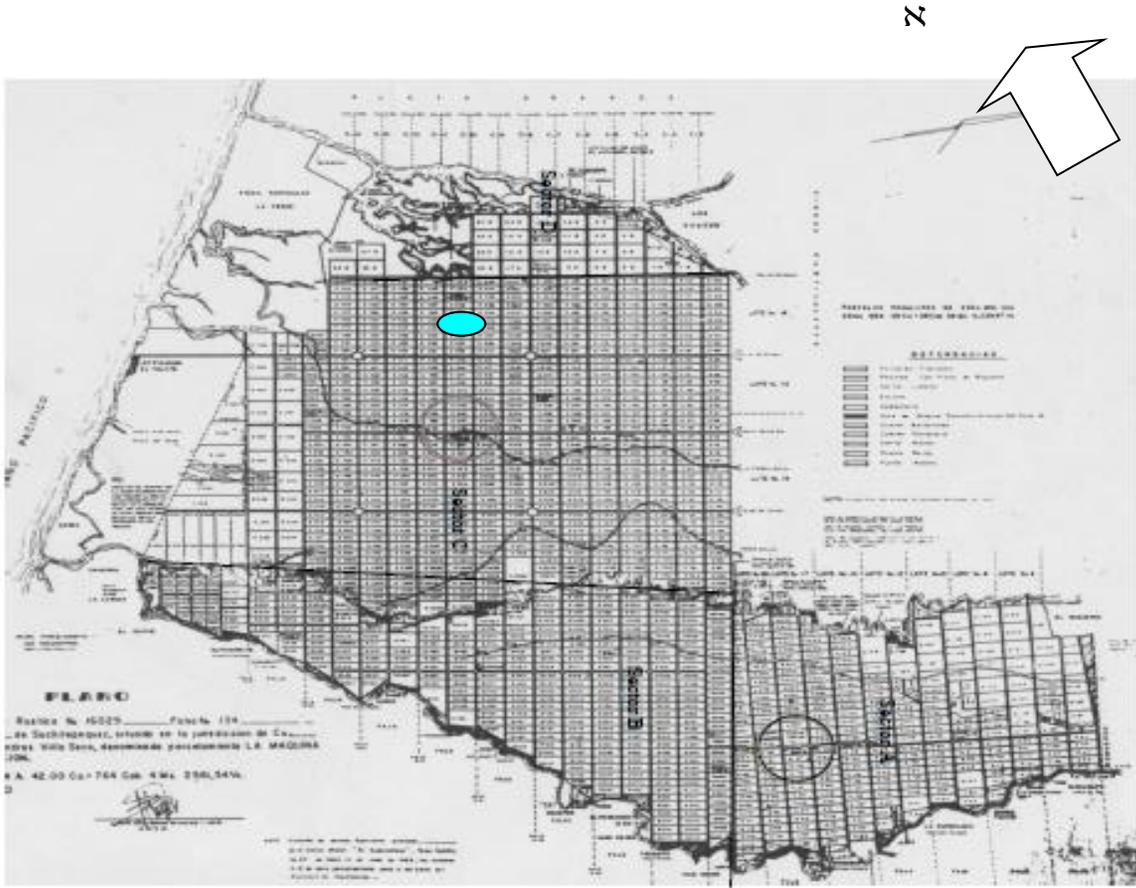
- Franco F., H. A. (2002). Evaluación de dos programas de fertilización y cuatro fungicidas sistémicos en la producción de pilones de tabaco (*Nicotiana tabacum*L.) tipo burley, bajo el sistema de bandejas flotantes, en el municipio de Río Hondo, departamento de Zacapa. Chiquimula, Guatemala, USAC, Centro Universitario de Oriente. 51 p.
- García R.,(1998). Efecto de tres diferentes distancias de siembra y tres diferentes número de hojas al momento de la desbotona de inflorescencia en Tabaco.Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 28 p.
- Guardo, N. (2012). Tabaco Virginia. Manejo de suelos y fertilización del cultivo. Departamento Agrotécnico COPROTAB, Argentina.
- Hernández Martínez, J.M., León Gonzáles Y. y Hernández García B. (2015). Espaciado entre plantas y número de hojas en el tabaco negro tapado. I. Efecto en el crecimiento y desarrollo. *Cultivos Tropicales*, 31 (1), 116-121.
- Henriquez M, P. A. (2000). Momento optimo de aplicación de la fertilización [Plantex] en la producción de plántulas de tabaco en sistema flotante.Tesis Ing. Agr. Universidad de Talca. Fac. de Ciencias Agrarias. Chile.
- Morales A., (1982). El cultivo del tabaco. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. p. 37-38.
- Oñoro R., A. A. (1974). Influencia de los fertilizantes y el drenaje en la calidad del tabaco (*N. Tabacum* L.).Bogotá, Colombia. 74 p.
- Orteéz R. R., (2005). Efecto de tres distancias de siembra sobre el rendimiento tres variedades de tabaco habano (*Nicotiana tabacum* L.). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.
- Pearce, B., Bailey, A. y Walker, E. 2016. Burley and Dark Tobacco Production Guide. University of Kentucky, University of Tennessee, Virginia Tech and NC State University. 72 p.
- Pineda L, D. R (1999). Estudio preliminar para la producción de forraje y leña de caulote (*Guazuma ulmifolia*), Parcelamiento La Máquina, Línea B-12, CATIE, Cuyotenango Suchitepéquez. 12 –p.
- Ramírez, T., Grullón, R. y Tineo, V. 2013. El tabaco negro en República Dominicana: Cultivo, procesamiento y manufactura. Cuarta edición. Ed. INTABACO. Santiago, República Dominicana 150 p.

