

ANALISIS AGROECONOMICO DE ALTERNATIVAS  
PARA EL CONTROL DE BACTERIOSIS  
COMUN EN EL FRIJOL

POR

*Albino Vargas Villamil*

**TESIS**

PRESENTADA A LA  
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA  
OBTENCION DEL TITULO DE  
**INGENIERO AGRONOMO**

MICROISIS:	<i>4382</i>
FECHA:	<i>29/1/92</i>
ENCARGADO:	<i>Z...</i>

El Zamoreno, Honduras  
Abril, 1991

Análisis Agroeconómico de Alternativas para el Control  
de Bacteriosis Común en el frijol

Por

ALBINO VARGAS VILLAMIL

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos de autor.

  
-----  
Albino Vargas Villamil

Abril 1991.

111  
DEDICATORIA

A Dios, por ayudarme a lo largo de estos cuatro años y por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante aun en los momentos más difíciles.

A mis padres Rosita y Guadalupe Vargas, a mis hermanos Victor, Johnny, Raquel y Joey, y a mis cuñados Adrián y Neidy por todo el apoyo que me supieron dar durante estos años. Muchas gracias.

A Doneyda Maradiaga por toda la amistad y cariño que compartimos en estos últimos días.

A los muchachos de la colonia beliceña que nunca me negaron su amistad y apoyo en esta escuela.

lv  
AGRADECIMIENTO

A la Fundación Alemana para el Desarrollo (DSE) que me financió los estudios durante estos cuatro años. Muchísimas gracias.

Al Prof. Miguel Avedillo, por su amistad y sabios consejos durante este Cuarto Año.

Al Dr. Juan Carlos Rosas, por todo el tiempo que me dedicó y por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto de investigación.

Al Ing. Marco Rojas, por sus consejos.

Al Dr. Leonardo Corral por su colaboración en el análisis de este trabajo de investigación.

A los Ings. Roberto Young, Osvaldo Varela y Tito Zúñiga por su ayuda desinteresada en el manejo de los ensayos.

A mis amigos Assad Magaña, Ismael Cal, Lisandro Quiroz y Enrique Valdez por un año de amistad y buenos recuerdos.

A Manuel Zúñiga y Nelson Montoya por su ayuda y apoyo, en los momentos de dificultad durante la trayectoria de este trabajo.

A todo el personal de Cuarto Año que me dió todo su apoyo cuando más los necesité, en especial a: César Terán, Mario Carrera, Fuad Abufeile, Jorge Baracatt y Rolando Hernández.

A todas las personas que de alguna forma u otra me brindaron su apoyo y amistad durante estos cuatro años. Muchas gracias.

## INDICE GENERAL

	Pag.
Título.....	i
Derechos de Autor.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Indice General.....	v
Indice de Cuadros.....	vii
Indice de Figuras.....	ix
Indice de Anexos.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES.....	1
II. HIPOTESIS DE TRABAJO.....	3
III. OBJETIVOS.....	4
IV. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	5
V. REVISION DE LITERATURA.....	6
A. Aspectos Agronómicos.....	6
1. Epifitología.....	6
2. Sintomatología.....	7
3. Infección.....	8
4. Diseminación del Patógeno.....	10
5. Control de la Enfermedad.....	10
B. Aspectos Económicos.....	12
1. Conceptos Económicos en las Decisiones de Control de Plagas.....	12
2. Impacto de la Tecnología en la Finca.....	15
3. La Eficiencia de las Respuestas Bajo Condiciones de Riesgo.....	16
4. Algunos Conceptos Sobre Funciones de Producción.....	16

VI. MATERIALES Y METODOS.....	21
A. Localización de los Ensayos y Características de la Zona.....	21
B. Diseño Experimental.....	21
C. Unidades Experimentales.....	23
D. Labores de Campo.....	24
1. Preparación del Terreno.....	24
2. Siembra.....	24
3. Control de Malezas.....	25
4. Control de Plagas.....	25
E. Manejo del Ensayo.....	25
1. Aislamiento del Patógeno.....	25
2. Preparación del Inóculo.....	27
3. Aplicación del Inóculo.....	27
F. Recolección de Datos.....	28
1. Agronómicos.....	28
2. Económicos.....	28
G. Análisis de la Información.....	30
1. Análisis Estadístico.....	30
a. Análisis Comparativo.....	30
b. Análisis de Relación.....	32
2. Análisis Económico.....	33
a. Análisis de Retorno y Productividad Económicos.....	33
b. Análisis Marginal Comparativo.....	34
c. Análisis de Riesgo.....	38
VII. RESULTADOS Y DISCUSION.....	43
A. Aspectos Preliminares.....	43
B. Análisis Estadístico.....	44
1. Análisis Comparativo.....	44
2. Análisis de Relación.....	46
C. Análisis Económico.....	50
1. Análisis de Retorno y Productividad Económica.....	50
2. Optimos Económicos.....	55
3. Análisis Marginal Comparativo.....	56
4. Análisis de Riesgo.....	59
a. Análisis de Retornos Mínimos para Beneficios Netos.....	61
b. Probabilidad de Ocurrencia de los Valores Críticos.....	62
c. Análisis de Sensibilidad.....	63
VIII. CONCLUSIONES.....	67
IX. RECOMENDACIONES.....	70
X. RESUMEN.....	72
XI. BIBLIOGRAFIA.....	76

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Resumen del análisis de varianza de una sóla vía para la siembra de primera.....	47
Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza de una sóla vía para la siembra de postrera.....	48
Cuadro 3. Resumen del análisis de relación para el control de bacteriosis en la época de primera.....	51
Cuadro 4. Resumen del análisis de relación para el control de bacteriosis en la época de postrera.....	52
Cuadro 5. Retorno promedio al factor fitoprotección en Lps./ha por cantidad de bactericida aplicada y época de siembra.....	53
Cuadro 6. Productividad económica bruta promedio (%) del factor fitoprotección por cantidad de bactericida aplicada y época de siembra.....	54
Cuadro 7. Productividad económica neta promedio (%) del factor fitoprotección por cantidad de bactericida aplicada y época de siembra.....	55
Cuadro 8. Análisis de dominancia para nueve cantidades de bactericida aplicadas al cultivo de frijol durante la época de primera.....	57
Cuadro 9. Análisis marginal para el control de bacteriosis en la época de primera.....	58
Cuadro 10. Análisis de dominancia para nueve cantidades de bactericida aplicadas al cultivo de frijol durante la época de postrera.....	59
Cuadro 11. Análisis marginal para el control de bacteriosis en la época de postrera.....	60

Cuadro 12.	Análisis de dominancia para beneficios netos utilizando el 25% de los peores rendimientos de la siembra de primera...	61
Cuadro 13.	Análisis de dominancia para beneficios netos utilizando el 25% de los peores rendimientos de la siembra de postrera...	62
Cuadro 14.	Rendimientos críticos y probabilidad de ocurrencia para el ensayo de primera.....	63
Cuadro 15.	Análisis de sensibilidad para la siembra de primera. Precios críticos para el factor fitoprotección y el frijol grano.....	64
Cuadro 16.	Análisis de dominancia para beneficios netos con un aumento de 25% en el precio del factor del factor fitoprotección para el ensayo de primera.....	65
Cuadro 17.	Análisis marginal para el control de bacteriosis en la época de primera con un aumento de 25% en el precio del factor fitoprotección.....	66

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Curva de beneficios netos para el control de bacteriosis en la época de primera.....	58
Figura 2. Curva de beneficios netos para el control de bacteriosis en la época de postrera....	60
Figura 3. Curva de beneficios netos para el control bacteriosis con un aumento de 25% en el precio del factor fitoprotección.....	66

## INDICE DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Costos comunes para todos los tratamientos para ambas épocas de siembra.....	81
Anexo 2. Distribución de las lluvias durante junio 1990 a febrero 1991.....	82
Anexo 3. Distribución de la temperatura durante el año 1990.....	83
Anexo 4. Resumen del análisis de varianza utilizando el modelo de parcelas subdivididas para la época de primera.....	84
Anexo 5. Resumen del análisis de varianza utilizando el modelo de parcelas subdivididas para la época de postrera.....	88
Anexo 6. Funciones ajustadas que fueron no representativas para el análisis de relación de la época de primera.....	92
Anexo 7. Funciones ajustadas que fueron no representativas para el análisis de relación de la época de postrera.....	94

## ABSTRACT

One of the diseases of major economic importance in bean production in Honduras is the common bean blight, caused by the bacteria Xanthomonas campestris pv phaseoli. Although there is little information on the real damage caused by this disease, yield losses are considered significant and have been reported to oscillate between 38% and 49%.

The objective of this investigation was to determine the reaction pattern of bean plants to different levels of protection against common bean blight, using the bactericide Agrimycin 100, and to develop a methodology to evaluate and recommend different agro-economic alternatives for the use of this new technology. To attain this objective, two field trials were conducted in the Escuela Agrícola Panamericana in El Zamorano Valley, Honduras. These trials were planted in the primera and postrera seasons, respectively.

In these trials, two genotypes differing in their reaction to common bean blight, XAN 155 and Catrachita, were evaluated under artificial inoculation with the bacteria and different protection treatments. The results of these treatments were then subjected to a statistical and economic analysis. The former consisted of a comparative analysis, using analysis of variance, and a regression analysis, adjusting linear and quadratic equations that best fitted and described the relation between the variables under observation. The latter consisted of an analysis of economic productivity and returns, a marginal comparative analysis, using the methodology recommended by the CIMMYT, and a risk analysis.

Although the distribution of the rains during the year was not too representative of a normal year, the results of this investigation indicated that there was significant difference in returns and economic productivity between different protection levels. The results of the regression analysis showed that there seemed to be a stronger relation between the amount of bactericide applied in the vegetative period of the crop and gross and net returns than this same relation in the reproductive period of the crop.

The economic analysis indicated that using 0.48 kg/ha of bactericide resulted in greater economic efficiency, this being reflected in higher gross and net returns. Results of the marginal analysis indicated that a change from the use of zero bactericide to 0.72 kg/ha of this product in the primera season resulted in a higher marginal rate of return than those

obtained from the use of other amounts. For the postrera season it was recommended not to apply any bactericide. These alternatives that were recommendable under normal conditions were also found to be recommendable under risk situations.

## I. MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES

Dentro del grupo de leguminosas de grano comestibles, el frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es una de las especies más importantes debido a su amplia distribución sobre todo en América Latina y África, donde es un complemento indispensable en la dieta alimenticia. México ha sido aceptado como el más probable centro de origen, o al menos, como el centro de diversificación primaria (Debouck e Hidalgo, 1985).

Más de un tercio de la producción mundial del frijol común proviene de América Latina; sin embargo, los rendimientos promedios de esta zona son inferiores a los 600 kilogramos por hectárea, en comparación con los rendimientos obtenidos en monocultivo en los Estados Unidos de América de aproximadamente 1400 kilogramos por hectárea.

Durante la última década, la tasa de crecimiento de la producción de frijol común en Latinoamérica alcanzó cifras muy inferiores (0.27%) comparado con la tasa de crecimiento de la población (2.80%), por lo tanto se produjo una disminución en el consumo por persona mientras que las importaciones y precios del frijol, y de las leguminosas de grano en general, aumentaron. Estas tendencias han agravado los problemas nutricionales y de balanza de pagos en muchos países latinoamericanos (Saunders y Schwartz, 1980).

No solo ha cambiado muy poco la producción total de

frijol durante la última década, sino que ha habido variaciones considerables entre los distintos años. Los factores más importantes a los cuales se le han atribuido esta disminución e irregularidad de la producción han sido las condiciones variables del tiempo, la baja fertilidad del suelo, y las plagas y enfermedades del cultivo, estos últimos considerados como los más importantes.

Debido a lo limitado de las fuentes de proteína, aún en los países desarrollados, el tema de la maximización de los rendimientos por unidad de área del frijol es de mucha importancia, especialmente en las zonas donde la cantidad de tierra cultivada por agricultor es pequeña, como es el caso de nuestros pequeños productores que son los que aportan la mayor parte de la producción.

