

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

EVALUACION DE DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE
FERTILIZANTE AMONICO Y NITRICO SOBRE EL
RENDIMIENTO Y EL CONTENIDO DE NICOTINA, EN
TABACO TIPO BURLEY *Nicotiana tabacum L.*



En el acto de investidura como
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE
PRODUCCION AGRICOLA

En el grado académico de
LICENCIADO

Guatemala, marzo 1991.



DL
01
T(1203)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:

Ing. Agr. ANIBAL MARTINEZ

VOCAL PRIMERO:

Ing. Agr. MAYNOR ESTRADA

VOCAL SEGUNDO:

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA

VOCAL TERCERO:

Ing. Agr. WOTZBELI MENDEZ

VOCAL CUARTO:

P. Agr. ALFREDO ITZEP

VOCAL QUINTO:

P. Agr. MARCO TULIO SANTOS

SECRETARIO:

Ing. Agr. ROLANDO LARA

Guatemala, marzo de 1991.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DE DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE
FERTILIZANTE AMONICO Y NITRICO SOBRE EL
RENDIMIENTO Y EL CONTENIDO DE NICOTINA, EN
TABACO TIPO BURLEY *Nicotiana tabacum L.*

Como requisito a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Deferentemente,



Jorge Luis Pappa E.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS.

A MIS PADRES.

Inocente Pappa Flores (OEFD).

María Luisa Escudero.

A MI ESPOSA.

Ana Julieta Contreras de Pappa.

A MIS HIJOS.

Jorge Luis y

Luis Fernando.

A MIS HERMANOS

Alba Dina, Rudy Darío, Ronny A.,

Fredy I. y Boris F.

AGRADECIMIENTOS

A mis Asesores Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos e Ing. Agr. Boris F. Pappa Escudero, por su desinteresada participación y su acertada conducción, sugerencias, revisión y corrección a la presente investigación.

A las empresas Tabacalera Nacional, Casa Export Ltda. y DISAGRO, por el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

INDICE GENERAL

CONTENIDO

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. JUSTIFICACION	3
III. HIPOTESIS	5
IV. OBJETIVOS	6
V. REVISION DE BIBLIOGRAFIA	7
5.1 CULTIVO DEL TABACO	7
5.2 CALIDAD DEL TABACO	10
5.3 ALCALOIDES	14
5.4 FERTILIZACION	16
VI. MATERIALES Y METODOS	20
6.1 DESCRIPCION DEL SITIO EXPERIMENTAL	20
6.2 CONDICIONES EDAFICAS	21
6.3 TECNICAS EXPERIMENTALES	21
6.4 METODOLOGIA DE CAMPO	24
6.5 VARIABLE DE RESPUESTA	30
6.6 ANALISIS DE INFORMACION	31
VII. RESULTADOS Y DISCUSION	33
7.1 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO	33
7.2 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL PORCENTAJE DE NICOTINA	44
7.3 ANALISIS ECONOMICO	50
VIII. CONCLUSIONES	53
IX. RECOMENDACIONES	54
X. BIBLIOGRAFIA	55
XI. ANEXO	57

INDICE DE CUADROS

	Pag.
CUADRO 1: Factores y Niveles Estudiados	22
CUADRO 2: Combinaciones de Tipo de Fertilizante Nitrogenado, Epocas y Dosis de Aplicación .	23
CUADRO 3: Cantidad de Nitrógeno Aplicada en cada Epoca	28
CUADRO 4: Análisis de Varianza para el Rendimiento de Primera Delgada	34
CUADRO 5: Análisis de Varianza para el Rendimiento de Segunda Delgada	35
CUADRO 6: Prueba de Tukey para el Rendimiento de Segunda Delgada Respecto a la Dosis de Nitrógeno	35
CUADRO 7: Análisis de Varianza para % de Nicotina en Primera Gruesa	37
CUADRO 8: Prueba de Tukey para la Dosis de Nitrógeno en Primera Gruesa	38
CUADRO 9: Análisis de Varianza para el Rendimiento de Segunda Gruesa	38
CUADRO 10: Prueba de Tukey para las Diferentes Dosis de Nitrógeno en la Segunda Gruesa ..	39
CUADRO 11: Análisis de Varianza para el Porcentaje de Nicotina en Hoja Gruesa	46
CUADRO 12: Prueba de Tukey para el Contenido de Nicotina Respecto a las Dosis de Nitrogeno en Segunda Gruesa	47
CUADRO 13: Análisis de Dominancia para las Dosis de Sulfato de Amonio	51
CUADRO 14: Análisis de Tasa Marginal de Retorno para las Dosis de Nitrógeno No Dominadas .	52
CUADRO 15: Rendimientos en kg/ha. de los Totales de las Categorías Evaluadas y su Respectivo Contenido de Nicotina	57
CUADRO 16: Rendimientos e Ingresos Medios de los Diferentes Tratamientos	58
CUADRO 17: Costo de Producción del Cultivo del Tabaco. Año 90-91	59

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
FIGURA 1: Efecto de la Dosis sobre Rendimiento de Primera y Segunda Delgada	36
FIGURA 2: Efecto de la Dosis sobre Rendimiento de Primera y Segunda Gruesa	40
FIGURA 3: Efecto de los Fertilizantes Nitrogenados y la Dosis sobre el Rendimiento en Delgada	41
FIGURA 4: Efecto de los Fertilizantes Nitrogenados y la Dosis sobre el Rendimiento en Gruesa	42
FIGURA 5: Efecto de la Dosis de los Fertilizantes Nitrogenados sobre el Rendimiento Total .	43
FIGURA 6: Efecto de los Fertilizantes Nitrogenados sobre el Rendimiento en Delgada, Grueso y Total	43
FIGURA 7: Variaciones en el Rendimiento Debidas a la Epoca de Aplicación	44
FIGURA 8: Efecto de los Fertilizantes Nitrogenados sobre el Contenido de Nicotina en Delgada	45
FIGURA 9: Efecto de los Fertilizantes Nitrogenados sobre el Contenido de Nicotina en Gruesa	47
FIGURA 10: Variaciones en el Contenido de Nicotina Debidas a la Dosis de Fertilizante Nitrogenado	49
FIGURA 11: Variaciones en el Contenido de Nicotina Debidas al Tipo de Fert. Nitrogenado ..	49
FIGURA 12: Variaciones en el Contenido de Nicotina Debidas a la Epoca de Aplicación	50
FIGURA 1A: Distribución de Tratamientos en el Campo	60

EVALUACION DE DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE FERTILIZANTE AMONICO
Y NITRICO SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL CONTENIDO DE NICOTINA, EN
TABACO TIPO BURLEY *Nicotiana tabacum L.*

RESUMEN

DOSIS EVALUATION AND TIMING APPLICATION OF AMMONIA AND NITRIC
FERTILIZER ON YIELD AND NICOTINE CONTENT, IN TABACCO BURLEY
TYPE *Nicotiana tabacum L.*

El tabaco *Nicotiana tabacum L.*, ha incrementado el área cultivada en los últimos años en forma considerable, constituyéndose en una fuente de trabajo y de aporte económico nacional de gran importancia.

La compra y venta de la producción de tabaco en el mercado internacional, se realiza por medio de subastas, donde los tabacos con mejor apariencia física y menor nicotina son los mejor remunerados, por lo que los productores deben tener especial cuidado en estas características.

El presente estudio se realizó con los objetivos de determinar el efecto que sobre el rendimiento y el contenido de nicotina, produce la aplicación de fertilizante amónico y nítrico con dosis y épocas diferentes; así como los efectos económicos que producen estos factores, en tabaco tipo Burley.

La investigación se realizó en el municipio de Estanzuela, Zacapa, bajo el diseño estadístico de bloques al Azar, los factores

estudiados fueron tipo de fertilizante nitrogenado, dosis y época de aplicación. Midiéndose el efecto de estos factores y sus niveles, sobre el contenido de nicotina y el rendimiento, en las calidades de primera y segunda tanto delgada como gruesa. Ponderándose además la nicotina para hoja delgada, gruesa y promedio en la planta.

Los resultados obtenidos, permiten concluir que la dosis de fertilizante nitrogenado influyó significativamente en el rendimiento de primera y segunda, delgada y gruesa, produciendo un mayor rendimiento de las primeras calidades, con la dosis más alta de nitrógeno el cual se redujo al disminuir la dosis de nitrógeno, incrementándose bajo esta dosis el rendimiento de las segundas calidades. En las fuentes de nitrógeno y épocas de aplicación evaluados, no se produjeron efectos diferentes sobre el rendimiento y nicotina. En base al análisis económico efectuado, se determinó que al usar Sulfato de Amonio con 405 Kg.N/ha., se obtienen los mayores beneficios económicos (2495% de T.M.R.) con niveles de nicotina aceptables (2.675% como promedio en la planta).

i. ANTECEDENTES

El tabaco se ha encontrado en forma natural en las Indias Occidentales (10), en el Continente Americano, Australia y el Pacífico del Sur, sugiriéndose un origen sudamericano para el género *Nicotiana* (13).

En Guatemala se comenzó a cultivar de manera comercial en 1940, siendo los tipos Virginia, Aromático y Burley los más cultivados (13). El tabaco es un producto, sujeto a variaciones físicas y químicas que determinan su calidad y precio; por lo que varios investigadores, con el objeto de mejorar la calidad del producto y su rendimiento, han estudiado los factores que pueden modificarlos (10).

Cruz N. (5), afirma que la calidad química del tabaco está determinada por su contenido de alcaloides, debido a que éstos le brindan la fuerza fisiológica y son el factor de satisfacción del humo, constituyéndose en la razón por la cual se consume el tabaco. Siendo el contenido de nicotina aproximadamente el 90% de los alcaloides se le atribuye las propiedades organolépticas de la planta.

En una investigación efectuada en Canadá (7), se determinó un incremento directamente proporcional entre la dosis nitrogenada en la fertilización y el contenido de alcaloides.

En Japón (11), se encontró una alta correlación positiva entre el contenido de nitrógeno de la planta, la capacidad fotosintética y el área foliar, sugiriendo esta investigación que a mayor nitrógeno mayor rendimiento.

Según observaciones efectuadas por Ozaeta M. (13), el exceso de nitrógeno influye en la calidad y procesamiento del tabaco, debiéndose dosificar durante todo el ciclo del cultivo, siendo adecuado un mayor aporte de este nutriente en la etapa joven de la planta y en menor escala en la etapa de maduración.

Los estudios anteriores sugieren que las aplicaciones nitrogenadas pueden hacer variar la calidad y el rendimiento del tabaco, pues según se ha determinado, el nitrógeno posee efectos sobre el contenido de nicotina y sobre la actividad fotosintética. En el cultivo del tabaco las fertilizaciones se hacen, principalmente, con fertilizantes nítricos y amoniacaes.

Los fertilizantes amoniacaes poseen la capacidad de ser retenidos por los lugares de intercambio cationico de las arcillas, lo que determina un aprovechamiento más lento del fertilizante. Los nitratos son aprovechados más rápidamente por lo que su aplicación deberá ser efectuada en el momento en que la planta lo necesite.

I. INTRODUCCION

El cultivo del tabaco *Nicotiana tabacum L.*, se ha difundido en nuestro medio en las últimas décadas, obteniéndose en el año agrícola 1984-85, 5.3 millones de kilogramos de tabaco seco de exportación, cultivado en un área de 3,950 Has., generándose 18.1 millones de quetzales, por concepto de exportación, lo que le ha constituido en una fuente de trabajo y de aporte económico nacional de gran importancia. (9)

El tabaco *N. tabacum L.*, es concebido por el agricultor y por la industria desde los puntos de vista de rendimiento y calidad respectivamente, debido a que el agricultor generalmente lo comercializa en base al peso, pero la industria impone limitantes de calidad para su procesamiento. La calidad se encuentra determinada por aspectos físicos y químicos, los cuales definen su precio en el mercado; entre los aspectos físicos se encuentran características como color, grosor y longitud de la hoja; así como la presencia de manchas y el grado de uniformidad en el secado. Referente a aspectos químicos, que definen la calidad, se encuentran principalmente el contenido de nicotina.