- Reyes H., M. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. Guatemala, Gt. USAC. FAUSAC. Centro de Información Agrosocioeconómica, Boletín Informativo 1-200. 32 p.
- Simmons, Ch. S., Tárano T., J. M., Pinto Z., J. H. (1959). Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional. Ministerio de Agricultura. Guatemala. Editorial, José de Pineda Ibarra 995p.
- Torrecilla G. A, A. Pino, A. Barroso. (1980). Metodología para las mediciones de los caracteres cualitativos y cuantitativos de la planta de tabaco. Ciencia y Técnica de la Agricultura. Tabaco. Vol 3, No. 1. pp 21-62.
- Tremols, J(2009). La fertilización foliar, una tecnología de Punta. Curso de Fertilidad del suelo. Instituto de investigaciones del Tabaco, Habana, Cuba

## ANEXOS



**Figura 12.** Mapa del departamento de Retalhuleu, mostrando el Centro Dos La Máquina



**Figura 13.** Ubicación de la Línea C-12 Samalá Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa seca, Retalhuleu.



**Cuadro 17. Rendimientos de tabaco en kg/ha, obtenidos en ensayo en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				MEDIA kg/ha.
	I	II	III	IV	
T1	3,721.95	4,415.87	3,974.28	4,384.33	<b>4,124.11</b>
T2	3,636.61	4,058.72	4,415.89	3,734.02	3,961.31
T3	3,395.13	4,193.98	4,027.55	4,193.98	3,952.66
T4	3,690.40	4,731.29	4,131.99	4,762.83	<b>4,329.12</b>
T5	4,318.48	3,863.90	4,286.01	3,669.08	4,034.37
T6	3,661.41	3,761.27	4,493.55	4,060.84	3,994.27
T7	4,226.62	4,258.16	3,911.20	4,478.95	<b>4,218.73</b>
T8	3,863.90	4,383.42	4,286.01	3,636.61	4,042.49
T9	3,594.84	4,360.41	3,894.41	4,127.41	3,994.27
	<b>Media General</b>				<b>4,029.44</b>

**Cuadro 18. Resultados de la variable diámetro de tallo de tabaco en mm, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	Media
T1	8.03	8.54	8.71	8.45	8.43
T2	8.22	8.79	8.87	8.40	8.57
T3	9.05	7.97	9.23	8.66	8.73
T4	7.79	8.48	8.05	8.20	8.13
T5	8.44	9.43	8.61	7.68	8.54
T6	8.63	7.95	9.81	9.18	8.90
T7	8.38	8.73	8.50	8.84	8.61
T8	8.62	8.65	8.26	8.56	8.52
T9	8.36	7.425	9.16	10.83	8.94