En los países pobres, que son escasos en proteína, se esta considerando en mayor grado cómo el suplemento de leguminosas de grano puede mejorar el valor nutricional de la dieta. Una de estas leguminosas más importantes bajo consideración es precisamente el frijol común.

Aunque en Honduras no se ha podido determinar en forma bastante satisfactoria el porcentaje de pérdidas por enfermedades, se tiene información de porcentajes que oscilan entre un 38 y 49%. Las enfermedades que se han reportado como siendo las más importantes son la roya, antracnosis y bacteriosis común (Orosco, 1977).

## II. HIPOTESIS DE TRABAJO

1. Si existieran diferencias estadística y económicamente significativas al utilizar el bactericida Agrimycin 100 para el control de la bacteriosis común del frijol, se podrían hacer recomendaciones agroeconómicas para optimizar el nivel de su utilización.

2. Si existieran diferencias estadística y económicamente significativas entre utilizar genotipos resistentes o susceptibles para el control de la misma enfermedad, se podrían hacer recomendaciones al respecto que redujeran el daño por la enfermedad.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA  
ECUATORIA  
CALLE 12 DE OCTUBRE, QUITO  
TELÉFONO 2 474 1111

### III. OBJETIVOS

#### A. Objetivo General:

Determinar los patrones de respuesta agronómica del frijol común a diferentes niveles de protección contra la bacteriosis común causada por Xanthomonas campestris pv phaseoli, y establecer la alternativa más económica para su control; desarrollando una metodología para evaluar y recomendar diferentes alternativas agroeconómicas en el uso de la nueva tecnología.

#### Objetivos Específicos

1. Comparar la respuesta agroeconómica diferencial del frijol a la bacteriosis común según su genotipo resistente o susceptible.
2. Evaluar alternativas de protección o control de la bacteriosis común tales como combinaciones de dosis y frecuencias de aplicación del bactericida.
3. Detectar posibles interacciones entre genotipo, dosis y frecuencia de aplicación tanto en las respuestas agronómicas como en las económicas, y establecer las mejores opciones de control.

#### IV. ALCANCE Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio a realizarse podría verse limitado debido a varias razones siendo las más importantes:

1. La introducción de la bacteria al campo fue inducida; en condiciones de producción, las respuestas tendrían que validarse.

2. No existe ninguna información específica previa de cómo funciona la metodología de superficie de respuesta en bactericidas, tanto en dosis como en frecuencia de aplicación.

3. Las condiciones climáticas en los ensayos durante el estudio no fueron del todo favorables para el establecimiento de la bacteria y como consecuencia puede que el daño económico al cultivo no se deba solamente a la enfermedad.

## V. REVISION DE LITERATURA

### A. Aspectos Agronómicos

La bacteriosis común del frijol, también conocida como añublo común, tizón común, añublo bacteriano, y bacteriosis, es una enfermedad que causa cuantiosas pérdidas en la producción de frijol en los trópicos abajo de los 1200 metros sobre el nivel del mar.

Esta enfermedad es causada por la bacteria Xanthomonas campestris pv phaseoli (Smith) Dye y generalmente es favorecida por temperatura y humedad altas. El patógeno causa más daño a los 28°C que a temperaturas más bajas. Bajo estas condiciones puede causar daños en el rendimiento que pueden oscilar, según Pastor-Corrales (1985), entre el 22% y 45% en Colombia, entre el 10% y 20% en los Estados Unidos, y en un 38% en Canadá. La enfermedad ocurre en la mayoría de los países donde se siembra el frijol con ambientes favorables para el desarrollo de la enfermedad y ha sido reportada en la mayoría de los países de las Américas, Europa y Africa (Pastor-Corrales, 1985).

#### 1. Epifitiología

La bacteria Xanthomonas campestris pv phaseoli requiere de temperaturas cálidas y causa los mayores daños cuando la temperatura varía entre 27°C y 28°C. Crece bien in vitro a 28°C y 32°C y se reduce su crecimiento a medida que disminuye

la temperatura; a 16°C el crecimiento es mínimo. La temperatura y la humedad desempeñan un papel importante en el desarrollo de esta enfermedad. La bacteria puede sobrevivir en el campo en los residuos de cosechas anteriores, de donde se ha podido aislar. Zaumeyer y colaboradores, citados por Campos (1987), observaron que cuando se dejan en el campo los residuos de plantas enfermas con bacteriosis y se vuelve a sembrar en el mismo, las plantas de frijol presentan síntomas de esta enfermedad.

Yoshii (1980) hace notar que aunque muchas bacterias fitopatógenas no producen esporas, muchas toleran la desecación y pueden sobrevivir en condiciones extremas de sequía. También afirma que Xanthomonas campestris pv phaseoli produce un polisacárido extracelular en la planta hospedera donde puede sobrevivir por periodos prolongados bajo diferentes condiciones ambientales.

## 2. Sintomatología

Inicialmente los síntomas foliares aparecen como puntos acuosos en el envés de la hoja. Estos aumentan de tamaño y van adquiriendo una forma irregular y muchas veces coalescente para formar una lesión más grande. Estas áreas se notan flácidas y rodeadas de un borde angosto de color amarillo limón, el cual posteriormente al necrosarse se vuelve de color café llegando muchas veces a cubrir un área bastante grande de la hoja (Pastor-Corrales, 1985). Yoshii (1980), su reporta que cuando las lesiones cubren un área muy amplia de las hojas,

pueden causar una defoliación o reducción del diámetro del tallo.

Zaumeyer y Thomas (1959) notaron que cuando se comienzan a formar las vainas en plantas de frijol infectadas con la bacteriosis común, aparece una lesión conocida como "pudrición del nudo inferior". Esta comienza como una pequeña área acuosa, generalmente en uno de los nudos inferiores de la planta. Al crecer, la lesión rodea el tallo, generalmente cuando las vainas han alcanzado la mitad de su madurez y muchas veces el creciente peso de la parte superior de la planta causa un rompimiento del tallo en el nudo lesionado. Según Yoshii (1980), ésto se presenta especialmente en plantas provenientes de semilla infectada.

Igualmente, estos puntos acuosos pueden ocurrir en las vainas. Cada punto consiste de círculos concéntricos de color café o rojo. Los puntos eventualmente se vuelven secos y levemente deprimidos con una capa seca de exudado bacterial. Las bacterias producidas en las vainas pueden infectar las semillas a través de la unión de la vaina. Semillas infectadas suelen tener un hilio descolorido aunque muchas veces aparentan estar sanas (Nyvall, 1979).

### 3. Infección

Bajo condiciones naturales, Xanthomonas campestris pv phaseoli penetra a través de los estomas y por heridas en las plantas; posteriormente invade los espacios intracelulares disolviendo la lamela media (Campos, 1987).

El ciclo primario puede ser iniciado ya sea dentro de los cotiledones infectados tan pronto como la dormancia de la semilla se rompa, o en las plántulas que hayan sido salpicadas con la bacteria de residuos de cosechas anteriores. Las bacterias en los cotiledones infectados se vuelven activas cuando la semilla se somete al ambiente cálido y húmedo para su germinación. Las bacterias son patógenos saprófitos y producen enzimas proteolíticas que digieren la lamela media y así penetran el tejido infectándolo. Estas bacterias proliferan rápidamente, alimentándose de las células muertas; se forman entonces grandes cavidades llenas de la bacteria. Durante el transcurso de la infección cotiledonal el patógeno llega a la superficie del cotiledón o llega al hipocotilo y penetra el xilema. Bacterias en la superficie de los cotiledones pueden ser salpicadas al follaje y tallos, donde se inician ciclos secundarios de la misma forma que inician los ciclos primarios por las bacterias que han sobrevivido entre los períodos de cultivo. En estas infecciones externas, la planta susceptible es invadida a través de los estomas. Las bacterias se multiplican en las cavidades subestomatales y atacan el parénquima que la rodea. La infección se puede tornar sistémica si la bacteria invade el xilema desde las hojas o tallos (Roberts y Boothroyd, 1975).

Cuando se encuentran en el xilema, las bacterias se reproducen con gran rapidez y se desplazan hacia arriba o hacia abajo y hacia afuera, al parénquima (Campos, 1987).

#### 4. Diseminación del Patógeno

La diseminación primaria de la bacteria Xanthomonas campestris pv phaseoli es a través de la semilla infectada. La bacteria permanece, como se dijo anteriormente, en estado inactivo hasta que las condiciones sean propicias para la germinación de la semilla de frijol.

La diseminación secundaria es facilitada por la lluvia, acompañada de vientos fuertes, partículas arrastradas por el viento, por insectos y, posiblemente por el agua de riego (Pastor-Corrales, 1985). En un estudio de transporte de suelo contaminado con el agente causal de la bacteriosis común, Claflin (1973), notaron que el suelo transportado por el viento no solo disemina el patógeno, sino que también ocasiona heridas a las plantas de frijol y permite mayor penetración bacterial. Otros modos de diseminación se deben al movimiento de maquinaria, animales, y el hombre de un lugar a otro dentro o entre cultivos de frijol infectados con esta enfermedad (Le Baron, 1969).

#### 5. Control de la Enfermedad

##### a. Control Cultural

Una de las medidas de control más recomendadas es el uso de semilla libre del patógeno causal de la bacteriosis común, ya que este puede ser fácilmente transmitida por la semilla. Otra recomendación es la rotación con cultivos no susceptibles a esta enfermedad para romper el ciclo de vida del patógeno presente en los residuos de la cosecha anterior.

Igualmente la arada profunda tiene el mismo efecto. Cabe mencionar que algunas de estas recomendaciones pueden ser inaplicables en algunas regiones del trópico (Pastor-Corrales, 1985).

#### b. Resistencia Genética

Este es el método más práctico de controlar esta enfermedad aunque el patógeno causal difiere en cuanto a su patogenicidad y por lo tanto pueden presentarse diferentes niveles de susceptibilidad o resistencia en genotipos considerados como "resistentes".

#### c. Control Químico

Aunque no han sido muy satisfactorios los resultados obtenidos de los pocos trabajos hechos sobre el control químico de esta enfermedad, se han utilizado varios productos aplicados a la semilla y al follaje. Generalmente en el follaje se han utilizado compuestos cúpricos como sulfato de cobre e hidróxido de cobre (Campos, 1987).

Agrios (1972) afirma que el uso de antibióticos para el control de enfermedades bacterianas ha aumentado en los últimos años y los resultados son prometedores. Algunos de estos antibióticos pueden ser absorbidos por las plantas y distribuidos sistémicamente.

Mitchell y colaboradores (1953) detectaron actividad antibiótica en el jugo de hojas de plantas de frijol después de una aplicación de sulfato de estreptomina a los tallos. Ellos observaron que la translocación fue hacia arriba a

través de los tallos. También pudieron detectar el movimiento del antibiótico de la parte proximal a la distal de las hojas pero no en dirección opuesta.

En un ensayo de cuantificación de daños causados por la bacteriosis común en frijol, Serracín *et al.*, (1990) notaron que las parcelas protegidas con el bactericida Agrimycin 100 presentaron menos incidencia de esta enfermedad.

Entre los antibióticos más importantes que se utilizan en el control de las enfermedades de las plantas se encuentran la estreptomocina y las tetraciclinas (Agrios, 1988).

La estreptomocina es producida por el actinomicete Streptomyces griseus. Este antibiótico o su sulfato es vendido bajo el nombre comercial de Agrimicina, Fitomicina y Agristrep, y es utilizada como aspersiones, como baño y como desinfectante de semillas.

Las tetraciclinas son antibióticos producidos por varias especies de Streptomyces y tienen cierto efecto sobre bacterias causantes de enfermedades en las plantas. De estas tetraciclinas, las más utilizadas en el control de bacterias fitopatógenas son la terramicina (oxitetraciclina), la aureomicina (clorotetraciclina) y la acromicina (tetraciclina).