Estudios realizados en Japón (11), han demostrado la existencia de una alta correlación entre las aplicaciones nitrogenadas con un incremento en el rendimiento y contenido de

nicotina. Los fertilizantes nitrogenados son formulados como nitrato, amonio y úrea (10) de los cuales en tabaco, tiene mayor aceptación el uso de nitrato y amonio como vía de aporte del nitrógeno, pero existe incertidumbre sobre el efecto diferencial de estos dos tipos de fertilizantes nitrogenados sobre el contenido de nicotina y el rendimiento, así como la dosis y época de aplicación oportuna. El presente estudio se realizó en Estanzuela, Zacapa, durante los meses de septiembre de 1988 a enero de 1989, con el objeto de evaluar los efectos producidos por los fertilizantes nítricos y amonico, usados cada uno en diferentes dosis y épocas de aplicación sobre el contenido de nicotina y el rendimiento, en tabaco tipo Burley.

II. JUSTIFICACION

El cultivo del tabaco se ha convertido en una fuente de trabajo y de ingreso económico de gran importancia a nivel nacional, el producto comercial es la hoja, en la cual se estudian las propiedades físicas y químicas, que determinan su calidad (y consecuentemente el precio) por lo que los agricultores deben orientar sus prácticas culturales a obtener un rendimiento y calidad adecuada para asegurarse un buen beneficio económico.

El elevado contenido de nutrientes en la planta de tabaco indica la importancia que dentro de las prácticas culturales posee la fertilización, dentro de la cual, el nitrógeno es un elemento que aplicado en grandes cantidades incrementa el rendimiento, pero produce un elevado e indeseable contenido de nicotina, retardando la maduración y produciendo una deficiente e irregular coloración, así como una alteración del aroma y del gusto. Con un exceso de este nutriente se produce una hoja aceitosa, una decoloración oscura y cuerpo pesado; todos éstos son factores que repercuten en la obtención de un tabaco de menor calidad, lo cual merma el ingreso económico percibido por el agricultor. Por no haberse encontrado efectos desfavorables en el uso de fertilizantes nítricos y amoniacales, su demanda ha aumentado considerablemente, pero la definición de efectos diferenciales entre un fertilizante amoniacal y un nítrico aún no se han determinado. La cantidad de

fertilizante nitrogenado y la época de aplicación son otros factores importantes, pues la planta requiere que se dosifique su aplicación durante todo el ciclo, debiéndose aportar más cantidad en las etapas jóvenes para obtener un desarrollo adecuado; pero tratando de no aplicar exceso de nutrientes, para evitar los efectos indeseables discutidos anteriormente. En tal sentido se formula el presente estudio, con el objeto de determinar los efectos diferenciales entre un fertilizante amoniacal y uno nítrico a diferentes dosis y épocas de aplicación sobre el rendimiento y contenido de nicotina de tabaco Burley.

III. HIPOTESIS

- El contenido de Nicotina y el rendimiento de tabaco tipo Burley en Estanzuela, Zacapa, varían significativamente al aplicar fertilizante amónico o nítrico en dosis y épocas diferentes, por lo que es posible encontrar una recomendación de fertilización nitrogenada que permita obtener los mejores rendimientos con niveles aceptables de nicotina.

IV. OBJETIVOS

- Determinar el efecto que sobre el rendimiento y el contenido de nicotina, produce la aplicación de fertilizante amonico y nítrico con dosis y épocas diferentes en tabaco *Nicotiana tabacum L.*, tipo Burley, en Estanzuela, Zacapa.

- Estudiar los efectos económicos que se producen por la aplicación de fertilizante nítrico y amónico, bajo diferentes dosis y épocas de aplicación, para tabaco *Nicotiana tabacum L.*, tipo Burley, en Estanzuela, Zacapa.

V. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

5.1.) CULTIVO DEL TABACO:

5.1.1) Origen:

Existen en el mundo alrededor de 60 especies diferentes de tabaco, de las cuales la especie *Nicotiana tabacum* L., es la que se cultiva a nivel comercial. Es anfiploide originado de *N. tomentosiformis* y *N. sylvestris*, con 24 pares de cromosomas (13).

La presencia natural de esta especie se encuentra restringida al continente Americano, Australia y el Pacífico del Sur, existiendo en mayor proporción en América del Sur, por lo cual, algunos historiadores, sugieren un origen sudamericano (13).

5.1.2.) Características Generales:

La *Nicotiana tabacum* L., es una planta herbácea anual o semi-perenne, con un tallo fuerte, erecto; la forma de la hoja es ovalada, aguda, entera, pubescente, generalmente sentada y muy grande; la inflorescencia terminal es muy compleja, caliz globuloso, corola en un tubo ensanchado arriba, compuesta de cinco lóbulos regulares y una coloración que varía del rojo al blanco, según sea la especie (3).

La especie *Nicotiana tabacum* L., se considera que debe su conservación a la propiedad de sintetizar nicotina. Este es un alcaloide que al quemarse el tabaco, pasa al humo y el fumador que lo inhala experimenta un efecto placentero conocido como fuerza fisiológica (10).

Se considera que la planta de tabaco posee un genomio capaz de producir hojas con pequeños cambios en sus propiedades, de acuerdo a su posición en la planta, determinando que las hojas superiores son de cuerpo pesado y sabor fuerte, lo que se debe al mayor contenido de nicotina de las hojas superiores respecto a las inferiores (5).

El 95% del tabaco cultivado en Guatemala es del tipo *Burley air-cured* y *Virginia fire-cured*, el 5% restante es dedicado a la siembra de tabaco tipo Virginia curado al sol *sun-cured* y el aromático o turco *sun-cured* (5).

5.1.3) Tabaco Tipo Burley:

En nuestro país el cultivo de este tabaco se encuentra distribuido en los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula, San Marcos y Escuintla (15).

Este es un tipo de tabaco rubio, de calidad

aceptable de buena combustión y aroma suave, el cual añejado puede tomar diferentes tonalidades las que lo sujetan a una sub-clasificación (15).

Las variedades de este tipo de tabaco que más se cultivan en Guatemala son: Burley KY-17, Burley KY-9 y Burley KY-35, de las cuales se ha difundido en mayor proporción la Burley KY-17, que es una variedad con alto nivel de resistencia a la enfermedad conocida como Pata negra *Phytophthora parasítica*, además presenta alta resistencia a otras enfermedades importantes como el virus del mosaico del tabaco, y un moderado nivel de resistencia a *Fusarium*. Presenta una altura promedio de 1.31 m., con una producción de 21 hojas por planta y un rendimiento potencial de 3,376 kg/ha. (15).

Esta variedad posee un 4.65% de contenido de alcaloides, la cantidad de nitrógeno y nitratos presentes en la planta, representan el 4.2% y 0.47% respectivamente. En promedio presenta el 1.72% de proteína, todos estos valores respecto al peso seco de la planta, el contenido de nicotina oscila alrededor del 4.37%, la duración de su ciclo en promedio es de 90 días de la siembra a la cosecha y tarda alrededor de 65 días para su floración (15).

5.2.) CALIDAD DEL TABACO:

La conceptualización de la calidad depende en mucho del proceso de comercialización que se este efectuando, así las compañías tabacaleras requieren de cierta calidad al comprar el producto del agricultor, pagando mayores precios por aquellos tabacos que presenten mejor calidad. Dentro de los elementos que determinan la calidad, se encuentran: Los aspectos físicos como la posición de la hoja, intensidad de color, textura o cuerpo, aroma, madurez, daño de la hoja (5). De acuerdo a estas características una planta de tabaco puede presentar las siguientes calidades de hojas:

Primera Delgada:

- Color café claro, no amarillo.
- Consistencia liviana, textura delgada y flexible.
- Tamaño no menor de 20 pulgadas de largo.
- La hoja debe estar completamente sana.
- Estas hojas generalmente se localizan en la parte inferior inmediata al centro de la planta.

Primera Gruesa:

- De color café, no amarillo.
- De consistencia gruesa suave.
- La hoja debe estar completamente sana.
- Tamaño no menor de 20 pulgadas de largo.

- Estas hojas generalmente se localizan en la parte superior inmediata al centro de la planta.

Segunda Delgada:

- De color café claro, no amarillo.
- Consistencia liviana, textura delgada y flexible.
- Tamaño no menor de 18 pulgadas de largo.
- Hojas cosechadas de la parte inferior de la planta contiguas a la clase Primera delgada.

Segunda Gruesa:

- De color café, no amarillo.
- De consistencia gruesa un poco menos suave que la primera gruesa.
- Tamaño no menor de 16 pulgadas de largo.
- Hojas cosechadas de la parte superior de la planta contiguas a la clase Primera Gruesa.

Tercera Delgada:

- De color café claro, no amarillo.
- Consistencia liviana, textura delgada y flexible.
- Tamaño no menor de 14 pulgadas de largo.
- La hoja debe tener la lámina entera en este caso.
- La hoja podrá tener pequeños daños producidos por efectos mecánicos, ambientales o por insectos.

Tercera Gruesa:

- De color café oscuro, no amarillo.
- Consistencia gruesa y ligeramente menos suave que la segunda gruesa.
- Tamaño no menor de 14 pulgadas de largo.
- Hoja cosechada de la parte superior de la planta contiguas a la clase Segunda Gruesa.

Cuarta Delgadas:

- De color café claro, no amarillo.
- Tabaco de hojas quebradas delgadas, livianas y de poco cuerpo.
- Tamaño no menor de 12 pulgadas de largo.
- Las hojas deben mostrarse enteras, por lo menos 50% de su superficie.
- Pueden tener daños por efectos mecánicos, ambientales o por insectos.
- Queda excluido tabaco color negro o podrido.
- Hojas de parte inferior de la planta.

Cuarta Gruesa:

- Color café oscuro, no amarillo.
- Consistencia gruesa.
- Tamaño no menor de 10 pulgadas de largo.
- Hojas cosechadas en la parte superior de la planta.

Verde Delgado:

- Color café, con tonalidades verdes, no amarillo.
- De consistencia liviana, flexible y delgada.
- La hoja debe tener la lámina entera.
- Queda excluido el verde perico.

Verde Grueso:

- Color café, con manchas verdes, no amarillo.
- De consistencia gruesa.
- Las hojas deben estar enteras.
- Queda excluido el verde perico.

Por su parte el consumidor demanda cigarrillos que satisfagan su placer al fumarlos. El cual depende en gran medida del contenido de nicotina (5).

La Industria tabacalera ha elaborado las normas para definir una calidad del producto que brinde los requerimientos demandados en los diversos procesos de comercialización; siendo la composición química, la estructura de la hoja y los componentes químicos del humo que se producen (10).

Las restricciones en el contenido de nicotina son variables, dependiendo de la oferta del producto, la cual está en función de las condiciones ambientales que se

presenten en los países productores; del país en el cual se procese el tabaco y de la finalidad de la producción. La compra y venta de la producción de tabaco se realiza por medio de subastas, donde los tabacos con mejor apariencia física y menor nicotina son los mejor remunerados (10).

En términos generales se consideró, para este año (90-91) en el mercado estadounidense, que un promedio en el porcentaje de nicotina, del 3% en la planta, para la elaboración de cigarrillos es aceptable¹.