**Cuadro 19. Resultados de la variable número de hojas, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>Tratamientos</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Media</b>
<b>T1</b>	15.91	16.27	16.36	18.00	16.64
<b>T2</b>	17.22	16.61	17.00	17.78	17.15
<b>T3</b>	17.3125	15	16.0625	18.875	16.81
<b>T4</b>	15.30	17.90	17.15	17.00	16.84
<b>T5</b>	17.39	15.33	16.72	15.94	16.35
<b>T6</b>	15.75	16.0625	16.125	16.375	16.08
<b>T7</b>	17.23	17.09	15.73	17.05	16.77
<b>T8</b>	16.44	19.22	17.78	16.78	17.56
<b>T9</b>	16.375	15.875	20.00	17.00	17.31

**Cuadro 20. Resultados de la variable área de hoja, para tratamientos evaluados en Centro Dos La Máquina, San Andrés Villa Seca, Retalhuleu.**

<b>Tratamientos</b>	<b>R1</b>	<b>R2</b>	<b>R3</b>	<b>R4</b>	<b>Media</b>
<b>T1</b>	1110.81	1187.55	1117.65	1203.45	1154.87
<b>T2</b>	1277.76	1221.98	1141.16	1264.55	1226.36
<b>T3</b>	1196.23	1082.18	1574.42	1044.77	1224.40
<b>T4</b>	1070.60	1033.89	1190.85	1040.16	1083.88
<b>T5</b>	1145.97	1108.98	1047.96	1247.98	1137.72
<b>T6</b>	1141.24	979.17	1377.56	1174.10	1168.02
<b>T7</b>	1226.44	1353.96	1129.00	1085.59	1198.74
<b>T8</b>	1546.03	925.57	1240.17	1329.75	1260.38
<b>T9</b>	1077.53	1069.54	1341.30	1343.54	1207.98

**Cuadro 21.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento uno.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonas			Q 2,336.00
* Fertilizante			Q 6,069.03
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 42,931.74</b>
* = Costos Variables, por tratamiento			

**Cuadro 22.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento dos.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonas			Q 2,009.00
* Fertilizante			Q 5,219.37
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 41,755.08</b>
* = Costos Variables, por tratamiento			

**Cuadro 23.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento tres.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonas			Q 1,822.00
* Fertilizante			Q 4,733.84
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 41,082.55</b>
* = Costos Variables, por tratamiento			

**Cuadro 24.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento cuatro.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonos			Q 2,336.00
* Fertilizante			Q 8,123.19
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 44,985.90</b>
<b>* = Costos Variables, por tratamiento</b>			

**Cuadro 25.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento cinco.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilones			Q 2,009.00
* Fertilizante			Q 6,985.95
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 43,521.66</b>
* = Costos Variables, por tratamiento			

**Cuadro 26.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento seis.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonas			Q 1,822.00
* Fertilizante			Q 6,336.09
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
<b>TOTALES:==&gt;</b>			<b>Q 42,684.80</b>
<b>* = Costos Variables, por tratamiento</b>			

**Cuadro 27.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento siete.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonos			Q 2,336.00
* Fertilizante			Q 10,131.56
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 46,994.27</b>
<b>* = Costos Variables, por tratamiento</b>			

**Cuadro 28.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento ocho.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonos			Q 2,009.00
* Fertilizante			Q 8,713.14
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 45,248.85</b>
<b>* = Costos Variables, por tratamiento</b>			