## B. ASPECTOS ECONOMICOS

### 1. Conceptos Económicos en las Decisiones de Control de Plagas

Las enfermedades de los cultivos son uno de los mayores

problemas que disminuyen su rendimiento. Una manera de enfrentar este problema es a través del desarrollo de procedimientos para la investigación que sean más explícitos y comprensibles. Aunque esta necesidad ha sido más reconocida para países en vías de desarrollo, es menos apreciada e implementada en estos países que en los países más desarrollados (Norton, 1982).

Si se ha de producir una alternativa para el control de plagas y enfermedades en algún cultivo, el nivel al cual será implementada dependerá de la evaluación que el agricultor haga de su efectividad en comparación con otras opciones. Así pues, una evaluación de la factibilidad para la implementación de una nueva alternativa de control deberá ser realizada desde una temprana etapa (Norton, 1986).

La economía del manejo de plagas y enfermedades, como todo problema económico, trata de la asignación de recursos escasos para la satisfacción de las necesidades humanas (Mumford y Norton, 1981). Según estos mismos autores, los productores pueden tomar dos enfoques generales al momento de adoptar una práctica de control de plagas y enfermedades: pueden adoptar un procedimiento estándar de operación como aplicaciones calendarizadas de pesticidas, rotación de cultivos y uso de variedades resistentes, o pueden emplear respuestas reactivas, es decir, reaccionar a los problemas a medida que aparezcan.

Mumford (1981) y Webster (1977), hacen notar que si el

productor es averso al riesgo valorará más el estar siempre protegido, adoptando así un enfoque estándar, aunque el ahorro promedio de adoptar una práctica no exceda el costo.

A esto agrega Mumford (1981), que un productor que responda al riesgo enfocará su atención en dos aspectos: la utilidad promedio y el rango de utilidades posibles. Un productor que opera bajo riesgo se concentrará en asegurar que el promedio de utilidad de su medida de control sea el más alto posible, mientras que uno averso al riesgo tratará de minimizar la variación de sus utilidades. Como resultado, el productor averso al riesgo estará dispuesto a aceptar una utilidad promedio menor pero tratará de asegurar este resultado.

Para entender el comportamiento de los productores y ofrecerles información y recomendaciones, se deben conocer sus objetivos y capacidades, además de enseñarles los aspectos biológicos del control de plagas. Aunque tratar de satisfacer los deseos del productor es bastante complejo, generalmente se trata de que su ingreso sea el máximo posible (FAO, sin fecha).

El ingreso incluye el valor del cultivo como alimento, ingresos por venta y el abastecimiento para semilla. Dentro del contexto de la producción agrícola, una buena medida de la conveniencia económica es el beneficio neto obtenido de una práctica agrícola o un conjunto de prácticas. El beneficio neto es igual al valor del cultivo producido (ya sea para la

venta o autoconsumo) menos el costo de su producción (Napit, 1988).

Según Norton (1987), una de las dificultades en la evaluación de los beneficios netos de una práctica de control de plagas y enfermedades, es la necesidad de balancear la pérdida del cultivo contra el tiempo empleado, pesticidas y otros costos. Agrega el mismo autor que el valor de las pérdidas prevenidas, en términos monetarios, también se puede comparar con el costo de las prácticas de control.

## 2. Impacto de la Tecnología en la Finca

El cambio en la tecnología utilizada puede causar un cambio en los productos de la finca, en los insumos utilizados, o simplemente una mejora en los anteriores. Es decir, un cambio en la tecnología utilizada puede afectar todo el proceso productivo.

Algunas tecnologías, como el uso de fertilizantes químicos, representan el uso de un nuevo insumo; mientras que otras, como el uso de semilla mejorada, representan una mejora de una práctica establecida. Cuando la tecnología adoptada se trata de un nuevo insumo, este insumo tendría una función de producción y un costo unitario. El agricultor tendría entonces que igualar el valor de su producto marginal con el costo unitario del insumo en cuestión. En este caso, el resultado de un cambio en la tecnología sería un aumento en producción, costos, ingresos y beneficios.

De la misma manera, podría representar un aumento en el riesgo para el agricultor. Al principio, una nueva tecnología puede representar algo desconocido que el agricultor tendría que llegar a dominar pero en última instancia, puede resultar en una disminución en el riesgo para el buen administrador.

### 3. La Eficiencia de las Respuestas Bajo Condiciones de Riesgo

De la misma manera que la influencia del tiempo complica el análisis de la eficiencia de las respuestas, también lo complica el riesgo.

Dada la incertidumbre en rendimientos y precios que típicamente prevalecen en la producción agrícola, los efectos del riesgo son generalmente más significativos que los del tiempo. Son, también, más difíciles de analizar.

La dificultad de su estimación no surge tanto en el sentido matemático, según Dillon (1977), sino que porque la evaluación del riesgo es un asunto personal. El riesgo involucra un juicio subjetivo, tanto de las probabilidades de estar asociado con diferentes resultados como de la preferencia entre un grupo de alternativas.

Debido a estos elementos de subjetividad, las condiciones de trabajo que podrían ser apropiadas para un agricultor, serían inadecuadas para otro

### 4. Algunos Conceptos Sobre Funciones de Producción

Una función de producción, según Doll y Orazem (1978), es

una relación que demuestra la tasa en que una cantidad de insumos es convertida a producto. Esta relación puede ser expresada de diferentes maneras: en forma textual, enumerando los insumos y su efecto en el producto, por tablas, gráficas o por ecuaciones algebraicas. Puesto que existen varias combinaciones posibles de los insumos, la función de producción da información acerca de la cantidad de producto que se puede esperar cuando se combinan los insumos.

Heady y Dillon (1961), opinan que quizá el uso más apropiado de funciones biológicas de producción es aquel que oriente al agricultor a la toma de sus propias decisiones. Los mismos autores opinan que con el pasar del tiempo, la mayor adquisición de conocimientos de parte de los agricultores, y la creciente importancia de la comercialización de los productos agrícolas, hay una mayor necesidad de diseños experimentales e investigación en los campos biológicos que se prestan a la estimación de funciones de producción.

A su vez, Taylor (1982), dice que bajo las condiciones de operación altamente comerciales de la agricultura en los últimos años, el administrador de fincas no debe conformarse con el uso de una cantidad de insumos que sea rentable sino que se debe buscar la cantidad y combinación de insumos que sea la más rentable. Continúa diciendo que en operaciones de gran escala, grandes utilidades se sacrifican por falta de conocimiento de las cantidades de insumos que rindan la máxima utilidad.

Dillon (1977), sostiene que, en general, es imposible listar todos los insumos involucrados en la producción de un producto agrícola en particular y que se debe buscar una manera de simplificar esta relación. Esto, afirma Dillon, se puede hacer utilizando funciones de respuesta basadas en los insumos más importantes.

El mismo autor sostiene que la teoría de respuesta más simple y satisfactoria es aquella que asume que:

- a. La relación entre los insumos y el producto es continua
- b. Existen rendimientos decrecientes con respecto a cada unidad adicional de insumo
- c. Existen retornos decrecientes a escala en los cuales un aumento proporcional de insumo resulta en un aumento menos que proporcional en el producto.

Debido a que en una función de producción de dos o más factores variables la cantidad óptima de un factor depende también de la cantidad de los otros factores, se tienen que utilizar otros modelos para explicar la respuesta del cultivo.

Existen varias funciones de respuesta (Little y Hills, 1976; Heady y Dillon, 1961; Heady y colaboradores, 1955) y entre ellas están las siguientes:

- a. Superficie Cuadrática de Respuesta
- b. Fórmula de Raíz Cuadrada
- c. Fórmula de Cobb-Douglas
- d. Función de Mitscherlich-Baule

Según Dillon (1977), el criterio para la comparación de

diferentes modelos para la obtención de la superficie de respuesta es un combinación de conveniencia, significancia de los parámetros y consideraciones relacionadas con la biología y aspectos económicos relacionados con el proceso de respuesta, conjuntamente con un juicio subjetivo del experimentador y la facilidad disponible para el cálculo de la misma.

Box y colaboradores (1978), explican que además de las herramientas estadísticas que existen, la base o guías para la selección de las funciones de mejor ajuste son el criterio y experiencia del investigador.

Marra y Carlson (1983), trabajando con diferentes dosis y frecuencias de aplicación del fungicida cúprico Cupravit, para el control del hongo causante de la antracnosis Colletotrichum lindemutianum decidieron adoptar la relación cuadrática como la de mejor ajuste debido a su facilidad de manipulación y su alto coeficiente de correlación.

En cambio, Taylor (1980), en sus ensayos con diferentes tipos, dosis y frecuencias de aplicación de insecticidas para el control del picudo del chile, Apion godmanii, decidió utilizar la función de Cobb-Douglas, debido a que, según él, el uso de la función cuadrática y la de raíz cuadrada implicaría aceptar un alto grado de error.

Little y Hills (1978), corroboran sobre este concepto diciendo que algunas veces el conocimiento cabal y la

experiencia con las variables estudiadas nos capacita para elegir un tipo de curva más lógica que las demás.

## VI. MATERIALES Y METODOS

### A. Localización de los Ensayos y Características de la Zona

El presente trabajo de investigación se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Este trabajo consistió de dos ensayos, uno de los cuales fue sembrado en la época de primera (junio 1990) y el otro en la época de postrera (septiembre 1990). El primer ensayo fue sembrado en la Terraza 5 del Departamento de Agronomía y el segundo en la Vega 1, también del Departamento de Agronomía. La Escuela Agrícola Panamericana se encuentra situada en el Departamento de Francisco Morazán, a 30 km al este de Tegucigalpa, a una altitud de 800msnm.

### B. Diseño Experimental

Para esta investigación se utilizó originalmente un diseño experimental de parcelas subdivididas con bloques completos al azar y un arreglo factorial de 2 x 5 x 3 con dos repeticiones. Los factores que se estudiaron constaron de los siguientes niveles:

#### 1. Factor A (Genotipos)

Este factor consistió de dos genotipos siendo éstos la línea mejorada XAN 155 y la variedad Catrachita, respectivamente. Se escogieron estos dos genotipos ya que XAN

155 es resistente al ataque de la bacteriosis común y Catrachita es susceptible a esta enfermedad. Catrachita es una variedad comercial liberada hace dos años por el Ministerio de Recursos Naturales de Honduras y XAN 155 es una línea mejorada liberada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y es el resultado de una cruce entre genotipos de Phaseolus vulgaris y P. acutifolius.

## 2. Factor B (Niveles de Protección)

Este factor consistió en cinco niveles de diferente número de aplicaciones del producto comercial Agrimycin 100 a las parcelas protegidas. Este producto es un bactericida compuesto de 15% de Estreptomocina sulfato y 1.5% de Oxitetraciclina. Se escogió este producto porque los resultados de experimentos anteriores con bacteriosis común demostraron que era eficaz en su combate. Los niveles de protección fueron los siguientes:

Nivel 1: cero aplicaciones de Agrimycin 100

Nivel 2: dos aplicaciones de Agrimycin 100; a los 15 y 22 días después de la siembra.

Nivel 3: cuatro aplicaciones de Agrimycin 100; a los 15, 22, 29 y 36 días después de la siembra

Nivel 4: seis aplicaciones de Agrimycin 100; a los 15, 22, 29, 36, 43 y 50 días después de la siembra

Nivel 5: ocho aplicaciones de Agrimycin 100; a los 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57 y 64 días después de la siembra.

## 3. Factor C (Dosis de Agrimycin 100)

Este factor consistió en la aplicación de tres diferentes dosis de de Agrimycin 100 que fueron las dosis comerciales baja, intermedia y alta recomendadas. Estas tres diferentes dosis fueron diluidas en su equivalente a 200 litros de agua/ha que es la cantidad de agua recomendada para su dilución. Los niveles empleados fueron:

Nivel 1: dosis baja; 240 gm en 200 litros de agua por hectárea.

Nivel 2: dosis media; 360 gm en 200 litros de agua por hectárea.

Nivel 3: dosis alta; 480 gm en 200 litros de agua por hectárea.

Todos estos tratamientos fueron hechos tanto en el ensayo de primera como el de postera.