5.3.) ALCALOIDES:

Los alcaloides han sido aislados de muchas sustancias vegetales, determinándose que son compuestos orgánicos heterocíclicos de nitrógeno que pueden actuar como álcalis (8).

En general poseen un gran impacto fisiológico, variando su estructura de lo simple a lo complejo (1). Los alcaloides sintetizados por la planta de tabaco son: Nicotina ($C_{10}H_{14}N_2$), Nornicotina ($C_9H_{12}N_2$), Anabasina ($C_{10}H_{10}N_2$), Icoteína ($C_{10}H_{12}N_2$), Isonicotina ($C_{10}H_{12}N_2$) y la N. Metilanabasina ($C_{11}H_{16}N_2$). De estos alcaloides, la nicotina constituye el 90% (1).

¹ De acuerdo a criterio de Ing. Agr. Boris Pappa e Ing. Agr. Hugo Flores, técnicos en tabaco de exportación, Casa Export Ltda.

5.3.1.) Nicotina:

Es un alcaloide que tiene estructura química sencilla, aunque sus efectos fisiológicos distan mucho de ser igual (1).

La especie *Nicotiana tabacum* L., posee la propiedad de sintetizar este compuesto en cantidades relativamente altas, siendo ésta la razón por la cual su cultivo se ha comercializado tanto. El 30% de la nicotina, es capaz de traslocarse al humo del cigarrillo, a lo cual se le atribuyen los efectos gustativos y fisiológicos que produce el tabaco al fumarse (5).

La síntesis de la nicotina se efectúa en las raíces, a partir de compuestos orgánicos simples, fotosintetizados en las hojas y por formas simples de nitrógeno, absorbidas del suelo. Posteriormente a su formación, una parte es transportada a las venas y hojas; y otra parte permanece en las raíces, para su acumulación (5).

La parte de nicotina que se distribuye, en las hojas, presenta una mayor concentración en la parte apical y disminuye al descender en la planta. Existen varios factores que pueden modificar el contenido de nicotina en la planta, dentro de ellos se encuentran: la

variedad, las condiciones ambientales (suelo, clima y agua de riego), y algunas labores culturales (despunte, deshije, época de corte y la fertilización) (5).

5.4.) FERTILIZACION:

El tabaco posee una cantidad mayor de cenizas que muchos cultivos, el tabaco para cigarrillo posee de 22% a 25% de cenizas y el tabaco picado cerca del 15%. Conforme a ello, la cantidad de nutrientes extraídos, es relativamente mayor, fluctuando, de acuerdo con la variedad y el rendimiento (5).

Las aplicaciones de fósforo desempeñan un papel de menor importancia en el tabaco, pues en este cultivo interesa principalmente el rendimiento foliar, sin embargo, es necesaria la aplicación de este elemento para el normal crecimiento de la planta (10).

El potasio es considerado como un elemento de gran valor, debido a que tiene efectos sobre la calidad y el rendimiento del producto, por la rápida exteriorización que presentan sus síntomas de deficiencia y por la capacidad de poder brindar al tabaco una mejor combustión. Se ha llegado a determinar que con altos niveles de aplicación, no se producen efectos desfavorables en la planta, pero los costos de producción

son incrementados significativamente, mientras que su deficiencia induce reducciones en la calidad y rendimiento del producto (10).

Los elementos menores son requeridos por la planta, en cantidades mínimas, siendo oportuna su aplicación al determinarse deficiencias de éstos, en los suelos a cultivar (10).

5.4.1.) Fertilización Nitrogenada:

Llanos (10), considera que el nitrógeno es base para obtener un rendimiento cuantitativamente aceptable, por la influencia directa que posee el metabolismo de la planta, lo que se manifiesta por un incremento en nicotina, nitratos y amoníacos en los tejidos de las hojas (5).

El nitrógeno debe ser dosificado durante todo el ciclo, debido a que el aprovechamiento de los compuestos nitrogenados es superior cuando se aplica en dosis reducidas (12).

Las plantas pueden absorber el nitrógeno de 4 formas importantes: como nitrato, en forma amónica, como compuesto orgánico (aminoácidos) y como úrea. El uso de úrea como fuente de nitrógeno ocasiona la aparición de

la categoría denominada pringa verde, la cual es considerada como una categoría inferior y rechazada en el mercado internacional (5).

5.4.1.1.) Fertilizantes Nítricos:

El nitrato es la forma más abundante de nitrógeno utilizable. Las raíces lo absorben y allí es reducido o bien es llevado a reducirse a las hojas en donde es acumulado como fuente de reserva para la planta (2).

Los nitratos son aprovechados más rápidamente, por lo que su aplicación deberá efectuarse en el momento que la planta lo necesite, para evitar pérdidas por lixiviación, debiéndose tener mayor cuidado en suelos sueltos (10).

5.4.1.2.) Fertilizantes Amónicos:

El amonio puede ser usado en forma directa por muchas plantas, pero de manera preferente por unas pocas. Existen plantas capaces de absorberlo en grandes cantidades, dentro de ellas, muchas son de suelos ácidos, usándolo en formación de sales amoniacaes y ácidos orgánicos. Otras plantas lo utilizan para formar cantidades grandes de las amidas glutarina o asparagina (2).

Esta forma de fertilizante nitrogenado se asimila lentamente al ser retenido por el complejo absorbente del suelo. Una parte del fertilizante amoniacal puede ser usado en forma indirecta, mediante su conversión a nitratos (2).

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1.) DESCRIPCION DEL SITIO EXPERIMENTAL:

6.1.1.) Localización:

El estudio se realizó en la finca Maya, ubicada en el Municipio de Estanzuela del Departamento de Zacapa.

El área experimental se encuentra en las coordenadas: 14°58' Latitud Norte y 89°32' Longitud Oeste; con una altitud de 195 metros sobre el nivel del mar.

De acuerdo a un promedio de 10 años de registro meteorológico de la estación La Fragua¹, se determinaron los siguientes datos climáticos anuales:

Precipitación Pluvial:	676.9 mm.
Días de Lluvia:	80 días.
Temperatura Media:	27°C.
Temperatura Absoluta:	11.3
Temperatura Máxima:	34.3°C.
Temperatura Mínima:	21.2°C.
Humedad Relativa promedio:	70.4%

¹ Estación Meteorológica La Fragua, ubicada en el Municipio de Estanzuela, con coordenadas 14°57'51" Latitud Norte y 89°35'04" Longitud Oeste, elevación de 210 metros sobre el nivel del mar (años 80-89)

Velocidad del Viento:	7.55 Km/hr.
Insolación:	11.47 hr/día.
Evaporación a la Intemperie:	25.25 mm.

De acuerdo a estos valores climáticos y a la clasificación ecológica propuesta por Holdridge y modificada por De La Cruz (6), el área experimental pertenece a la Zona de Vida Monte Espinozo Subtropical.

6.2.) CONDICIONES EDAFICAS:

El lugar experimental según la clasificación de suelos propuesta por Simmons (14), pertenece a la serie de suelos chicaj, los cuales se caracterizan por provenir de ceniza volcánica cementada, con consistencia plástica, son arcillosos, con mal drenaje interno y un espesor aproximado de 25-50 cms. de profundidad.

Estos suelos son de mediana fertilidad natural, generalmente con una capa de arcilla a 20 cms. que limita la penetración radicular, su declive dominante oscila entre 0 y 2 por ciento (14).

6.3.) TECNICAS EXPERIMENTALES:

6.3.1.) Diseño Estadístico:

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con arreglo factorial 2×3^2 con dos repeticiones,

la longitud de cada bloque fue de 112 m. con un ancho de 3 m., estas especificaciones se visualizan en mejor forma en el esquema que se presenta en el croquis de campo (Fig. 1A), por las características del experimento, las parcelas experimentales fueron aleatorizadas con un arreglo combinatorio de tratamientos para el diseño de bloques al azar.

6.3.2.) Factores y Niveles:

Los factores estudiados fueron: tipo de fertilizante nitrogenado, dosis y época de aplicación; los cuales se presentan con sus respectivos niveles en el cuadro 1.

CUADRO 1: Factores y Niveles Estudiados.

FACTOR	NIVELES
Fertilizante Nitrogenado (A)	Amónico (A1) Nítrico (A2)
Dosis de Aplicación (B)	135 kg de N/ha. (B1) 270 kg de N/ha. (B2) 405 kg de N/ha. (B3)
Epoca de Aplicación (C)	Días después del Transplante 0, 20 y 30 (C1) 5, 25 y 35 (C2) 10, 30 y 40 (C3)

6.3.3.) Tratamiento:

Las posibles combinaciones de los factores y sus niveles da un total de 18 tratamientos, los cuales se observan en el cuadro 2.

CUADRO 2: Combinaciones de Tipo de Fertilizante Nitrogenado, Epoca y Dosis de Aplicación.

NUMERO DE TRATAMIENTO	TIPO DE FERTILIZANTE NITROGENADO	DOSIS DE APLICACION Kg N/ha.	EPOCA DE APLICACION (ddt)*
1	Amonico	135	0 - 20 - 30
2	"	135	5 - 25 - 35
3	"	135	10 - 30 - 40
4	"	270	0 - 20 - 30
5	"	270	5 - 25 - 35
6	"	270	10 - 30 - 40
7	"	405	0 - 20 - 30
8	"	405	5 - 25 - 35
9	"	405	10 - 30 - 40
10	Nitrico	135	0 - 20 - 30
11	"	135	5 - 25 - 35
12	"	135	10 - 30 - 40
13	"	270	0 - 20 - 30
14	"	270	5 - 25 - 35
15	"	270	10 - 30 - 40
16	"	405	0 - 20 - 30
17	"	405	5 - 25 - 35
18	"	405	10 - 30 - 40

* ddt = Días después del trasplante.

6.3.4.) Unidad Experimental:

Cada unidad experimental estuvo comprendida por una parcela de 18 mts² (6 mts. de largo por 3 mts. de ancho) estas parcelas fueron ubicadas sobre el surco de riego, tal como lo muestra el croquis de campo (Fig. 1A), presentándose 18 parcelas experimentales por cada bloque, con un total de 36 unidades experimentales, cubriendo una área de 648 mts².

6.4.) METODOLOGIA DE CAMPO:

6.4.1.) Epoca de Siembra:

El estudio se efectuó en la siembra de II etapa, es decir la tercera siembra del año, en octubre, utilizando la variedad KY-17 discutida en la página 9.

6.4.2.) Semilleros:

6.4.2.1.) Preparación del Tablón:

Esta labor se realizó construyendo un tablón de 30 m. por 1 m., con una altura de 0.3 m., posteriormente el suelo se desinfectó y desinfestó con Bromuro de metilo.

6.4.2.2.) Siembra:

Se sembró 4 días después de la aplicación del bromuro de metilo, debido al pequeño diámetro de las semillas, ésta se hizo con regaderas de 15 litros de capacidad, requiriéndose 2.33 g. de semilla por el tablón.

6.4.2.3.) Fertilización:

En esta fase del cultivo, no se fertilizó con nitrógeno, sólo se aplicaron 5 lbs. de triple superfosfato por el tablón de 30 m², esto con el propósito de inducir a un mayor enraizamiento de las plantúlas.

6.4.2.4.) Control de Plagas y Enfermedades:

Para el control y prevención de las plagas y enfermedades, se utilizaron los productos químicos Fenban, Lorsban, Orthene 75, Ridomil 5G (en cantidades que se observan en el cuadro correspondiente a los costos de producción).

6.4.3.) Fase de Campo:

6.4.3.1.) Preparación del Suelo:

Se preparó el suelo dando un paso de aradura de disco y 2 de rastra, la desinfestación se realizó con fenomiphos.