**Cuadro 29.** Costo de producción por hectárea, de tabaco negro, correspondiente al tratamiento nueve.

COSTOS POR HECTARIA DE TABACO NEGRO			
CONCEPTO		Q./Mz.	Q./ha.
Arrendamiento de Tierra		Q 1,875.00	Q 2,678.57
Desgaste Sistema de Riego			Q 1,839.17
Bomba de mochila			Q 389.40
Dosificadores			Q 77.88
Bomba electrica (3 meses)			Q 300.00
Consumo de electricidad (e meses)			Q 360.00
* Pilonos			Q 1,822.00
* Fertilizante			Q 7,902.62
Insecticidas, fumigantes			Q 5,180.32
Alambre			Q 1,300.00
Nylon			Q 1,200.00
Madera			Q 4,672.80
Brines			Q 600.00
Semilleros		Q 350.00	Q 500.00
Preparacion de Tierra		Q 1,450.00	Q 2,071.43
Siembra		Q 315.00	Q 450.00
Re-Siembra		Q 70.00	Q 100.00
Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Re-Abonado		Q 150.00	Q 214.29
Saliada		Q 90.00	Q 128.57
1ra. y 2da. Limpias		Q 720.00	Q 1,028.57
Aporco		Q 360.00	Q 514.29
Cultivadora		Q 240.00	Q 342.86
Riegos		Q 750.00	Q 1,071.43
Fumigaciones		Q 555.00	Q 792.86
Capa		Q 110.00	Q 157.14
Deshije/Aplicación Deshijador		Q 285.00	Q 407.14
Corte/Colgado		Q 960.00	Q 1,371.43
Construcción de Tendales		Q 500.00	Q 714.29
Clasificación/Despique		Q 1,080.00	Q 1,542.86
Picado de Calles		Q 100.00	Q 142.86
Flete de Tabaco		Q 340.00	Q 485.71
Flete de Materiales		Q 250.00	Q 357.14
Compra de madera/Reposición		Q 300.00	Q 428.57
Tapado de Galera/plastico		Q 225.00	Q 321.43
Combustible		Q 1,800.00	Q 2,571.43
TOTALES:==>			<b>Q 44,251.33</b>
<b>* = Costos Variables, por tratamiento</b>			

Análisis de laboratorio de muestra de suelo del área experimental.



ORDEN: 23 - 454 ANALISIS: AS-2  
 CLIENTE : OTROS SECTORES,  
 FINCA: RUSTICA  
 LOCALIZACIÓN: SAN ANDRÉS VILLA SECA RETALHULEU  
 CULTIVO: TABACO  
 Fecha de Ingreso: 01/12/2015 Fecha de Ejecución: 07/12/2015 16:18 Fecha de Impresión: 11/12/2015

Informe de Resultados de Análisis de Suelos

No.	Identificación de la Muestra	mg/L			Cmol+/L			mg/L			%			
		pH	Porc	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Acidez	Cobre	*Al	Hierro	Manganeso	Zinc	M.O.
1805	Parcela C-389	5.5-6.8	1.5	10-20	0.5-0.6	4-20	1-5	10-100	0.1-2.5	0-1.2	20-150	8-60	0.2-2	3-6
		7.05	0.39	14.87	0.41	9.61	3.39	0.01	1.87	0.03	10.52	35.20	1.50	1.19

\*Al.- Acidez Intercambiable (hidrogeno + Aluminio)  
 \*M.O.- Materia Orgánica  
 \*C.S.-Concentración de sales

Muestra	*CICe		K		Ca		Mg		AL		Ca/Mg		Ca/K		Mg/K		Ca/Mg [Ca+Mg]/K	
	1805	PARCELA C-389	13.44	3.05	71.50	25.22	0.22	23.44	8.27	2.83	31.71	5-25	2.5-15	2-5	10-40	2.5-15	2-5	10-40

\*CICe-Capacidad de Intercambio Catiónico efectivo

Equilibrio de Bases

Porcentaje de Saturación en la CICe

Nomenclatura

Al = Aluminio  
 Mg = Magnesio  
 Ca = Calcio  
 K = Potasio

- Bajo o Fuera de Rango  
 - Adecuado  
 - Alto

Método orgánico: Método de Walkley y Black  
 pH: método de potenciométrico, relación 1:2.5 - Suelo-Agua  
 Solución extractante para Acidez Intercambiable con: - KCl 1 Normal, metodología por volumetría  
 Solución extractante para Azufre y Boro: FOSFATO ACIDO DE CALCIO metodología espectrofotométrica visible  
 Solución extractante para Calcio, Magnesio: KCl 1 Normal, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES  
 Solución extractante para Cobalto, Hierro, Manganeso y Zinc con: DTPA (ácido 4-etileno(2,2,6,6-tetraetileno)pentanoico), metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES  
 Solución extractante para Fósforo: OLSEN MODIFICADO, Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES  
 Solución extractante para Potasio con: OLSEN MODIFICADO, metodología Espectrometría de Emisión de Plasma - ICP OES

*[Handwritten Signature]*  
 Ing. Doris Viquez  
 Coordinador de Analab



1.- Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el laboratorio y en su impresión ORIGINAL  
 2.- Los resultados de este informe corresponden a muestras recibidas de acuerdo a los Criterios de Aceptación establecidos por Analab.  
 3.- El laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe  
 4.- La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.