### C. Unidades Experimentales

Para los propósitos de este estudio fue necesario utilizar 389.5 m<sup>2</sup>. incluidas las áreas utilizadas para los pasillos entre bloques y repeticiones. Cada unidad experimental constó de dos surcos de 2.5m de longitud y 0.6m de ancho, rodeado con bordes de sorgo para disminuir la deriva del bactericida durante las aplicaciones y por consiguiente, disminuir el efecto de un tratamiento sobre la unidad experimental adyacente. Se escogió la variedad Isiap Dorado para las barreras vivas por su buen porcentaje de germinación y su estructura compacta y densa.

Las dimensiones del campo utilizado fueron de 19m de ancho y 20.5m de largo. Esta área se dividió en seis bloques separados entre sí por un pasillo de un metro de ancho salvo por un pasillo de 1.5m que separó la repetición 1 de la 2.

#### D. Labores de Campo

##### 1. Preparación del Terreno.

La preparación del terreno se hizo de forma convencional; utilizando una pasada de arado y dos de rastra, con la aplicación e incorporación del herbicida Metalachlor (Dual 960 CE) a una dosis de 2.5 l de producto comercial/ha, con la segunda pasada de rastra. Tres días antes que se efectuara la siembra, se surcó el terreno a una distancia de 0.6m entre surcos para formar los camellones de siembra.

##### 2. Siembra

La siembra del ensayo de primera se realizó el 13 de junio y la de postrera el 18 de septiembre de 1990 utilizando dos semillas por postura colocados a 0.1m entre posturas y 0.6m entre surcos. A la siembra se hizo una fertilización básica utilizando el fertilizante 18-46-0 a razón de 150 kg/ha. Esto se hizo para darle un buen comienzo a la plántulas y asegurar una uniformidad entre las parcelas.

A los 12 días se hizo un raleo, dejando así una planta por postura para uniformizar la población en las parcelas experimentales con una densidad de aproximadamente de 166,666 plantas/ha.

### 3. Control de Malezas

En ambos ensayos se hicieron dos deshierbas manuales a los 15 y 35 días después de la siembra para el control de malezas que hubieran emergido aún con la aplicación del herbicida Dual durante la preparación del terreno. Posteriormente, el desarrollo del cultivo no permitió que la población de malezas alcanzara niveles altos.

### 4. Control de Plagas

Se hicieron dos aplicaciones del insecticida MTD-600 (metamidofos), a razón de 0.9 kg i.a./ha durante el cultivo de los dos ensayos. Los insectos más comunes observados durante la época de primera fueron crisomélidos (Diabrotica sp. y Cerotoma sp.), y mosca blanca (Bemisia tabaci) y lorito verde (Empoasca kraemeri) durante la época de postrera. Estas aplicaciones se hicieron utilizando bombas de mochila.

### E. Manejo del Ensayo

Para asegurar el establecimiento uniforme de la enfermedad se hicieron dos inoculaciones artificiales de las parcelas con la bacteria Xanthomonas campestris pv phaseoli.

#### 1. Aislamiento del Patógeno

El inóculo se preparó siguiendo, básicamente, los pasos recomendados por Pastor-Corrales (CIAT, 1985).

El inóculo inicial se obtuvo de aislamientos provenientes de plantas infectadas que fueron recolectas del campo. Los tejidos de estas plantas presentaban los síntomas visibles

típicos causados por Xcp. El aislamiento del patógeno fue de la siguiente forma:

a. Se tomaron hojas con síntomas de bacteriosis común y se lavaron con agua corriente.

b. Este material fue entonces cortado en trocitos de 2-3 cm de diámetro utilizando un bisturí esterilizado, tratando de incluir áreas verdes juntamente con las áreas con síntomas de la enfermedad.

c. Estos trozos se desinfectaron en una solución de Hipoclorito de Sodio al 1% por dos minutos.

d. Una vez desinfectados, se lavaron los trozos de tejido con agua destilada para remover los residuos de la solución desinfectante.

e. Ya enjuagados en el agua destilada, se colocaron estos trozos en un mortero estéril y, añadiéndole unas gotas de agua destilada estéril, se procedió a macerarlos con el mango, también esterilizado, hasta obtener una suspensión verde oscura.

f. Utilizando un asa debidamente esteriliada en una llama de mechero, se pasaron unas gotas de la suspensión acuosa formada y se estriaron sobre cajas Petri con un medio sólido para obtener el crecimiento de las bacterias de Xcp. El medio que se utilizó fue de levadura-dextrosa-carbonato de calcio-agar y consistió de:

Extracto de levadura..... 10g

Carbonato de Calcio ..... 17g

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS  
LABORATORIO DE BACTERIOLOGÍA Y PARASITOLOGÍA  
CARACAS, VENEZUELA

Dextrosa	..... 10g
Agar	..... 20g

Todas estas cantidades fueron para un litro de agua.

g. Una vez estriados los platos Petri con la solución de Xcp, fueron colocados en una incubadora a 30°C por 48 horas.

h. Después del período de incubación se identificaron las colonias y se procedió a reaislar la bacteria para su incremento. Estas colonias fueron de color amarillo y de consistencia viscosa. Una vez reaislada la bacteria en platos Petri con el mismo medio de cultivo, se colocaron estos platos en la incubadora por 48 horas, a la misma temperatura.

## 2. Preparación del Inóculo

Después del período de incubación requerido, se procedió a preparar la solución del inóculo que sería entonces aplicada a las parcelas de frijol en el campo.

Se le agregó agua destilada a las cajas Petri para diluir las colonias de la bacteria y esta suspensión fue vertida en un recipiente con agua. Esta agua se mezcló bien y se tomó una muestra en un tubo de ensayo. Esta muestra se colocó en un espectrofotómetro para medir la concentración de bacterias en el agua. El espectrofotómetro fue calibrado a 600 nm y se obtuvo una lectura absorbancia de 0.5, que equivale a una concentración de  $5 \times 10^7$  células/ml, recomendada para inoculaciones de campo (CIAT, 1985).

## 3. Aplicación del Inóculo

La primera inoculación se hizo a los 20 días y la segunda

a los 27 días después de la siembra, en ambos ensayos. Estas inoculaciones se hicieron utilizando una bomba de motor limpia para intentar causar daños leves a la planta y de esta forma facilitar la penetración y establecimiento de la bacteria. Todas las inoculaciones se hicieron en las últimas horas de la tarde para evitar un posible efecto negativo de la radiación solar sobre la viabilidad de las bacterias, y al mismo tiempo para aprovechar la humedad que propicia el establecimiento de la bacteria.

## F. Recolección de Datos

### 1. Agronómicos

Se cosecharon todas las parcelas en ambos ensayos descartándose las primeras cinco plantas de ambos extremos de las camas por efecto de bordes. Como datos agronómicos se registraron los rendimientos, estimados a partir de una muestra de 20 plantas y los componentes de rendimiento, que fueron :

- a. Número de vainas/20 plantas.
- b. Número de semillas/20 vainas.
- c. Peso seco de 100 semillas.
- d. Días a floración.

### 2. Económicos

Además de los datos agronómicos mencionados anteriormente, también se calcularon a partir de esta información, los datos económicos para cada tratamiento para

poder ser sometida a análisis juntamente con la información agronómica.

a. Costos Comunes.

Se registraron como costos comunes, todos aquellos costos que se efectuaron en todas las parcelas para diferenciarlos de aquellos costos que variaron dependiendo del tipo de tratamiento. Estos se presentan de forma elaborada en el Anexo 1.

b. Costos Diferenciales.

Bajo este grupo de costos se registraron aquellos costos en que se incurrió dependiendo del tratamiento aplicado. En este grupo se encontraron, básicamente, los costos del bactericida y de su aplicación, así como los costos del desgrane del frijol que cambian según el rendimiento (incluido a su vez por el tratamiento).

c. Costo Total.

Este fue la suma de los costos comunes y de costos diferenciales para cada repetición de cada tratamiento.

d. Beneficio Bruto.

Esta cifra se obtuvo multiplicando el valor del producto por el rendimiento estimado para cada tratamiento.

e. Beneficio Neto.

Esta cifra se obtuvo, también para cada tratamiento, restando los costos totales del beneficio bruto.

Todas estas cifras se obtuvieron del resultado de los ensayos de primera y postrera y se convirtieron entonces en

costos y beneficio por hectárea.

### G. Análisis de la Información

Para conseguir los objetivos planteados inicialmente, se decidió dividir el análisis de la información obtenida en análisis estadístico y económico.

#### 1. Análisis Estadístico

El análisis constó de dos partes: análisis comparativo y análisis de relación.

##### a. Análisis Comparativo

Se utilizó el análisis de varianza con un solo criterio o fuente de variación: reuniendo los dos genotipos de frijol como uno solo y los factores número de aplicaciones y dosis aplicada como un solo factor combinado en dosis total de bactericida aplicada. Para que esta nueva variable independiente combinada no excluyera al tiempo, se la fraccionó entre las dos épocas de aplicación así: la cantidad total que se aplicó al cultivo de frijol hasta los 36 días, que corresponde aproximadamente al período vegetativo, y la última, la cantidad total del bactericida que se aplicó durante el período reproductivo, a partir de los 36 días.

La variable independiente dosis total de bactericida aplicada en todo el ciclo del cultivo (DT) constó de nueve tratamientos o niveles. Estos fueron:

(1). 0.0 kg

(2). 0.480 kg

- (3). 0.720 kg
- (4). 0.960 kg
- (5). 1.440 kg
- (6). 1.920 kg
- (7). 2.160 kg
- (8). 2.880 kg
- (9). 3.840 kg

La variable dosis total de bactericida aplicada durante el período vegetativo (DT1) constó de seis niveles:

- (1). 0.0 kg
- (2). 0.480 kg
- (3). 0.720 kg
- (4). 0.960 kg
- (5). 1.440 kg
- (6). 1.920 kg

La variable dosis total de bactericida aplicada durante el período reproductivo (DT2) constó igualmente de seis niveles:

- (1). 0.0 kg
- (2). 0.480 kg
- (3). 0.720 kg
- (4). 0.960 kg
- (5). 1.440 kg
- (6). 1.920 kg

Para detectar si existían diferencias significativas entre tratamientos en las respuestas observadas, se eligió la

prueba de separación de Duncan; considerando que por ser ésta una etapa exploratoria de la investigación se prefiere minimizar el Error Tipo II para que queden sin detectarse las menos diferencias posibles. Por ser precisamente una etapa exploratoria de investigación, las comparaciones de medias se tomaron hasta un nivel de probabilidad  $\leq 0.05$  y el nivel de probabilidad de F hasta con 0.25.

#### b. Análisis de Relación

El análisis de relación se hizo ajustando modelos de regresión lineal y cuadrática. Este análisis se hizo utilizando la función de regresión múltiple del programa estadístico MSTAT, y se relacionaron las siguientes variables:

<u>Variables Explicativas (X<sub>i</sub>'s)</u>	<u>Respuestas (Y's)</u>
	Número de vainas/planta (NVP)
- Cantidad total de bactericida en todo el ciclo del cultivo (DT)	Número de semillas/vaina (NSV)
- Cantidad de bactericida en el período vegetativo (DT1)	Peso seco de cien semillas (PSS).
- Cantidad de bactericida en el período reproductivo (DT2)	Rendimiento (YF)
	Costo total (COT)
	Retorno al factor fitoprotección (FP)
	Productiv. económica bruta (PEB)
	Productiv. económica neta (PEN)

Los parámetros que se consideraron para decidir si una función se ajustaba mejor al modelo lineal o cuadrático

fueron: el valor de  $R^2$  más alto, la probabilidad más baja de la prueba F y la significancia de los coeficientes de cada  $X_i$ .

Una vez ajustadas las funciones se determinaron los valores extremos de las funciones cuadráticas; es decir los valores de  $X_i$  que maximizaban o minimizaban las funciones, según el caso. Estas operaciones se realizaron utilizando el programa EUREKA.

## 2. Análisis Económico

El análisis económico se hizo en base a toda la información que se recolectó de los ensayos de campo y constó de cuatro partes principales: Análisis de Retorno y Productividad Económicos, Análisis de Optimos Económicos, Análisis Marginal Comparativo y Análisis de Riesgo.