6.4.3.2.) Trasplante:

Cuando las plantúlas del semillero tenían 35 días de emergidas, se procedió a trasplantarlas. La distancia de trasplante fue de 1 m. entre surco y 0.5 m. entre planta, con lo que se logró una densidad de 1,320 plantas/648 m². de área experimental, equivalente a

19,600 plantas/ha.

Se retrasplantó durante los primeros 3 días después del trasplante.

6.4.3.3.) Control de Malezas:

Esta labor se realizó en forma manual, empleando frecuencia de 15 días, durante los primeros 45 días del cultivo.

6.4.3.4.) Fertilización:

En el cultivo del tabaco las fertilizaciones se efectúan aplicando 270 kg/ha. de nitrógeno, 45 kg/ha. de fósforo y 185 kg/ha. de potasio, cantidades que se suplen mediante formulaciones completas. Las aplicaciones se realizan después del trasplante. Para el estudio la cantidad de fósforo fue suministrada a partir del triple superfosfato.

El potasio fue administrado a las plantas, con el nitrato de potasio obtenido de la fórmula comercial 18-0-46 que fue la fuente nitríca evaluada. La cantidad total de potasio que se aplicó fue de 334 Kg/ha. para completar esta cantidad en aquellos tratamientos donde el nitrato de potasio se utilizó en menores cantidades o donde la fuente de fertilización nitrogenada evaluada fue la vía amónica, se utilizó sulfato de potasio, el azufre proveniente de los sulfatos de potasio y de

amonio se niveló con azufre (sulfur con 90% de azufre). Para el caso de los fertilizantes nitrogenados, las dos fuentes evaluadas fueron Nitrato de potasio (18% K_2O) y Sulfato de amonio (21% N).

Las aplicaciones nitrogenadas se hicieron en forma dosificada, para lograr una mayor eficiencia en la fertilización debido a la baja retención catiónica de estos suelos y a las variadas y rápidas formas de pérdida de este elemento.

Requiriéndose la aplicación del nutriente en las primeras fases del cultivo, que es cuando las plantas absorben la mayor parte de sus nutrientes y tienen los valores más altos de crecimiento.

La planta de tabaco a pesar de requerir grandes cantidades de nitrógeno, durante sus primeros días es sensible a la falta de este elemento en la última parte de su ciclo, estimulando a la senectud prematura de la planta o a la aparición de características no deseables (rebrotación, categorías inferiores, incremento en nicotina) si se encuentra en grandes proporciones, por lo que su adición debe ser en pequeñas cantidades, como se observa en el cuadro 3.

Usualmente se fertiliza con 270 kg N/ha. empleando tres épocas, siendo éstas a los 5, 25 y 35 días después del trasplante, adicionándose en estas fertilizaciones el 50%, 44% y el 6% del total de la dosis del fertilizante

nitrogenado; en el estudio se evaluó esta forma de aplicación y otras dosis de aplicación (la mitad y el doble de lo usual) y otras épocas de aplicación (variando en 5 días de la época de fertilización tradicional), los fertilizantes nitrogenados evaluados se adicionaron con las tres distintas épocas y dosis evaluadas. Las cantidades de nitrógeno aplicadas en cada época son presentadas en el cuadro 3.

CUADRO 3: CANTIDAD DE NITROGENO APLICADO EN CADA EPOCA

DOSIS NITROGENADA APLICACION	135 Kg. N/Ha.	270 Kg. N/Ha.	405 Kg. N/Ha.
PRIMERA	68	135	202
SEGUNDA	60	119	178
TERCERA	8	16	24

6.4.3.5.) Control de Plagas y Enfermedades:

El control y prevención de las enfermedades se logró con aplicaciones de Ridomil 5G y Manzate, el control de los insectos se hizo con Lorsban, Lannate, Dipel, Nema-cur 5 g., Azodrin, Orthene 75, Sevin 80 wp Tamaron 600.

6.4.3.6.) Riego:

En esta época es indispensable el suministro de riegos auxiliares para la región de Estanzuela, Zacapa, por lo que se efectuó con frecuencias de 8 días.

6.4.3.7.) Despunte:

Esta práctica que consiste en la eliminación de la inflorescencia, se efectuó a los 65 días después del trasplante cuando se observó que la plantación se encontraba en flor intermedia, lo que determina un rendimiento adecuado, con niveles de nicotina aceptables.

6.4.3.8.) Deshije:

Consiste en la eliminación de retoños de la planta, y se realizaron 2 en el ciclo del cultivo. El primero fue simultáneamente con el despunte y el segundo cuando se observó la existencia de brotes de 4 cms. de largo, esto con el objeto de evitar la utilización de nutrientes por los brotes.

6.4.3.9.) Corte:

A los 20 días después del despunte, cuando se observó que las plantas presentaron su madurez fisiológica.

6.4.3.10.) Curado:

Esta labor se efectuó con el fin que la planta perdiera la coloración verde, mediante la destrucción de los cloroplastos, así como para provocar los cambios biológicos y físico-químicos que hacen que la planta pierda las características de una hierba seca y amarga, y adquiera el aroma y propiedades deseadas.

Esta práctica se efectuó al aire, para lo cual fue necesario construir galerías de madera, con alambre en la parte superior que es donde se sujetaron las plantas, esta galería se cubrió con palma en los lados para evitar efectos negativos producidos por el aire que afectarían al proceso.

6.5.) VARIABLE DE RESPUESTA:6.5.1.) Contenido de Nicotina:

Para la determinación de nicotina se tomaron al azar 2 pares de hojas de cada categoría evaluada (primera y segunda, tanto gruesa como delgada) por cada unidad experimental.

Estas hojas se molieron y homogenizaron para su posterior análisis químico, el cual consistió en una extracción del alcaloide por medio de una destilación en el laboratorio de la Tabacalera Nacional.

6.5.2.) Rendimiento:

Se obtuvo, después de haberse secado las hojas al aire expresándose como kilogramos de materia seca por hectárea, para cada calidad de tabaco evaluada.

6.6.) ANALISIS DE INFORMACION:

Se efectuó un análisis de varianza para el contenido de nicotina en hoja delgada, en hoja gruesa y promedio en la planta y para el rendimiento de primera y segunda de gruesa y delgada.

Para el rendimiento de hoja gruesa y hoja delgada y para el rendimiento total de la planta, el análisis obedeció al siguiente modelo estadístico:

6.6.1.) Modelo Estadístico:

$$Y_{ijkl} = M + A_j + B_k + C_l + D_i + AB_{jk} + AC_{jl} + BC_{kl} + ABC_{jkl} + E_{ijkl}$$

Donde: M = Media general.

A_j = Efecto del fertilizante nitrogenado (j = amonico y nítrico).

B_k = Efecto de la dosis de nitrógeno (k = 135, 270, 405 Kg.N/hg.)

C_l = Epoca de aplicación (l = 0-20-30 ddt., 5-25-35 ddt., 10-30-40 ddt.).

D_i = Efecto de los bloques (i = 1, 2)

- AB_{jk} = Interacción entre el tipo de fertilizante nitrogenado y la dosis de aplicación.
- AC_{jl} = Interacción tipo de fertilizante nitrogenado y época de aplicación.
- BC_{kl} = Efecto de la dosis y época de aplicación.
- ABC_{jkl} = Interacción entre el tipo de fertilizante, época y dosis de aplicación.
- E_{ijkl} = Error experimental, asociado a la $ijkl$ -ésima parcela experimental ($ijkl = 1, 2, \dots, 37, 38$).

6.6.2.) Prueba de Medias:

A las variables que mostraron diferencias significativas, se les procedió a hacer la prueba de Tukey, para el o los factores necesarios.

6.6.3.) Análisis Económico:

Se efectuó el análisis de tasa marginal de retorno para la dosis de nitrógeno, que fue el único factor que presentó diferencias significativas en los análisis de varianza efectuados. Este análisis económico selecciona como mejor tratamiento a aquel que produce el mayor beneficio neto por unidad de costo variable.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

En el rendimiento se estudió las calidades primera y segunda delgada y primera y segunda gruesa, determinándose también la cantidad total de hoja delgada y de hoja gruesa, así como el rendimiento total.

El contenido de nicotina se obtuvo como una media ponderada de hoja delgada, gruesa y promedio total de la planta, la ponderación se hizo de acuerdo a las formulas presentadas en las páginas 44 y 45.

La discusión de los resultados aparece con cada categoría evaluada.

7.1.) EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO:

Primera Delgada: En esta calidad de tabaco no existieron diferencias al 0.05 de significancia ($\alpha = 0.05$), sobre los tratamientos evaluados, como se observa en el cuadro 4.

CUADRO 4: Análisis de Varianza para el Rendimiento de Primera Delgada.

F.V. *	G.L. **	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL CULADA	SIGNIFI CANCIA
Bloque	1	153,572.547	153,572.547	0.41	0.5327
A	1	39,223.802	39,223.802	0.10	0.7515
B	2	2,281,522.544	1,140,761.272	3.01	0.0758
AxB	2	65,114.405	32,557.203	0.09	0.9180
C	2	476,178.344	238,089.172	0.63	0.5452
AxC	2	482,646.072	241,323.036	0.64	0.5408
BxC'	4	1,003,163.646	250,790.912	0.66	0.6266
AxBxC	4	1,823,459.468	455,864.867	1.20	0.3452

C.V. 40.56%

* Fuentes de Variación, descritas en el modelo estadístico (pag. 31)

** Grados de libertad para cada fuente de variación.

Segunda Delgada: En el análisis estadístico de esta categoría existieron diferencias altamente significativas entre las dosis de nitrógeno, lo que se observa en el cuadro 5.

CUADRO 5: Análisis de Varianza para el Rendimiento de Segunda Delgada.

F.V. *	G.L. **	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL CULADA	SIGNIFI CANCIA
Bloque	1	14,248.4011	14,248.4011	0.35	0.5662
A	1	12,701.29	12,701.29	0.31	0.5840
B	2	692,350.6689	346,175.3344	8.49	0.0028
AxB	2	26,402.58	12,701.29	0.31	0.7364
C	2	148,141.9022	74,070.9511	1.82	0.1927
AxC	2	150,999.5467	75,499.7733	1.85	0.1873
BxC	4	296,283.8044	74,070.9511	1.82	0.1721
AxBxC	4	301,999.0933	75,499.7733	1.85	0.1655

C.V. 205.91%

* Fuentes de Variación, descritas en el modelo estadístico (pag. 31)

** Grados de libertad para cada fuente de variación.

Las medias de las dosis de nitrógeno fueron sometidos a la prueba de Tukey, cuyos resultados aparecen en el cuadro 6.

CUADRO 6: Resultados de la Prueba de Tukey para la Calidad de Segunda Delgada Respecto a la Dosis de Nitrógeno. $\alpha=0.05$

DOSIS DE N. (kg/ha.)	MEDIA (kg/ha.)	GRUPOS
135	163.43	a
270	0.00	b
405	0.00	b

Del cuadro 6, se puede observar que la mayor dosis de nitrógeno brindó los únicos rendimientos obtenidos para esta categoría, mientras que al incrementar la cantidad de nitrógeno no existió rendimiento como se observa en la Figura 1.

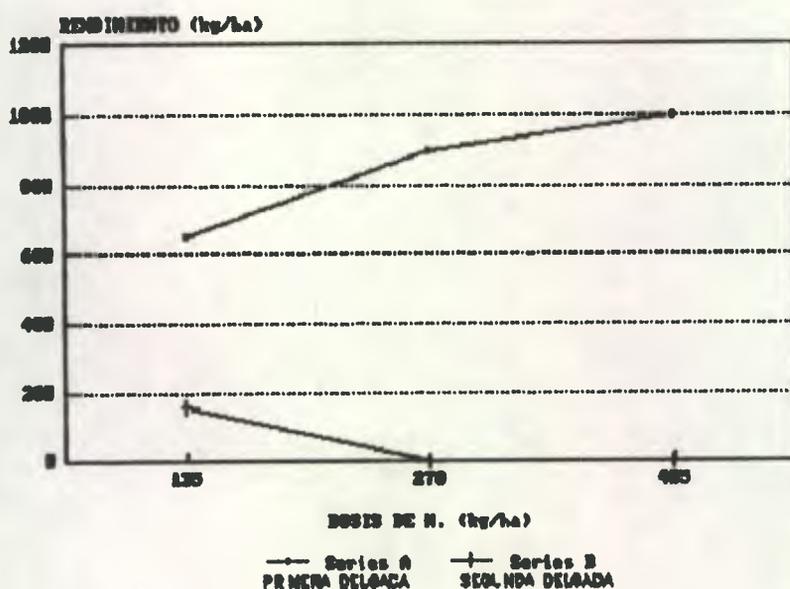


FIGURA 1: EFECTO DE LA DOSIS SOBRE EL RENDIMIENTO DE PRIMERA Y SEGUNDA DELGADA

En la figura anterior se observa una relación inversa entre las calidades de primera delgada y segunda delgada respecto a la dosis de nitrógeno aplicado, con dosis bajas se obtuvo segunda delgada, y al aumentar la dosis de nitrógeno, aumentó el rendimiento de la primera calidad.

Primera Gruesa: En esta calidad de tabaco, existieron diferencias entre las dosis de nitrógeno, tal como aparece en el cuadro 7.

CUADRO 7: Análisis de Varianza para la Categoría de Primera Gruesa.

F.V. *	G.L. **	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL CULADA	SIGNIFI CANCIA
Bloque	1	16,900.000	16,900.000	0.07	0.7995
A	1	32,280.111	32,280.111	0.13	0.7258
B	2	2,391,742.167	1,195,871.083	4.71	0.0236
AxB	2	319,003.722	159,501.861	0.63	0.5455
C	2	442,818.167	221,409.083	0.87	0.4360
AxC	2	72,435.389	36,217.694	0.14	0.8681
BxC	4	613,767.667	153,441.917	0.60	0.6648
AxBxC	4	282,607.778	70,651.944	0.28	0.8880

C.V. 82.33%

* Fuentes de Variación, descritas en el modelo estadístico (pag. 31)

** Grados de libertad para cada fuente de variación.

Por haber existido diferencias significativas entre las dosis se hizo la prueba de Tukey, para estudiar el comportamiento de las diferentes dosis en esta categoría.

CUADRO 8: Prueba de Tukey para la Dosis de Nitrógeno en Primera Gruesa. $\alpha = 0.05$

DOSIS DE N. (kg/ha.)	MEDIA (kg/ha)	GRUPOS
405	518.33	a
270	333.94	ab
135	167.72	b

Para esta calidad se observa que a mayor dosis es mayor también el rendimiento obtenido (Figura 2).

Segunda Gruesa: El resultado del análisis estadístico efectuado para esta calidad, aparece en el cuadro 9.

CUADRO 9: Análisis de Varianza para el Rendimiento de Segunda Gruesa.

F.V. *	G.L. **	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL CULADA	SIGNIFI CANCIA
Bloque	1	57,680.0278	57,680.0278	1.20	0.2884
A	1	8,836.0000	8,836.0000	0.18	0.6734
B	2	710,271.7222	355,135.8611	7.39	0.0049
AxB	2	23,571.5000	11,785.7500	0.25	0.7851
C	2	265,507.9306	132,753.9653	2.76	0.0914
AxC	2	94,514.0417	47,257.0208	0.98	0.3942
BxC	4	241,326.1111	60,331.5278	1.26	0.3254
AxBxC	4	173,527.8333	43,381.9583	0.90	0.4840

* Fuentes de Variación, descritas en el modelo estadístico (pag. 31)

** Grados de libertad para cada fuente de variación.

Se observa del cuadro 8, que existieron diferencias altamente significativas entre las dosis evaluadas, por lo que se procedió a hacer la prueba de Tukey para este factor, la cual se observa en el cuadro 10.

CUADRO 10: Prueba de Tukey para las Diferentes Dosis de Nitrógeno en la Calidad de Segunda Gruesa.

$$\alpha = 0.05$$

DOSIS DE N. (kg/ha.)	MEDIA (kg/ha)	GRUPOS
135	187.27	a
270	126.81	ab
405	0.00	b

De esta prueba se determina que los mayores rendimientos de segunda gruesa se obtienen con la menor dosis 135 kg. N/ha., mientras que la dosis de nitrógeno más alta (405 kg. N/ha.) el rendimiento fue cero, esta relación se aprecia en la Figura 2.

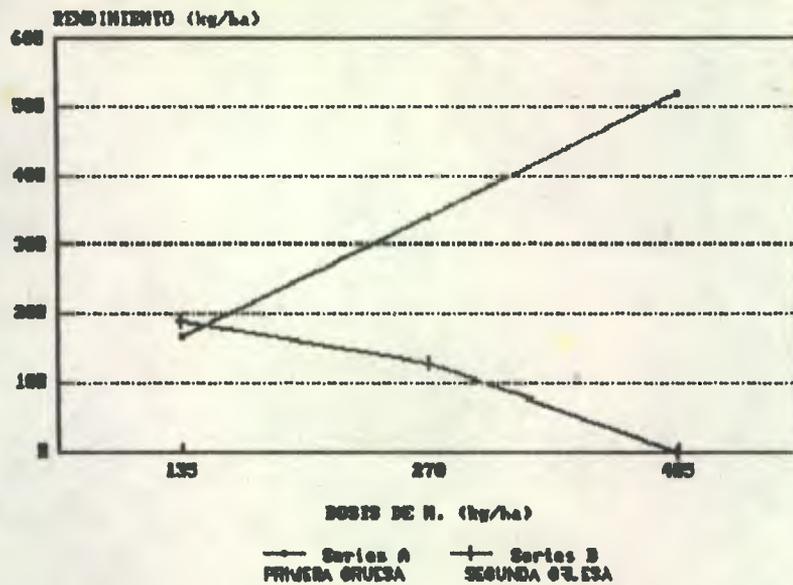


FIGURA 2: EFECTOS DE LA DOSIS SOBRE EL RENDIMIENTO DE PRIMERA Y SEGUNDA GRUESA

En la Figura 2, aparece la relación inversa existente entre el rendimiento de primera gruesa y segunda gruesa, respecto a la dosis de nitrógeno, en donde al aumentar la dosis de nitrógeno se aumenta el rendimiento de primera gruesa y disminuye el rendimiento de segunda gruesa, lo cual es favorable para el agricultor porque la primera categoría le representa mayor ingreso económico (Q.7.00 el kg.) que la segunda categoría (Q.6.50 el kg.).

Rendimiento Total de Hoja Delgada: Esta variable que consistió en la suma de rendimientos de primera y segunda delgada, no presentó diferencias estadísticas para ninguno de los 3 factores evaluados y sus interacciones. Observándose

una tendencia leve a incrementar el rendimiento de hoja delgada con el aumento de nitrógeno mayor que el de nitrato de potasio.

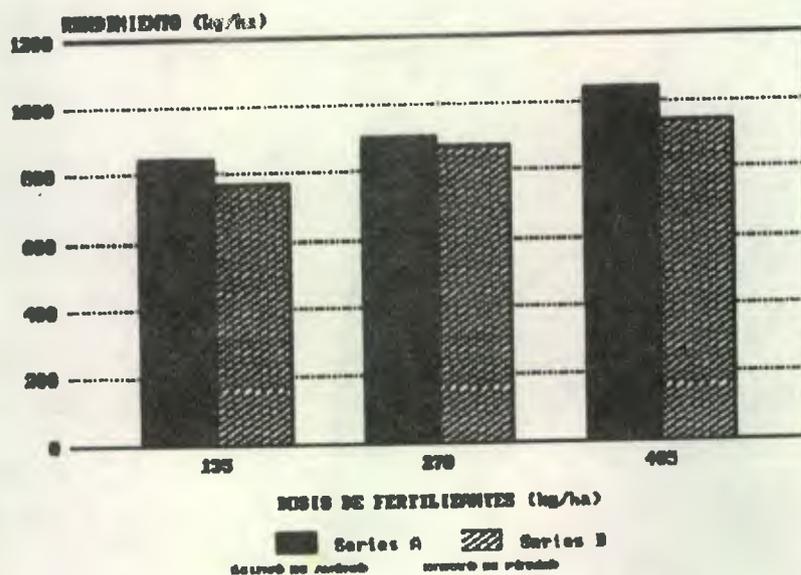


FIGURA 3: EFECTO DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN DELGADA

Rendimiento Total de Hoja Gruesa: De acuerdo al análisis de varianza efectuada, esta variable no presenta diferencias estadísticas para ninguno de los tratamientos, su comportamiento para los tres factores de acuerdo a las condiciones del estudio se observa en las figuras 4, 6 y 7.

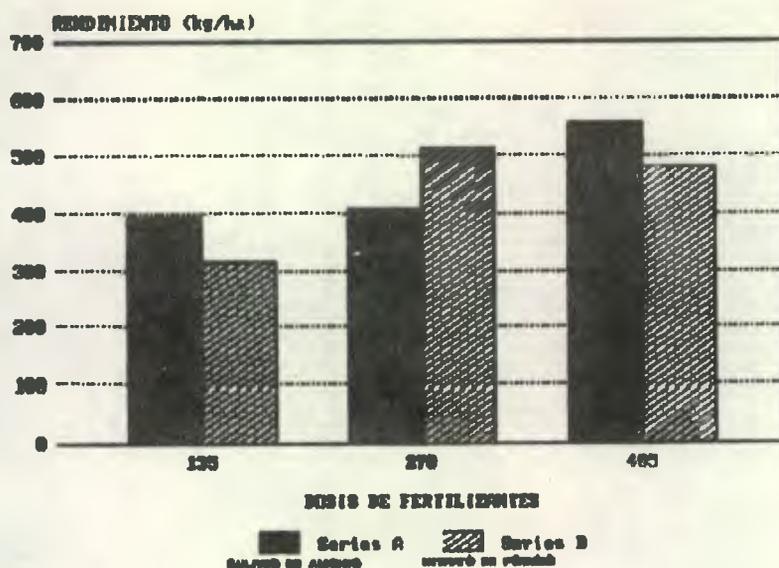


FIGURA 4: EFECTO DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN GRUESA

Rendimiento Total: Esta variable que fue la sumatoria del rendimiento de todas las categorías no presentó diferencias estadísticas, porque al aumentar la dosis de nitrógeno se incrementó el rendimiento de las primeras categorías, pero se redujo el de las segundas categorías. Sin embargo, existieron algunas tendencias importantes que se observan en las figuras 5, 6 y 7.