### a. Análisis de Retorno y Productividad Económicos

Para este análisis se utilizaron los costos de producción de los tratamientos estudiados y se determinó el retorno y las productividades económicas bruta y neta del factor fitoprotección en cada tratamiento.

Chombart et al. (1969), citados por Toapanta (1990), define retorno o valor añadido como el beneficio recibido por el uso de un factor de producción determinado, y lo expresa mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Retorno} = \text{Ingreso Bruto} - \text{Costo de los otros factores.}$$

El costo de los otros factores se refiere al costo de los

factores de producción comunes a todos los tratamientos.

Chombart et al. (1969), citados por el mismo autor, señala que productividad económica bruta de un factor, indica si el factor de producción bajo análisis está empleado de manera mejor o peor con relación a otras explotaciones con sistemas de producción similares y lo expresa de la siguiente manera:

$$\text{Prod. Econ. Bruta} = \frac{\text{Ingreso Bruto}}{\text{Costo del factor}} \times 100$$

Este mismo autor y colaboradores, citados una vez más por Toapanta (1990), señala que la productividad económica neta de un factor trata de aislar el efecto del factor bajo análisis del efecto de los otros factores que participan en el proceso productivo. El propósito de esta medida económica es indicar la eficiencia del factor analizado y se define de la siguiente manera:

$$\text{Prod. Econ. Neta} = \frac{\text{Retorno añadido por el factor fitoprotección}}{\text{Costo del factor}} \times 100$$

En este caso el retorno se refiere al retorno al factor fitoprotección, es decir, por el uso del bactericida Agrimycin 100.

Los resultados de estas dos productividades se expresan en porcentajes.

#### b. Análisis Marginal Comparativo

Este análisis se hizo para cada ensayo siguiendo la

metodología desarrollada por el CIMMYT (1988). Este análisis es de naturaleza comparativa y trata de saber cómo es de satisfactoria económicamente cada alternativa con relación a la utilizada por el agricultor y con otros que requieran menos costo o capital (y menos esfuerzo). Para este caso, la alternativa utilizada por el agricultor sería aquella en que no se aplicó nada de bactericida.

Este análisis también trata de saber si el ingreso adicional por el cambio de una alternativa a otra compensa los costos adicionales por encima de una tasa de retorno mínima, es decir, si el uso del bactericida Agrimycin 100 incrementa significativamente los beneficios netos o la protección frente al riesgo como para justificar su empleo (Avedillo, sin fecha).

Esta metodología consta de las siguientes fases principales: análisis de dominancia, cálculo de las medidas económicas, y evaluación de estas medidas económicas.

De los rendimientos que se obtuvieron del campo, se decidió ajustarlos, reduciéndolos un 15% para reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento. Las principales razones para ajustar estos rendimientos son: manejo del cultivo, tamaño de la parcela, fecha de cosecha y método de cosecha.

Estos rendimientos ajustados de cada tratamiento se multiplicaron por el precio de campo del frijol para obtener

el beneficio bruto de campo. El precio de campo del frijol se define como el valor que tiene para el agricultor una unidad adicional de producción en el campo, antes de la cosecha (CIMMYT, 1988). Para su cálculo se toma el precio que el agricultor recibe (o podría recibir) por el producto cuando lo vende y se le restan todos los costos relacionados con la cosecha y venta. En este caso se decidió tomar un precio de campo de Lps. 2.64/kg de frijol.

Del beneficio bruto de campo se restaron entonces los costos totales de cada tratamiento y se le encontró su beneficio neto.

Para cada tratamiento se encontró también su costo diferencial. Este es el costo que varía entre tratamientos y consta del costo del empleo del factor fitoprotección (Agrimycin 100) y el costo del desgrane ya que éste varía con el rendimiento obtenido.

#### (1). Análisis de Dominancia

Una vez que se hubieron obtenido los costos diferenciales y los beneficios netos de cada tratamiento, éstos se ordenaron ascendientemente por sus costos diferenciales y se descartaron como dominados económicamente aquellos tratamientos que tuvieron igual o menor beneficio que la alternativa inmediatamente anterior.

Eliminados los tratamientos dominados, los tratamientos económicamente dominantes definen una curva de beneficios sobre la que se hace el análisis marginal comparativo.

## (2). Cálculo de las Medidas Económicas

Tomando los tratamientos dominantes y ordenándolos de menor a mayor costo, se procedió a calcular, al pasar de una alternativa a otra, : la tasa de retorno marginal (TRM%), el incremento porcentual en beneficio neto, y el incremento porcentual en costos diferenciales de acuerdo a las siguientes fórmulas propuestas por el CIMMYT (1988).

$$\text{Tasa de Retorno Marginal (TRM\%)} = \frac{\text{Aumento en Ben. Neto}}{\text{Aumento en Costos Dif.}} \times 100$$

$$\text{Incremento Porcentual en Beneficio Neto} = \frac{\text{Aumento en Ben. Neto}}{\text{Ben. Neto anterior}} \times 100$$

$$\text{Incremento Porcentual en Costos Diferenciales} = \frac{\text{Aumento en Costos Dif.}}{\text{Costo Dif. anterior}} \times 100$$

La tasa de retorno marginal (TRM%) es la relación que existe entre el cambio en beneficios netos y el cambio en costos diferenciales al pasar de una alternativa a otra; es el beneficio neto marginal dividido por el costo marginal, expresado en porcentaje (CIMMYT, 1988). Esta tasa indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica por otra.

## (3). Evaluación de las Medidas Económicas

Sin embargo, no se podría tomar una decisión respecto al tratamiento que se considerara como económicamente recomendable a menos que se conociera la tasa de retorno que

sería aceptable para los agricultores.

A cada tratamiento dominante entonces, se le comparó su TRM% con la TRM% mínima aceptable por el agricultor, la cual fue establecida en un 100%. Esto significa que un agricultor aceptaría cambiar su práctica actual solamente si por cada L.1.00 que invirtiera, él recuperara ese L.1.00 y otro más de utilidad. Esta TRM% mínima se estableció siguiendo las recomendaciones del CIMMYT y de los extensionistas del Programa de Desarrollo Rural de la Escuela Agrícola Panamericana, por ser ésta una tecnología demasiado nueva para los agricultores. Aquellas alternativas con TRM% que no lograron cubrir esta TRM% mínima, fueron consideradas como no recomendables económicamente.

### c. Análisis de Riesgo

Avedillo (s.f.), señala que la mejor recomendación bajo criterios económicos no suele ser la mejor bajo condiciones de riesgo y que un análisis de riesgo trata de determinar cuál alternativa es la menos afectada y cuál es la más riesgosa bajo situaciones adversas.

El análisis de riesgo se efectuó para cada época de siembra de tres formas: (1) por análisis de retornos mínimos, (2) por probabilidades de ocurrencia de los valores críticos, y (3) por análisis de sensibilidad para precios del factor y del producto.

#### (1) Análisis de Retornos Mínimos para Beneficios Netos

Para este análisis se tomó el 25% de los peores

INSTITUTO TECNOLÓGICO  
DE COSTA RICA  
CARRERA DE INGENIERÍA  
AGROPECUARIA  
SAN JOSÉ, C.R.

rendimientos y se seleccionó la alternativa dominante que presentó el mayor beneficio para protección frente al riesgo y este resultado se evaluó contra el resultado obtenido por el análisis marginal anterior.

Esta comparación se hizo para razonar si se mantenía la alternativa seleccionada con los resultados promedio por el análisis marginal o si ameritaba modificar esa decisión en situaciones en que el riesgo fuera crítico (Avedillo, s.f.).

## (2) Probabilidades de los Valores Críticos

Este análisis se hizo para que, en forma complementaria, se pudiera apreciar el riesgo, estimando la probabilidad de situaciones en las que:

- i) la alternativa económicamente conveniente no lograra alcanzar un rendimiento suficiente como para cubrir la TRM% mínima de 100%,
- ii) no se llegaran a cubrir los costos diferenciales en que se incurriera al aceptar esa práctica nueva y,
- iii) que la nueva práctica seleccionada no llegara a alcanzar el rendimiento de la alternativa actual.

En el primer caso se calculó el aumento mínimo en rendimiento que la alternativa debía alcanzar para cubrir la TRM% mínima establecida. Esto se hizo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Aumento en YF mínimo} = \frac{\text{Aumento en Costos Dif.}}{P_y} \times \left(1 + \frac{\text{TRM\% min}}{100}\right)$$

donde:

TRM% mín/100 es la tasa de retorno marginal mínima establecida, en tanto por uno, y  $P_y$  es el precio de campo del frijol.

En el segundo caso se calculó el aumento mínimo en rendimiento que se debía alcanzar para que la alternativa seleccionada pudiera alcanzar el aumento en los costos diferenciales, utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Aumento en YF} = \frac{\text{Aumento en Costos Dif.}}{P_y}$$

Por último, se calculó la probabilidad de que la alternativa seleccionada pudiera alcanzar el rendimiento de la alternativa actual, es decir, el rendimiento que se obtuvo sin ninguna aplicación del bactericida Agrimycin 100. Todas las probabilidades se calcularon utilizando el teorema de Tchebysheff:

$$P(R - ks \leq X \leq R + ks) \geq (1 - 1/k^2)$$

donde:

R es el rendimiento promedio de la alternativa seleccionada por el agricultor, y

X es el rendimiento de la alternativa anterior.

Este teorema dice que dado un número k mayor o igual que 1 y un conjunto de n observaciones  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , por lo menos  $(1 - 1/k^2)$  de las observaciones se encuentran dentro de k desviaciones estándar de la media (Mendenhall, 1987).

## (3) Análisis de Sensibilidad para Precios

Este análisis se efectuó calculando directamente los precios críticos o límites tanto para el precio del factor Agrimycin 100 como para el precio del producto.

## i. Para el Precio del Factor Fitoprotección

Para el factor fitoprotección se determinó el valor crítico hasta el que podría subir el precio del factor fitoprotección para que la alternativa seleccionada todavía se mantuviera económicamente recomendable. Esto se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$P_f = \frac{\text{Aum. Ben.Bruto} - [\text{Aum. Costos Dif} * (1 + \text{TRM} \% \text{min})]}{\text{Aum. F} (1 + \text{TRM} \% \text{min})}$$

donde:

$P_f$  = precio crítico o límite del factor fitoprotección

Aum. Ben.Bruto = diferencia entre los beneficios brutos de las alternativas comparadas

Aum. Costos Dif. = la diferencia entre los costos diferenciales de los otros factores de producción distintos del factor fitoprotección

Aum. F = diferencia entre el uso del factor fitoprotección, en unidades físicas, entre las alternativas comparadas (Avedillo, s.f.).

Por tanteo, se hizo también aumentando en un 25% el costo del producto bactericida para ver si en esta nueva situación la alternativa económica recomendable por el análisis marginal lo seguía siendo.

## ii. Para Precios del Producto

Por este análisis se trató de determinar hasta cuánto podría bajar el precio del producto (Py) para que todavía se lograra cubrir la TRM% mínima por la alternativa seleccionada como la más económica. Esto se hizo utilizando la siguiente fórmula:

$$Py = \frac{(1 + TRM\% \text{ min.}) * \text{Aum. Costos Dif.}}{\text{Aum. YF}}$$

donde:

Aum. Costos Dif. = diferencia en los costos diferenciales de las alternativas comparadas

Aum. YF = diferencia en el rendimiento de las alternativas comparadas (Avedillo, sin fecha).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### A. Aspectos Preliminares

En el Anexo 2 y en el Anexo 3 se presentan la precipitación (mm) y las temperaturas y su distribución durante los meses de junio 1990 a febrero de 1991. Como se puede notar, la humedad que se tuvo durante las dos épocas de siembra, primera y postrera, no fue favorable para que la bacteria haya podido establecerse en el cultivo. Las temperaturas fueron lo suficientemente altas pero el factor limitante fue la humedad.

Fue muy común encontrar lesiones que comenzaban a formarse pero estas se secaban rápidamente y se desprendían de la hoja. Cabe notar que en el mes de septiembre hubo un aumento considerable en la precipitación registrada pero su influencia sobre la enfermedad fue prácticamente insignificante ya que el frijol que fue sembrada en la época de primera estaba a pocos días de su cosecha.

En la época de postrera, además de haber un deficiencia de humedad adecuada para el establecimiento de la enfermedad, hubo parcelas que se tuvieron que regar artificialmente debido a esta sequía excesiva. A esto se atribuye, en gran parte, la merma considerable que hubo en el rendimiento que se obtuvo de la cosecha de postrera en comparación con la de primera. Además, se sufrió un ataque grave del virus del mosaico

dorado. Este ataque obligó a que se tuvieran que eliminar un gran número de plantas que presentaban el síntoma y que se tuviera que hacer el muestreo sólo para rendimiento de las plantas que quedaban en el campo. Este problema fue favorecido por la misma sequía que propició un aumento considerable en la población de la mosca blanca Bemisia tabaci, vector de este virus. Aun con esta situación se optó por hacer solamente dos aplicaciones del insecticida MTD-600 (metamidofos) para asemejarse en lo posible a las condiciones bajo las cuales opera el agricultor.

## B. Análisis Estadístico

### 1. Análisis Comparativo

El análisis comparativo se hizo originalmente mediante análisis de varianza utilizando el modelo de parcelas subdivididas con bloques completos al azar del programa estadístico MSTAT. Las variables dependientes que se sometieron a este análisis (en base a una hectárea) fueron:

- (1) Rendimiento (YF)
- (2) Número de vainas/20 plantas (NVP)
- (3) Número de granos/20 vainas (NSV)
- (4) Peso seco de cien semillas (PSS)
- (5) Costos totales de producción (COT)
- (6) Beneficio neto (BEN)
- (7) Retorno al factor fitoprotección (RFP)
- (8) Productividad económica bruta del factor fitoprotección (PEB)

(9) Productividad económica neta del factor  
fitoprotección (PEN).

Una comparación de los tratamientos originales reveló resultados que fueron no significativos entre genotipos, dosis y número de aplicaciones en cuanto a rendimiento, número de vainas/20 plantas, número de granos/20 vainas y peso seco de cien semillas, tanto para el ensayo de primera como para el de postrera. Las únicas diferencias significativas que resultaron del análisis utilizando el diseño original fueron entre costos totales, productividad económica bruta y neta del factor fitoprotección (Anexos 4 y 5).

Un intento por ajustar modelos de regresión múltiple a estas variables dependientes que resultaron significativamente diferentes demostró que existía una situación de multicolinealidad en las funciones modelos planteados; es decir, los factores número de aplicaciones y dosis aplicadas explicaban, en última instancia, la misma situación y no se podía separar el efecto de uno del efecto del otro sobre las variables dependientes.

En vista de que no hubo diferencia significativa entre genotipos en el análisis por parcelas subdivididas y la existencia de la situación de multicolinealidad, se decidió modificar el diseño y los factores para efectos de análisis.

Se combinaron las variables número de aplicaciones del bactericida y dosis aplicada en una sola variable: dosis total aplicada del bactericida.

Los análisis de varianza entre los nueve niveles de bactericida aplicados al cultivo durante la época de siembra de primera, se presentan en el Cuadro 1; las diferencias significativas ( $P \leq 0.25$ ) aparecen solamente en las variables costo total, productividad económica bruta y productividad económica neta. Las otras variables rendimiento, número de vainas/20 plantas, número de granos/20 vainas, peso seco de cien semillas, y retorno al factor fitoprotección no presentaron diferencia significativa alguna.

La separación de medias mediante la Prueba de Amplitud Múltiple de Duncan determinó, como era de esperarse, que las parcelas que recibieron la menor cantidad de bactericida, y que por consiguiente tuvieron costos totales más bajos, fueron las que presentaron las mayores productividades económicas brutas y netas; salvo la parcela que recibió 3.8 kg/ha de bactericida que tuvo una productividad económica bruta excepcionalmente alta.

Para el análisis de una sola vía para la siembra de postrera (Cuadro 2), los resultados fueron similares; sólo presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.25$ ) las variables costo total, productividad económica bruta y productividad económica neta. Igualmente, las parcelas que recibieron una cantidad menor de Agrimycin fueron las que presentaron las productividades económicas brutas y neta mayores.

## 2. Análisis de Relación

En los Cuadros 3 y 4 se presentan los resultados del ,

Cuadro 1. Resumen del análisis de varianzas de una vía para la siembra de primera.

Fuente de Variación	Rendimiento kg/ha	No. Vainas/20 Plantas	No. Granos/20 Vainas	Peso Seco 100 Semillas	
	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	
Cantidad Total del bactericidas aplicados (DT) en kg.					
0	1357.27	149.08	106.0	21.17	
0.480	1444.18	141.25	115.0	21.03	
0.720	1569.60	179.25	105.3	20.53	
0.960	1329.20	149.38	99.8	21.29	
1.440	1142.94	131.88	93.3	20.91	
1.920	1279.71	153.63	102.3	21.73	
2.160	1395.75	156.75	99.8	20.95	
2.880	1334.99	154.88	96.0	21.76	
3.840	1335.30	155.50	100.0	20.53	
Coef. de Variación	22.47%	17.16%	14.31%	8.08%	
Fuente de Variación	Costo Total de Producc. Lps./ha	Beneficio Neto Lps./ha	Retorno al Factor Agrim. Lps./ha	Productividad Econ. Bruta	Productividad Econ. Neta
	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)
Cantidad Total del bactericidas aplicados (DT) en kg.					
0	1212.69 <sup>a</sup>	2370.92	2251.62	0.0000	0.0000
0.480	1333.03 <sup>b</sup>	2482.43	2689.88	1827.30	1283.20 <sup>h</sup>
0.720	1378.13 <sup>cd</sup>	2818.78	3073.80	1640.45	1204.98 <sup>gh</sup>
0.960	1409.13 <sup>d</sup>	2092.58	2385.30	1184.86	800.24 <sup>f</sup>
1.440	1516.83 <sup>e</sup>	1500.84	2156.23	765.81 <sup>ef</sup>	442.13 <sup>cd</sup>
1.920	1624.89 <sup>f</sup>	1951.94	1991.54	709.77 <sup>de</sup>	484.13 <sup>de</sup>
2.160	1665.56 <sup>g</sup>	2019.58	2378.95	665.79 <sup>cd</sup>	457.88 <sup>de</sup>
2.880	1793.74 <sup>h</sup>	1731.11	2593.84	523.88 <sup>bc</sup>	356.13 <sup>bc</sup>
3.840	1953.79	1561.88	2402.33	1141.58 <sup>fg</sup>	284.40 <sup>b</sup>
Coef. de Variación	2.83%	36.68%	500.9%	19.69%	33.14%

Las probabilidades de F que no se indiquen es por ser &gt;0.25.

Cuadro 2. Resumen del análisis de varianza de una vía para la siembra de postera.

Fuente de Variación	Rendimiento kg/ha	No. Vainas/20 Plantas	No. Granos/20 Vainas	Peso Seco 100 Semillas	
	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	
Cantidad Total del bactericida aplicada (DT) en kg.					
0	1057.30	164.25	84.42	22.98	
0.480	849.18	137.50	83.00	20.10	
0.720	1000.95	193.75	76.25	23.01	
0.960	1088.89	185.00	74.00	22.10	
1.440	1240.70	198.00	87.13	19.78	
1.920	1128.60	170.50	80.88	22.34	
2.160	1136.13	207.75	79.75	19.98	
2.880	1105.67	202.75	81.25	22.60	
3.840	1388.05	181.00	85.00	22.13	
Coef. de Variación	34.48%	58.59%	24.04%	11.23	
Fuente de Variación	Costo Total de Producc. Lps./ha	Beneficio Neto Lps./ha	Retorno al factor Agrin. Lps./ha	Productividad Econ. Bruta %	Productividad Econ. Neta %
	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)
Cantidad Total del bactericida aplicada (DT) en kg.					
0	1132.88a	1539.43	1689.21	0.00a	0.0000
0.480	1231.27 b	950.54	1118.70	1292.75	1283.20
0.720	1339.26 c	1302.21	1510.35	1208.35	1204.98
0.960	1401.15 d	1473.52	1751.86	1025.12	800.24
1.440	1533.03 e	2005.60	2412.29	856.47	477.34
1.920	1609.35 f	1369.59	1606.45	608.89	484.19
2.160	1545.48 g	1235.05	1757.45	547.48	457.77
2.880	1782.77 h	1307.13	1370.53	461.94	356.13
3.840	1967.19 i	1701.40	2065.43	432.13	284.40
Coef. de Variación	2.11%	66.26%	59.72%	29.59%	30.99%

Las probabilidades de F que no se indican es por ser &gt;0.25.

análisis de relación para ambas épocas de siembra. Para ambos ensayos, las relaciones que resultaron representativas ( $R^2 \geq 20$ ) y significativas ( $P \leq 0.25$ ) fueron aquellas entre la dosis total de bactericida aplicada al cultivo y las variables dependientes: costo total, productividad económica bruta y productividad económica neta. Para considerar el factor tiempo, se analizó también la relación con la dosis total fraccionada en cantidad aplicada en el primer período (vegetativo) y la cantidad aplicada en el segundo período (reproductivo). En los Anexos 5 y 7 se presentan las funciones que no fueron significativas para este análisis.

En la primera relación entre el costo total del cultivo y la cantidad total de Agrimycin aplicada en todo el ciclo del cultivo se puede notar que un 98% de las variaciones en el costo total de producción están explicadas por la cantidad aplicada de bactericida tanto en la siembra de la época de primera como en la de postrera.

En el caso de la productividad económica bruta, las variaciones en esta variable para la siembra de la época de primera son explicadas sólo en un 23% por la cantidad del bactericida aplicada en todo el ciclo del cultivo, mientras que para la época de postrera se explican en un 29%.

Para el período vegetativo, en ambas épocas de siembra, resultaron representativas solamente la relación entre la cantidad de bactericida aplicada en este período (DT1) y la productividad económicas bruta y neta.

En el caso del periodo vegetativo de la época primera, las variaciones en la productividad económica bruta son explicadas en un 46% por la cantidad de bactericida aplicada en este periodo, y en un 51% para la siembra de postrera.

Para este mismo periodo (vegetativo), la relación entre los cambios en la productividad económica neta y la cantidad de bactericida, para la siembra de primera, es de un 38%. Para la época de postrera, las variaciones en la productividad económica neta son explicadas en un 40% por la cantidad de bactericida aplicada.

Aunque los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) no son tan altos, es en este periodo que resultan más altos para la productividad económica bruta y neta.

Para el periodo reproductivo en ambas épocas de siembra resultó significativa solamente la relación entre el costo total de producción y la cantidad de Agrimycin aplicada en este periodo.

En la época de primera, las variaciones en los costos totales se explican en un 80% por la cantidad de bactericida aplicada a de Agrimycin 100 mientras que para la época de postrera de este mismo periodo (DT2), las variaciones en el costo total son explicadas en un 78% por la cantidad de bactericida aplicada.

### C. Análisis Económico

#### 1. Análisis de Retorno y Productividad Económica

El Cuadro 5 presenta los promedios y las desviaciones

Cuadro 3. Resumen del análisis de relación para el control de bacteriosis en frijol en la época de primera.

Variables Explicativas	Respuestas: Y's		Coeficientes de Regresión (Probabilidades de F de cada Coef.)		R <sup>2</sup> P(F)	Variable		Min.		Máx.	
	b <sub>0</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>11</sub>	b <sub>12</sub>		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
Dosis Total DT	1213.52 (0.000)	224.13 (0.012)	-7.51 (0.012)		0.98 0.000	DT	0.00	1213.52			
	FEB	452.02 (0.000)	-196.29 (0.000)		0.230 0.001	DT			1.610		985.27
Dosis Total en el primer período, DT1	FEB	100.30 (0.000)	1812.2 (0.000)	-888.99 (0.000)	0.46 0.000	DT1			1.019		1111.
Dosis Total en el segundo período, DT2	PEH	137.33 (0.000)	1218.2 (0.000)	-502.44 (0.000)	0.38 0.000	DT1			1.011		759.1
Dosis Total en el segundo período, DT2	COF	1361.71 (0.000)	424.37 (0.148)	-60.62 (0.148)	0.80 0.000	DT2	0.000	1361.71			

Nota: Sólo se presentan las funciones que fueron representativas con un R<sup>2</sup> > 23% y significativas con un P(F) < 0.25.