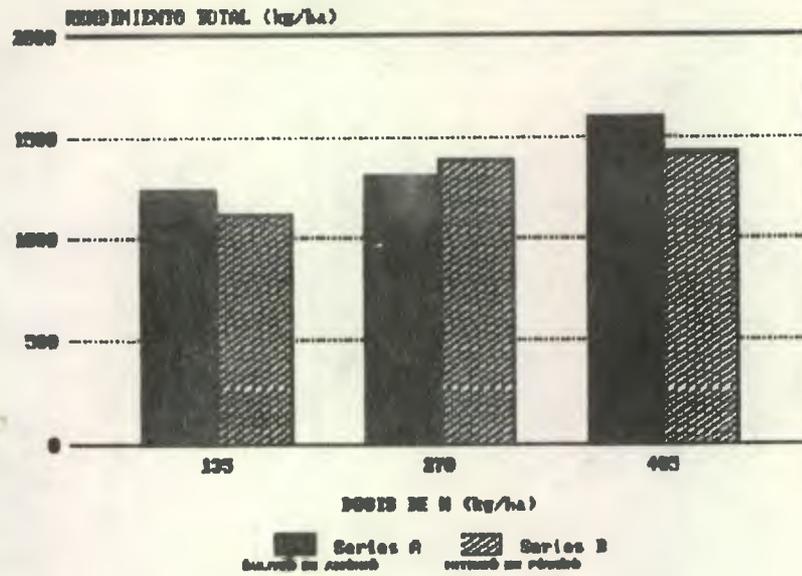


FIGURA 5: EFECTO DE LA DOSIS DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE EL RENDIMIENTO TOTAL

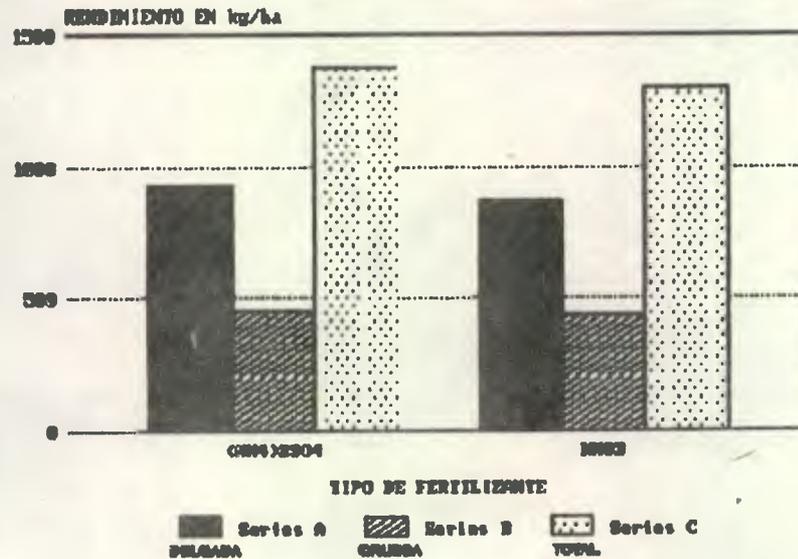


FIGURA 6: EFECTO DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE EL RENDIMIENTO EN DELGADA, GRUESA Y TOTAL

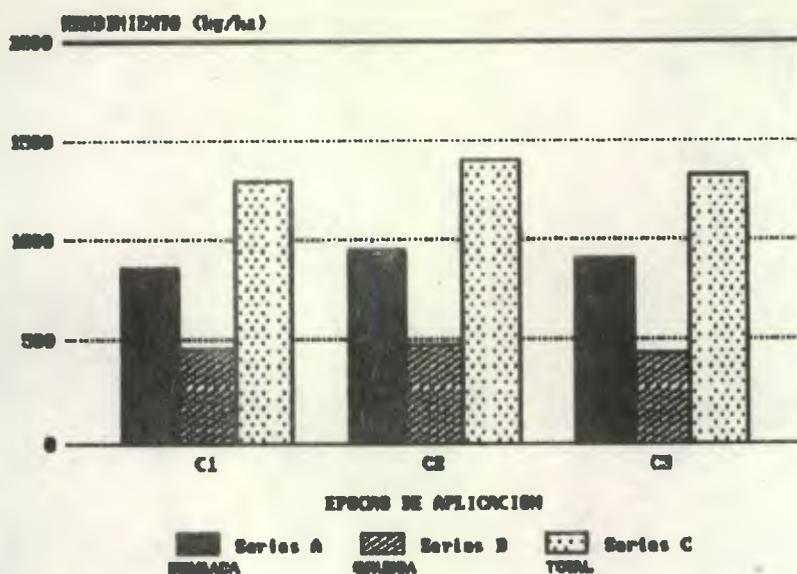


FIGURA 7: VARIACION EN EL RENDIMIENTO DEBIDAS A LA EPOCA DE APLICACION

7.2.) EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL CONTENIDO DE NICOTINA:

Porcentaje de Nicotina Promedio para Hoja Delgada:

Esta variable se determinó de acuerdo a la siguiente

fórmula:

$$\frac{\% \text{ NIC. 1a. DELGADA} \times \text{REND. 1a. DELGADA} + \% \text{ NIC. 2a. DELGADA} \times \text{REND. 2a. DELGADA}}{\text{RENDIMIENTO DE HOJA DELGADA}}$$

Los valores obtenidos de esta fórmula se sometieron a un análisis de varianza en el cual no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos pero la tendencia fue de aumento en el contenido de nicotina al incrementar la dosis de nitrógeno, siendo más evidente el incremento a partir de 270 kg. N/ha. (Figura 10).

En el tipo de fertilizante nitrogenado se observó para

esta categoría que al aplicar sulfato de amonio se presentaron menores porcentajes de nicotina que con el nitrato de potasio (Figura 11).

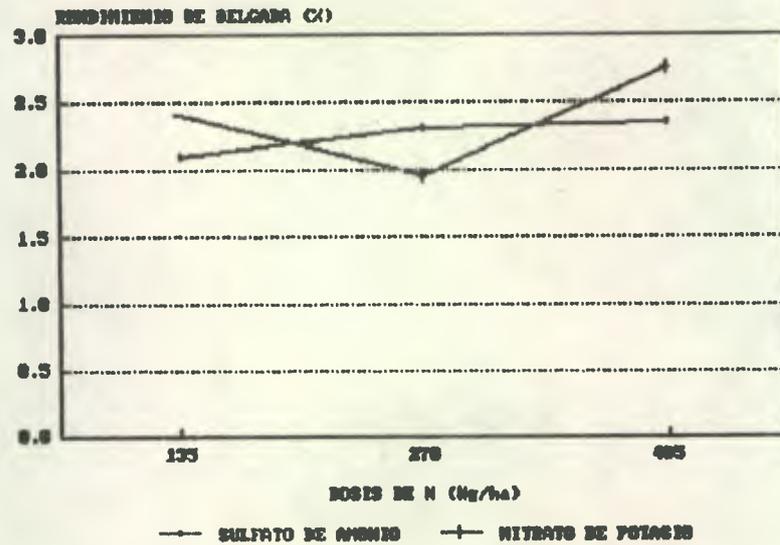


FIGURA 8: EFECTO DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE EL CONTENIDO DE NICOTINA EN DELGADA

Porcentaje de Nicotina Promedio para Hoja Gruesa:

Determinada por:

$$\frac{\% \text{ NIC. DE 1a. GRUESA} \times \text{REND. 1a. GRUESA} + \% \text{ NIC. 2a. GRUESA} \times \text{REND. 2a. GRUESA}}{\text{RENDIMIENTO DE HOJA GRUESA}}$$

Estos valores fueron analizados estadísticamente, presentándose en el cuadro 11 el resumen de análisis.

CUADRO 11: Resumen de Análisis de Varianza para el Porcentaje de Nicotina Promedio de Hoja Gruesa.

F.V. *	G.L. **	SUMATORIA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CAL CULADA	SIGNIFI CANCIA
Bloque	1	0.05016883	0.05016883	0.04	0.8484
A	1	5.54020026	5.54020026	4.16	0.0572
B	2	10.02310849	5.01155424	3.76	0.0444
AxB	2	3.00971892	1.50485946	1.13	0.3461
C	2	0.01164148	0.00582074	0.00	0.9956
AxC	2	0.49229236	0.24614618	0.18	0.8329
BxC	4	1.35266919	0.33816730	0.25	0.9033
AxBxC	4	7.68317890	1.92079472	1.44	0.2631

C.V. 32.76767

* Fuentes de Variación, descritas en el modelo estadístico (pag. 31)

** Grados de Libertad para cada fuente de variación.

En este análisis de varianza se determinaron diferencias para el tipo de fertilizante nitrogenado con una significancia de 0.057, produciendo los mayores porcentajes de nicotina el nitrato de potasio (3.914%) que el sulfato de amonio (3.13%); lo cual se observa en la Figura 11.

En las figuras 8 y 9 se observa que en hoja delgada y gruesa, el sulfato de amonio incrementó el porcentaje de nicotina en forma constante al aumentar la dosis de nitrógeno; mientras que el nitrato de potasio a partir de 270 kg.N/ha., aumentó bruscamente su contenido de nicotina.

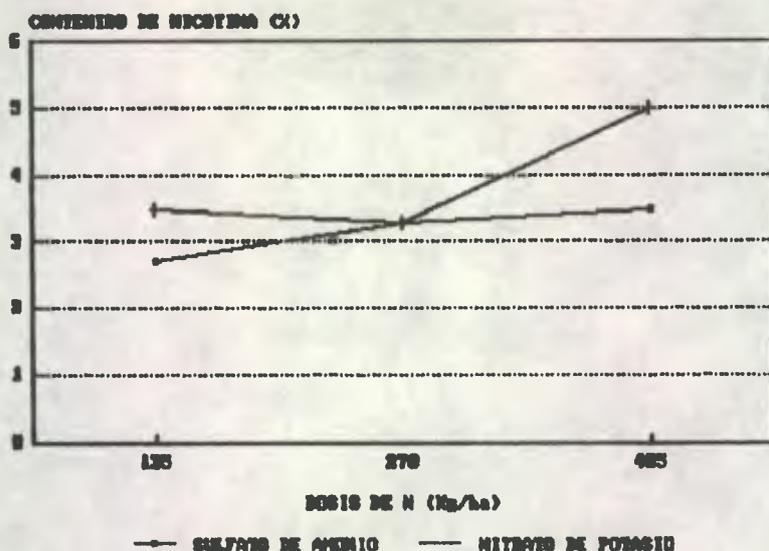


FIGURA 9: EFECTO DE LOS FERTILIZANTES NITROGENADOS SOBRE EL CONTENIDO DE NICOTINA EN GRUESA

La dosis de nitrógeno presentó diferencias significativas (0.044) en su contenido de nicotina, por lo que se procedió a hacerle su análisis de medias ($\alpha = 0.05$) cuyos resultados aparecen en el cuadro 12.

CUADRO 12: Resultados del Análisis de Tukey para el Contenido de Nicotina Respecto a las Dosis de Nitrogeno.

DOSIS DE N. (kg/ha.)	MEDIA (kg/ha)	GRUPOS
405	4.262	a
270	3.236	a
135	3.067	a

Con una significancia de 0.05 en la prueba de medias se observa que no se lograron diferenciar grupos, sin embargo, se observa en el cuadro 12, Figura 9 y 10, que al incrementar la dosis de nitrógeno se incrementa también el contenido de nicotina.

En las épocas de aplicación esta categoría no presentó ninguna tendencia definida, tal como se observa en la Figura 12.

Porcentaje de Nicotina Promedio en la Planta:

El análisis de varianza no presentó diferencias significativas (0.05) para esta variable. La tendencia en el contenido de nicotina promedio de la planta fue de aumento al incrementar la dosis, siendo mayor la nicotina para el nitrato de potasio que para el sulfato de amonio, en las 3 dosis evaluadas (Figura 10).

El nitrato de potasio en la dosis de 405 kg. N/ha. induce a un contenido de nicotina promedio de 3.456%, lo cual es mayor que el porcentaje de nicotina óptimo en el mercado (3%) lo que origina un rechazo de la producción.

En la época de aplicación se observó un menor porcentaje de nicotina con la época de 5, 25 y 35 ddt. (Figura 12), encontrándose el porcentaje de nicotina en las 3 épocas por debajo del límite (cuadro 14).

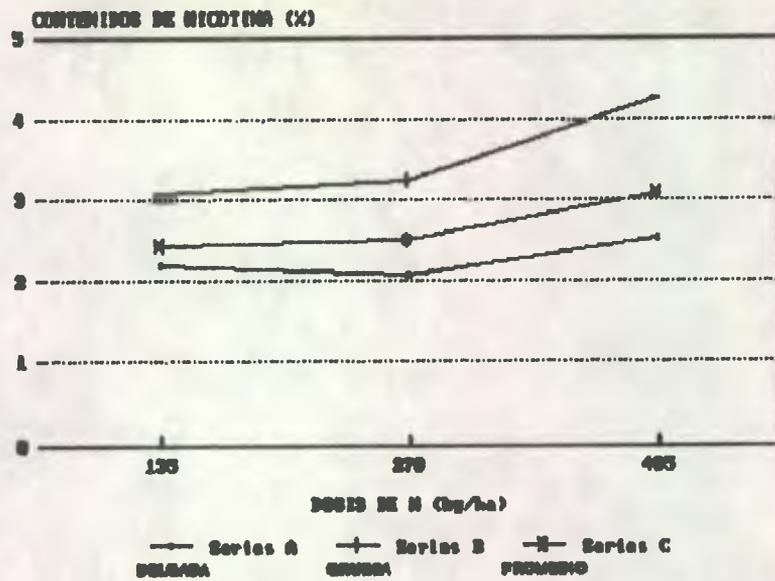


FIGURA 10: VARIACIONES EN EL CONTENIDO DE NICOTINA DEBIDAS A LA DOSIS DE FERT. NITROGENADO

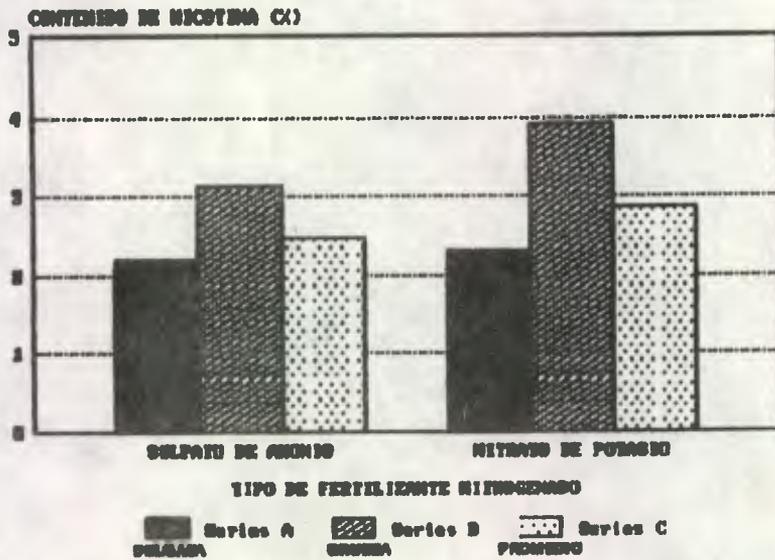


FIGURA 11: VARIACIONES EN EL CONTENIDO DE NICOTINA DEBIDAS AL TIPO DE FERT. NITROGENADO

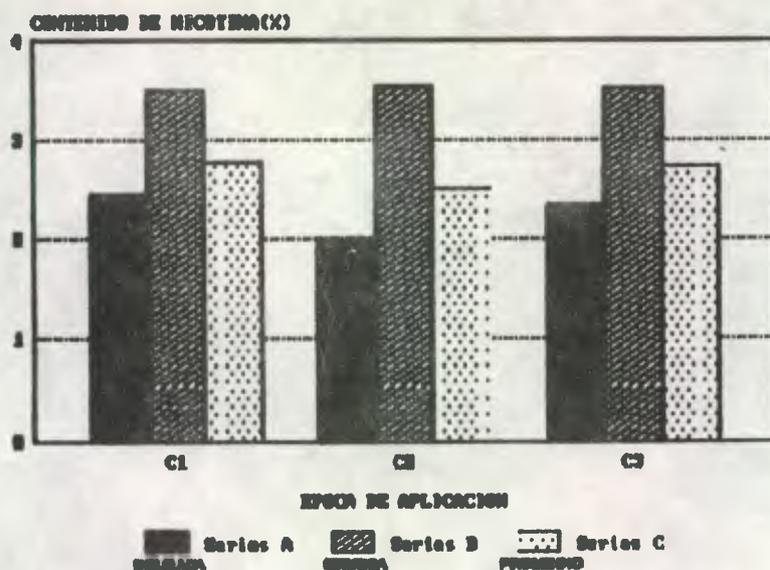


FIGURA 12: VARIACIONES EN EL CONTENIDO DE NICOTINA DEBIDAS A LA EPOCA DE APLICACION

7.3.) ANALISIS ECONOMICO:

El análisis económico realizado fue el de tasa marginal de retorno (T.M.R.) el cual estudia sólo a los tratamientos que presentan diferencias estadísticas. En este estudio esto sólo se reportó para el factor dosis de nitrógeno, en las calidades de segunda delgada, primera gruesa y segunda gruesa.

En el tipo de fertilizante nitrogenado, por no haber existido diferencias significativas en el rendimiento y % de nicotina, se escogió al sulfato de amonio por ser más barato (0.0.59/kg. de N) que el nitrato de potasio (0.3.32/kg. de N) y en las épocas de aplicación por no involucrar las diferencias en el costo y por no haber

existido diferencias estadísticas en el rendimiento, no fueron consideradas para el análisis económico.

En la determinación de la T.M.R. fue necesario primero hacer un análisis de dominancia, para lo cual se ordenaron las dosis en forma decreciente respecto a su beneficio neto, a estas dosis se les comparó sus costos variables, considerándoseles como no dominados por presentar costos variables en cada dosis, superiores a los de las dosis que le seguía en beneficio neto. Esto se observa en el cuadro 13.

CUADRO 13: Análisis de Dominancia para las Dosis de Sulfato de Amonio.

DOSIS DE N. (Kg de N/ha)	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	ANALISIS DE DOMINANCIA
405	2,637.68	238.95	*
270	650.02	159.3	*
135	290.62	79.65	

Del análisis anterior se observa que las dos primeras dosis (405 kg. N/ha. y 270 kg. N/ha.) fueron condiciones no dominadas a las cuales se les determinó su T.M.R. para ver cuál de estas dosis produce los mayores beneficios netos por unidad de costo variable invertida. Los resultados de este

análisis aparecen en el cuadro 14.

CUADRO 14: Análisis de Tasa marginal de Retorno para las Dosis de Nitrógeno no Dominadas.

DOSIS DE N. (Kg DE N/ha)	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	INCREMENTO Beneficio Neto	INCREMENTO Costos Variables	T.M.R. (%)
405	2,337.68	238.95	1,987.66	79.65	2,495.45
270	650.02	159.3	359.4	79.65	451.22
135	290.62	79.65			

En el cuadro 13 se observa que la dosis de sulfato de amonio que proporciona el mayor incremento de beneficio neto por unidad de costo variable invertida (T.M.R.) fue la de 405 kg. N/ha., la cual es económicamente, el mejor tratamiento.

VIII. CONCLUSIONES

- Las fuentes y épocas de aplicación evaluadas, no produjeron diferencias significativas sobre el rendimiento y contenido de nicotina de las calidades de primera delgada, primera gruesa y segunda delgada y segunda gruesa.
- La dosis de fertilizante nitrogenado afectó estadísticamente al rendimiento de segunda delgada, primera gruesa y segunda gruesa, determinándose que con la dosis más alta (405 Kg.N/ha) se obtuvo el mayor rendimiento de las primeras calidades, el cual se redujo al disminuir la dosis de nitrógeno, mientras que en las segundas calidades el efecto fue totalmente inverso.
- En base al análisis económico efectuado, se determinó que al usar sulfato de amonio con 405 kg.N/ha. se obtienen los mayores beneficios económicos (2495% de T.M.R.) con niveles de nicotina aceptables (2.675% de nicotina como promedio en la planta).

IX. RECOMENDACIONES

- Para condiciones similares en las que se realizó el estudio, se recomienda el uso de sulfato de amonio en dosis de 405 Kg.N/ha., por producir los mayores beneficios económicos con niveles aceptables de nicotina.

- Efectuar investigaciones con dosis de nitrógeno mayores a 270 kg. N/ha. que permita conocer con mayor detalle la respuesta al nitrógeno del rendimiento y contenido de nicotina en la planta.

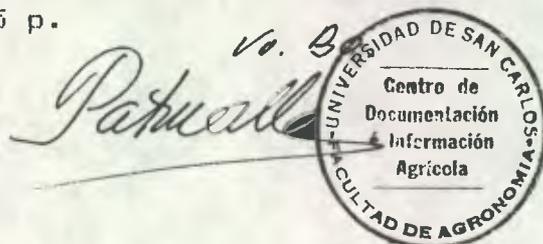
- Estudiar la eficiencia de uso del fertilizante nitrogenado en cada época de aplicación, mediante técnicas isotópicas que permitan conocer en cada aplicación qué cantidad de nitrógeno se convierte en nicotina y qué cantidad en productos nitrogenados que incrementan el rendimiento.

- Realizar estudios que demuestren la estabilidad de estos resultados en otras épocas de siembra, por las diferencias de precipitación pluvial, humedad relativa y temperatura, que pueden inducir a una dinámica del nitrógeno en el suelo y planta diferente a la existente en la siembra de segunda etapa (octubre-febrero).

BIBLIOGRAFIA

- 1- ALVARADO, O.A. 1983. Manual del procedimiento industrial del tabaco en rama en Guatemala. Tesis Ing. Químico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 80 p.
- 2- BIDWELL, R.G. 1979. Fisiología vegetal. México, Grupo Editorial Iberoamericano. p. 216-218.
- 3- CARRILLO SARMIENTO, J.C. 1983. Análisis del nivel tecnológico empleado en el cultivo del tabaco *Nicotiana tabacum* L., tipo Virginia, en el municipio de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 144 p.
- 4- COLLINS, C.B. et al. 1976. A black shank resistant Burley tobacco. Kentucky, University of Kentucky, College of Agriculture. p. 66-68.
- 5- CRUZ NAJERA, L.F. 1985. Manual de clasificación de los distintos tipos de tabacos cultivados en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Agrícolas. 110 p.
- 6- CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- 7- ELLIOT, T.; COUNT, W. 1980. Efectos de los fertilizantes nitrogenados sobre la calidad del tabaco curado al fuego. Información Express (Cuba) 4(1):8.
- 8- FESSENDEN, R.J.; JOAN, S.F. 1983. Química orgánica. 2 ed. México, Grupo Editorial Iberoamericano. p. 455.
- 9- GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. SECCION DE ESTADISTICAS CAMBIARIAS. 1986. Principales estadísticas de comercio exterior, durante 1985. Guatemala. s.p.

- 10- LLANOS COMPANY, M. 1981. El tabaco, manual técnico para el cultivo y curado. Madrid, España, Mundi-Prensa. 305 p.
- 11- MATSUDD, T. 1980. Relación entre la actividad fotosintética del tabaco, el contenido de clorofila y el área foliar. Información Express (Cuba) 4(1):7.
- 12- MELA MELA, P. 1971. Cultivos de regadío. Zaragoza, España, Agrociencia. 101 p.
- 13- OZAETA MAZARIEGOS, R. 1975. Monografía sobre el tabaco. Monografía EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. s.p.
- 14- SIMMONS, C.S.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- 15- VASQUEZ PEREZ, S.O. 1983. Importancia y control de la pata negra del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en la zona centro oriental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.