Cuadro 4. Resumen del análisis de relación para el control de histeriosis en frijol en la época de posturas.

Variables Explicativas	Respuestas: $\bar{y}$ 's		Coeficientes de Regresión (Probabilidades de F de cada Conf.)		R <sup>2</sup>	Hfn.		Máx.	
	b0	b1	b11	PCF		Variable	X:	Y:	X:
Dosis Total DT	1190.04	234.16 (0.000)	-0.77 (0.006)	0.98 0.00	DT	0.000	1190.04		
PEB	320.98	615.13 (0.000)	-176.85 (0.000)	0.23 0.00	DT			1.739	865.88
Dosis Total en el primer período. DT1	120.82	1541 (0.000)	-724.05 (0.000)	0.51 0.00	DT1			1.064	940.75
DT2	136.90	1241.5 (0.000)	-6.15 (0.000)	0.40 0.00	DT1			1.920	2497.71
Dosis Total en el segundo período. DT2	1345.47	432.43 (0.000)	-61.55 (0.168)	0.78 0.00	DT2	0.000	1345.47		
DT2									

Nota: Sólo se presentan las funciones que fueron representativas con un R<sup>2</sup> > 23% y significativas con un PCF < 0.25.

estándards del retorno al factor fitoprotección por la aplicación del bactericida Agrimycin 100, según la cantidad de este producto aplicado y según la época de siembra.

El retorno varía desde un mínimo de 1168% en postrera para 0.00 kg/ha de aplicación hasta un máximo de 3074% en primera para 0.72 kg/ha de bactericida. Los coeficientes de variación de de los retornos promedio oscilan bastante, desde 3% hasta 65%.

Cuadro 5. Retorno promedio al factor fitoprotección en L./ha por cantidad de bactericida aplicada y época de siembra.

Cantidad de Agrim. aplicada (kg/ha)	Primera			Postrera		
	Prom.	n	s	Prom.	n	s
0.00	2254.6	12	950.8	1168.2	12	1095.2
0.480	2689.9	4	590.7	1187.7	4	778.9
0.720	3073.8	4	98.3	1518.4	4	594.8
0.960	2386.6	8	894.8	1751.6	8	713.9
1.440	2156.2	8	712.2	2412.3	8	971.6
1.920	1991.5	8	645.8	1806.5	8	1055.
2.160	2578.9	4	611.9	1757.5	4	702.5
2.880	2593.8	8	1044	1970.5	8	1161.5
3.840	2402.3	4	655.5	2065.4	4	1338.9

Prom. media

n número de observaciones

s desviación estándar

En el Cuadro 6 se presentan los promedios de las productividades económicas brutas para ambas épocas de siembra. Estas productividades van desde 0% por cero aplicación de bactericida hasta un máximo de 1827.3% en primera con la aplicación de 0.48 kg/ha y de 1292.8% por la aplicación de esta misma cantidad de bactericida en la época

1.7 kg/ha de este producto.

Para el período vegetativo, en ambas épocas de siembra, se obtiene una productividad económica bruta máxima de 1111.8% con la aplicación de 1.02 kg/ha, y de 940.8% con 1.1 kg/ha del bactericida, respectivamente.

Para este mismo período del cultivo, se alcanza una productividad económica neta máxima de 753.2% con la aplicación de 1.01 kg/ha de Agrimycin en la siembra de primera y de 2497.7% aplicando 1.9 kg/ha de este mismo producto en época de postrera.

En el período reproductivo de la siembra de frijol en primera y postrera, se minimizan los costos totales a L. 1,361.71 y L. 1,345.47, respectivamente, cuando no se aplica nada de bactericida.

### 3. Análisis Marginal Comparativo

Los resultados del análisis de dominancia para la siembra de primera (Cuadro 8) indican que los tratamientos dominantes fueron los que recibieron 0.48 kg y 0.72 kg juntamente con el tratamiento con cero aplicaciones, que refleja la práctica del agricultor. Estos tratamientos fueron denominados dominantes porque son los que tuvieron costos diferenciales más bajos y beneficios netos más altos.

En este análisis se nota claramente que sólo las dos dosis más bajas pueden mejorar el beneficio de no aplicar nada. Por encima de 0.72 kg/ha no hay ventaja económica en la aplicación.

El análisis marginal para la época de primera, indicó que se obtuvo una tasa de retorno marginal (TRM%) de 205.2% al pasar de no aplicar nada del bactericida a aplicar 0.48 kg durante todo el ciclo del cultivo (Cuadro 9), pero que se obtuvo una TRM% de 349.6% al pasar de aplicar cero

Agrimycin a aplicar 0.72 kg de este producto. Esta TRM% indica que por cada lempira que se invirtió en aplicar los 0.72 kg del bactericida, se recuperó ese lempira y se obtuvieron L. 3.49 de beneficio neto.

Cuadro 8. Análisis de dominancia para nueve cantidades de bactericida aplicadas al cultivo de frijol durante la época de primera.

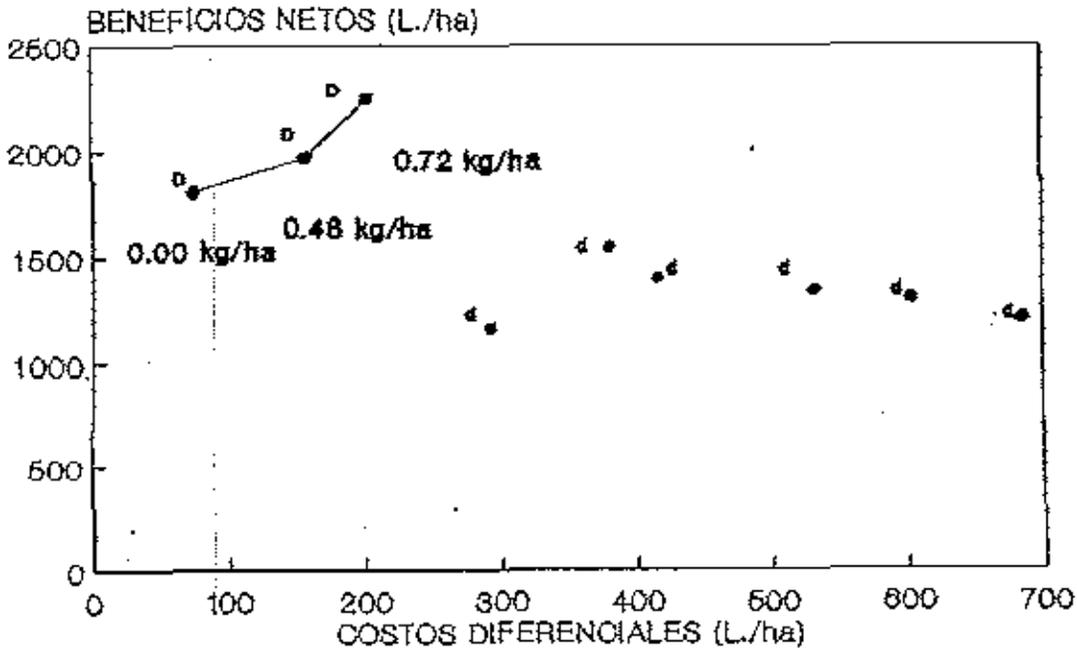
Cantidad de Agrim. aplicada (kg/ha)	Total Costos Diferenciales (Lps/ha)	Beneficios Netos (Lps/ha)
0.0	74.74	1791.84
0.480	157.02	1960.67
0.720	203.17	2240.79
0.960	226.56	1633.08 D
1.440	292.11	1149.46 D
1.920	379.99	1536.64 D
2.160	415.32	1394.71 D
2.880	530.88	1341.76 D
3.840	682.90	1190.42 D

D indica un tratamiento dominado.

La Figura 1 representa este análisis en forma de una curva de beneficios netos. Se nota que la pendiente de la línea que une el tratamiento de cero Agrimycin al tratamiento con 0.72 kg del bactericida es más pronunciada que la que une a la de cero bactericida con 0.48 kg. En este caso, para el agricultor que no aplica nada del bactericida, es más rentable

Cuadro 3. Análisis marginal para el control de bacteriosis en la época de primavera.

A.Co.Dif.	A.Ben.Neta	Co. Dif.	Ben.Neta	Co. Dif.	Ben.Neta
TRM		0.72 kg/ha		0.48 kg/ha	
A.%Co.Dif.	A.%Ben.Neta	203.17	2240.79	157.02	1960.67
Co. Dif.	74.74	128.43	448.95	82.28	168.83
Ben. Neto	1791.84	171.8	25.1	110.1	9.4
Co. Dif.	157.02	46.15	280.12		
Ben. Neto	1960.67	29.4	14.3		



D: alternativa dominante  
d: alternativa dominada

Figura 1. Curvas de beneficios netos para el control de bacteriosis en la época de primavera.

cambiarse a aplicar 0.72 kg que 0.48 kg/ha de este producto.

En el análisis de dominancia para la siembra de postrera (Cuadro 10) los únicos tratamientos dominantes fueron el de cero y el de 1.4 kg/ha de Agrimycin.

Sin embargo, el análisis marginal (Cuadro 11) indicó que al pasar de aplicar cero Agrimycin a aplicar 1.44 kg, se obtuvo una TRM% de 72.7% que está por debajo de la TRM% mínima establecida de 100%. Esto indica de que sería mejor no cambiar de la práctica de no aplicar nada del bactericida. Esto se puede apreciar mejor en la Figura 2 donde se nota que la pendiente de la línea que une el tratamiento de cero Agrimycin a 1.44 kg, es menor que uno.

Cuadro 10. Análisis de dominancia para nueve cantidades de bactericida aplicadas al cultivo de frijol durante la época de postrera.

Cantidad de Agrim. aplicada (kg/ha)	Total Costos Diferenciales (Lps/ha)	Beneficios Netos (Lps/ha)
0.0	59.31	1190.17
0.480	123.64	658.87 D
0.720	170.13	952.12 D
0.960	213.08	1107.31 D
1.440	297.60	1363.43
1.920	369.50	1127.50 D
2.160	400.51	817.11 D
2.880	518.08	842.26 D
3.840	685.86	1305.94 D

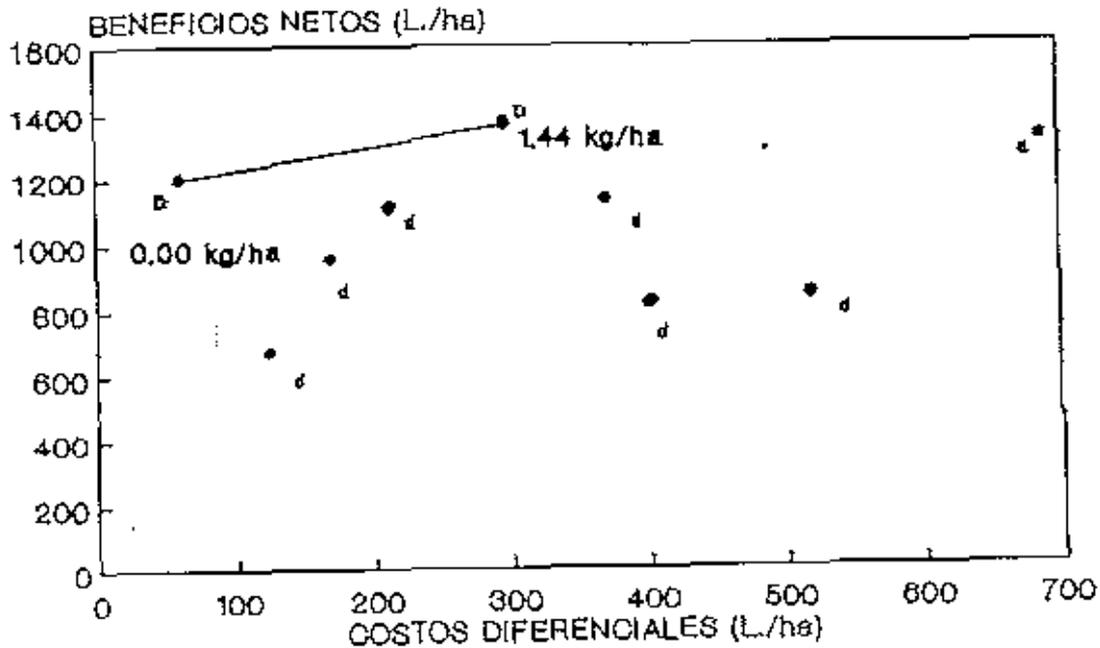
D indica un tratamiento dominado.