CUADRO No. 15: Rendimiento Total en kg/ha. de las Categorías Evaluadas y sus Respective Porcentajes de Nicotina.

TRATAMIENTO *	RENDIMIENTO kg/ha.			% DE NICOTINA		
	DELGADA	GRUESA	TOTAL	DELGADA	GRUESA	PROMEDIO
B1	818	355	1173	2.17	3.06	2.42
B2	884	460	1345	2.04	3.23	2.50
B3	989	518	1507	2.52	4.26	3.06
A1B1	839	393	1232	2.04	2.65	2.22
A1B2	901	408	1308	2.22	3.21	2.53
A1B3	1037	557	1595	2.31	3.53	2.68
A2B1	796	317	1113	2.30	3.48	2.63
A2B2	868	514	1381	1.88	3.26	2.48
A2B3	941	480	1421	2.74	5.00	3.45
A1	926	453	1379	2.19	3.13	2.48
A2	868	437	1305	2.31	3.91	2.85
A1C1	841	463	1303	2.24	3.20	2.51
A1C2	957	441	1399	2.02	2.99	2.33
A1C3	980	454	1434	2.32	3.20	2.59
A2C1	868	428	1297	2.62	3.81	3.03
A2C2	915	486	1401	1.97	4.10	2.67
A2C3	822	396	1218	2.33	3.83	2.87
C1	855	445	1300	2.43	3.50	2.77
C2	936	464	1400	1.99	3.55	2.50
C3	900	425	1326	2.32	3.52	2.72

* La nomenclatura aparece en el cuadro 1 (pag. 22)

CUADRO 16: Rendimientos e Ingresos Medios de los Diferentes Tratamientos.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO kg/ha.				INGRESO BRUTO					COSTO DE PRODUCCION	INGRESO NETO
	1D	2D	16	26	1D	2D	16	26	TOTAL		
A1B1C1	296	479	0	351	2074.72	3114.58	0.00	2279.71	7468.82	8365.36	-896.54
A1B1C2	1001	46	476	0	7012.64	300.08	3330.83	0.00	10643.55	8365.36	2278.19
A1B1C3	637	59	228	125	4456.67	382.78	1594.44	811.60	7245.49	8365.36	-1119.87
A1B2C1	1016	0	311	157	7105.58	0.00	2183.61	1020.14	10309.33	8445.01	1864.32
A1B2C2	779	0	334	0	5450.28	0.00	2335.28	0.00	7785.56	8845.01	-659.45
A1B2C3	908	0	190	231	6358.33	0.00	1328.05	1504.03	9190.42	8445.01	745.41
A1B3C1	732	0	568	0	5121.67	0.00	3976.39	0.00	9098.05	8524.66	573.40
A1B3C2	1045	0	515	0	7315.00	0.00	3603.06	0.00	10918.05	8524.66	2393.40
A1B3C3	1336	0	588	0	9354.72	0.00	4166.39	0.00	13471.11	8524.66	4946.45
A2B1C1	655	133	99	181	4582.08	867.67	696.11	1179.03	7323.89	8733.91	-1410.02
A2B1C2	508	224	203	223	3558.33	1455.28	1423.33	1451.67	7888.61	8733.91	-845.30
A2B1C3	829	39	0	243	5806.11	254.58	0.00	1581.67	7642.36	8733.91	-1091.54
A2B2C1	907	0	401	145	6348.61	0.00	2805.83	944.31	10098.75	9182.11	916.64
A2B2C2	1032	0	566	0	7225.55	0.00	3964.72	0.00	11190.27	9182.11	2008.17
A2B2C3	664	0	201	227	4651.11	0.00	1407.78	1476.94	7535.83	9182.11	-1646.27
A2B3C1	910	0	458	0	6371.94	0.00	3204.44	0.00	9576.39	9630.31	-53.92
A2B3C2	982	0	465	0	6871.67	0.00	3253.05	0.00	10124.72	9630.31	494.41
A2B3C3	932	0	517	0	6523.61	0.00	3616.67	0.00	10140.27	9630.31	509.97

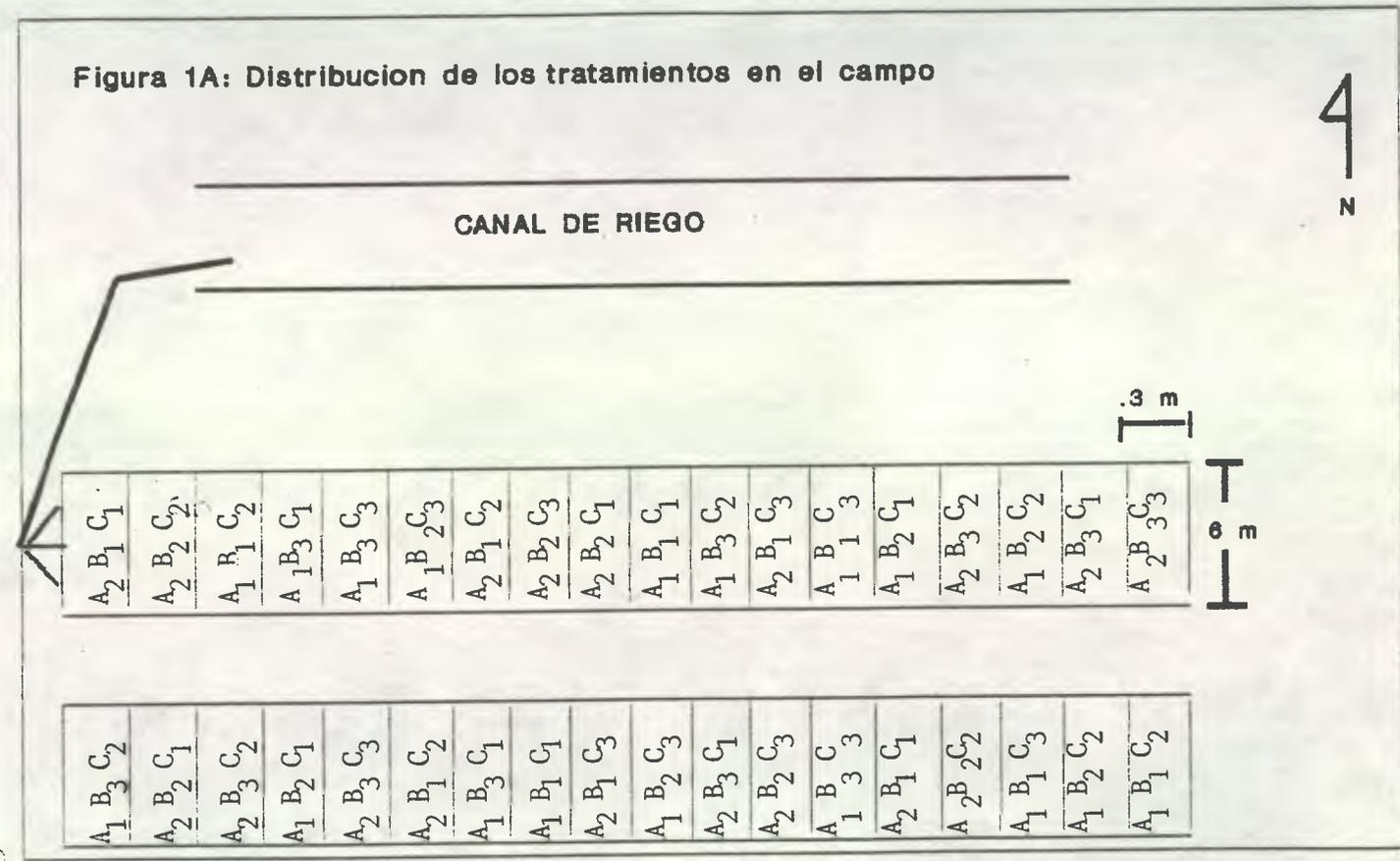
* La nomenclatura aparece en el cuadro 1 (pag. 22).

CUADRO 17: COSTO DE PRODUCCION TABACO 90-91

ACTIVIDAD	CANTIDAD	PRECIO
SEMILLEROS		
BROMURO DE METILO	13 kg	153.50
FET. 0-46-0	7.8 kg	8.06
MANTA PLASTICA	51m	54.65
MANTA DE ALGODON 45"	143m 3años	212.14
LORSBAN	171 cc	5.41
FERBAM	571g	9.93
ORTHENE 75%	171g	14.87
RIDOMIL 5G	386g	11.50
SEMILLA KY-17	12.2g	12.20
REGADERA 4Glns	1 2años	14.37
HENO	4 pacas	16.40
MASKIN TAPE	1 rollo 2ha	4.25
SUBTOTAL		517.28
CAMPO		
NEMACUR	65kg	502.97
MANZATE 200	2.1kg	33.60
LANNATE	.97kg	134.53
ORTHENE 75%	1.62kg	140.86
SEVIN 80WP	1.95kg	74.23
DIPEL	2.1kg	105.00
LORSBAN	3Lt	94.98
ABONO FOLIAR PH PLUS	1.5Lt	7.98
F.S.T. 7	22Lt	232.80
HILO 8/3 c	4.3conos	22.27
REGLA c.	428 2años	68.48
VIGAS	29	174.00
HORCONES	43	193.50
ALAMBRE GALV. CAL16	65kg	185.92
PALMA	1000 2años	75.00
BOMBA MATABI SUPER	1.75ha/3años	53.33
RIDOMIL 5G	17.14kg	510.77
TAMARON 600	2.1Lt	63.00
VYDATE L	1.5Lt	79.50
SUBTOTAL		2,752.72
ARRENDAMIENTO		450.00
MANO DE OBRA		3,511.00
TOTAL		8,285.71 *

* Costo total, sin incluir el precio del fertilizante nitrogenado.

Figura 1A: Distribucion de los tratamientos en el campo





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

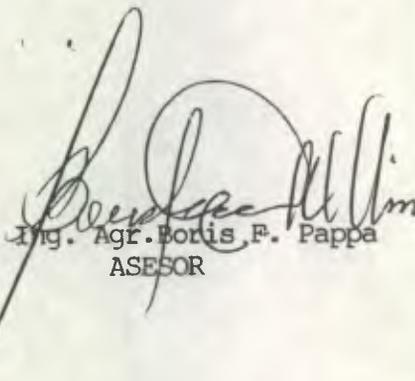
LA TESIS TITULADA: **EVALUACION DE DOSIS Y EPOCAS DE APLICACION DE FERTILIZANTE AMONICO Y NITRICO SOBRE EL RENDIMIENTO Y EL CONTENIDO DE NICOTINA EN TABACO BURLEY (Nicotiana tabacum L.)**

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: **JORGE LUIS PAPPA ESCUDERO.**

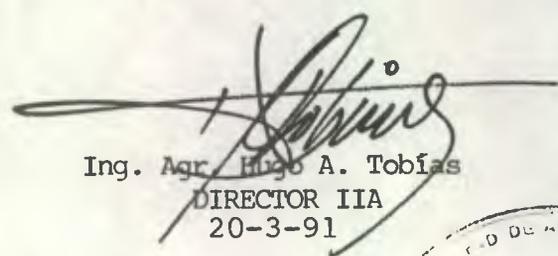
CARNET: 86-11075

Ha sido evaluada por los profesionales: Ingenieros Efraín Medina y Carlos Fernández.

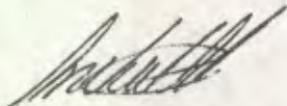
Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Boris P. Pappa
ASESOR


Ing. Agr. Marino Barrientos
ASESOR


Ing. Agr. Hugo A. Tobías
DIRECTOR IIA
20-3-91



IMPRESA:

Ing. Agr. Aníbal Martínez
DECANO



HT/sler.