#### 4. Análisis de Riesgo

El análisis de riesgo se hizo para confirmar los resultados obtenidos con las cifras promedio utilizados en el .

Cuadro 11. Analisis marginal para el control de bacteriosis e la epoca de postrera.

A.Co.Dif.	A.Ben.Neto	Co. Dif.	Ben.Neto
TRM%		1.44 kg/ha	
A.%Co.Dif.	A.%Ben.Neto	297.60	1363.43
Co. Dif.	59.31	238.29	173.27
Ben. Neto	1190.17	401.8	14.6



D: alternativa dominante  
d: alternativa dominada

Figura 2. Curva de beneficios netos para el control de bacteriosis en la época de postrera.

análisis marginal comparativo. Este análisis se hizo para los ensayos de ambas épocas de siembra para beneficios netos y rendimientos para detectar el riesgo involucrado en cada época.

a. Análisis de Retornos Mínimos para Beneficios Netos

Utilizando el 25% de los peores rendimientos para la época de primera y haciendo una vez más el análisis de dominancia con estas nuevas cifras, se confirma que la alternativa recomendada de aplicar 0.72 kg de Agrimycin sigue siendo la más recomendable también en circunstancias de riesgo, con respecto a los otros dos tratamientos que aún resultaron dominantes (Cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de dominancia para beneficios netos utilizando el 25% de los peores rendimientos de la siembra de primera.

Cantidad de Agrim. aplicada (kg/ha)	Total Costos Diferenciales (Lps/ha)	Beneficios Netos (Lps/ha)
0.0	57.17	1106.70
0.480	141.26	1345.91
0.720	200.78	2146.69
0.960	204.05	755.06 D
1.440	282.48	773.90 D
1.920	359.79	749.10 D
2.160	400.25	806.93 D
2.880	513.43	661.12 D
3.840	667.50	589.90 D

D indica un tratamiento dominado.

Realizando este mismo análisis para el ensayo de postrera (Cuadro 13) se nota que el tratamiento recomendado es el de aplicar 1.44 kg/ha del bactericida por presentar una mayor

protección frente al riesgo o en condiciones desfavorables.

Cuadro 13. Análisis de dominancia para beneficios netos utilizando el 25% de los peores rendimientos de la siembra de postrera.

Cantidad de Agrim. aplicada (kg/ha)	Total Costos Diferenciales (Lps/ha)	Beneficios Netos (Lps/ha)
0.0	28.26	-21.05
0.480	96.36	-404.89 D
0.720	150.69	193.79
0.960	195.47	420.53
1.440	274.09	448.70
1.920	339.15	-56.05 D
2.160	381.05	56.81 D
2.880	484.07	-483.94 D
3.840	663.90	449.59 D

D indica un tratamiento dominado.

#### b. Probabilidad de Ocurrencia de los Valores Críticos

Utilizando el Teorema de Tchebysheff, se obtuvo que al haber un cambio de práctica de no aplicar nada de Agrimycin a aplicar 0.72 kg por hectárea de este producto para la siembra de primera, la nueva práctica tendría que rendir por lo menos 1229.8 kg/ha para cubrir el aumento en costos diferenciales y alcanzar la TRM% mínima establecida de 100%. La probabilidad de que esta situación se dé fue de un 97%. Para poder cubrir el aumento en costos diferenciales solamente, esta misma alternativa tendría que rendir por lo menos 1181.1 kg/ha. La probabilidad de que ésto sucediera fue de 98%.

Por último se obtuvo que existía un 99% de probabilidad de que la alternativa de aplicar 0.72 kg/ha de bactericida alcance por lo menos el rendimiento de 1132.5 kg/ha que es la

cantidad que obtendría el productor que no utiliza esta tecnología (Cuadro 14).

Cuadro 14. Rendimientos críticos y probabilidad de ocurrencia para el ensayo de primera.

Cuestión planteada	Rend. Crítico (kg/ha)	Probabilidad (%)
Cubrir el aumento en costos diferenciales y alcanzar la TRM% mínima seleccionada.	1229.8	97
Cubrir el aumento en costos diferenciales.	1181.1	98
Alcanzar el rendimiento de la práctica actual siquiera (0 kg Agrimycin/ha).	1132.5	99

Este análisis no se hizo para la siembra de postrera ya que no se recomendó pasar a aplicar ninguna cantidad del bactericida por su incapacidad de poder alcanzar la TRM% mínima establecida de 100%.

#### c. Análisis de Sensibilidad

En la época de primera, utilizando el concepto de precios límites, se obtuvo que el precio de Agrimycin 100 tendría que llegar hasta un límite o precio crítico de L.208.86/kg antes de que la alternativa de aplicar 0.72 kg/ha de este producto ya no fuera recomendable para la época de primera.

Haciendo este mismo análisis para el precio del producto, que en este caso fue el frijol grano, se notó que el precio del frijol podría bajar hasta un 56%, de L. 2.64/kg hasta L. 1.17/kg, para que ya no se recomendara la aplicación de 0.72

kg/ha del bactericida (Cuadro 15).

Cuadro 15. Análisis de sensibilidad para la siembra de primera. Precios críticos para el factor fitoprotección y el frijol grano.

Factor sensibilizado	Precio promedio	Precio crítico	Cambio porcentual
Precio de Agrimycin (L./kg)	158.33	208.86	31.9%
Precio del frijol grano (L./kg)	2.64	1.17	55.7%

Tampoco se justifica este análisis para la siembra de postrera por la conveniencia que resultó del análisis marginal comparativo de permanecer con la práctica de no aplicar nada del bactericida.

Considerando que la tasa de inflación ha sido de un 25%, se repitieron los análisis aumentando el precio del producto bactericida en un 25%. Utilizando este nuevo precio se recalcularon los nuevos costos diferenciales y beneficios netos y se sometieron los tratamientos a un nuevo análisis de dominancia (Cuadro 16) y análisis marginal (Cuadro 17).

Los resultados de este análisis indica que la alternativa de aplicar 0.72 kg/ha sigue siendo la mejor aunque su tasa de retorno bajo desde 350% hasta 268%, que es aun casi tres veces la mínima establecida.

En la Figura 3 se presenta la curva de beneficios netos para este análisis.

Cuadro 16. Análisis de dominancia para beneficios netos con un aumento de 25% en el precio del factor fitoprotección para el ensayo de primera.

Cantidad de Agrim. aplicada (kg/ha)	Total Costos Diferenciales (Lps/ha)	Beneficios Netos (Lps/ha)
0.0	74.74	1791.84
0.480	177.02	1940.66
0.720	231.67	2212.29
0.960	264.57	1595.05
1.440	349.12	1092.45 D
1.920	455.99	1460.63 D
2.160	500.82	1309.21 D
2.880	644.89	1227.75 D
3.840	834.91	1038.40 D

D indica un tratamiento dominado.

Cuadro 17. Análisis marginal para el control de bacteriosis en la época de primavera con un aumento de 25% en el precio del factor fitoprotección.

A.Co.Dif.	A.Ben.Neto	Co. Dif.	Ben.Neto	Co. Dif.	Ben.Neto
TRN		0.72 kg/ha		0.48 kg/ha	
A.xCo.Dif.	A.xBen.Neto	231.67	2212.29	177.02	1940.66
Co. Dif.	74.74	156.9	420.45	102.28	148.8
Ben. Neto	1791.84	210	23.5	136.8	145.5
Co. Dif.	177.02	54.65	271.63		
Ben. Neto	1940.66	30.9	497	14	

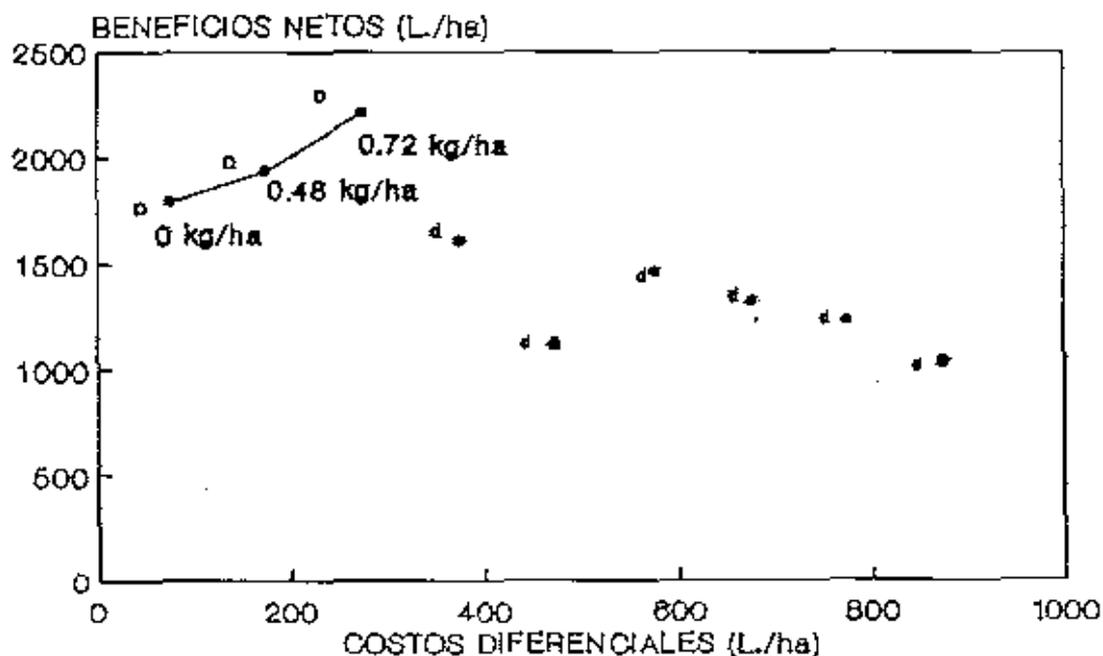


Figura 3. Curva de beneficios netos para el control de bacteriosis con un aumento de 25% en el precio del factor fitoprotección.

## VIII. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis realizados en este estudio, se llegó a las siguientes conclusiones.

Aunque el diseño original de tratamientos no produjo diferencias significativas entre los genotipos, al mancomunar éstos, se detectaron diferencias significativas en cuanto a los costos totales y la productividad económica bruta y neta como medidas de rentabilidad.

De las ocho cantidades de Agrimycin 100 que fueron evaluadas (tomando la aplicación de cero Agrimycin como un control), la aplicación de 0.480 kg/ha de este bactericida fue coincidente en producir una productividad económica bruta y neta mayor para ambas épocas de siembra. Sin embargo, bajo el análisis marginal comparativo, para la época de primera, resultó rentable llegar a 0.720 kg/ha porque proporciona una tasa de retorno marginal de 350%.

Estos resultados no se pudieron sustentar con el ensayo de postrera debido a los múltiples factores no controlables que afectaron de forma adversa los rendimientos de los tratamientos. Entre éstos estuvieron una sequía excesiva y un ataque severo por el virus del mosaico dorado. Bajo las condiciones en que se obtuvieron los resultados de la siembra de postrera, resultaría mejor no hacer ninguna aplicación de

este producto bactericida; esto se debe a que las pérdidas en rendimiento en esta época no se debieron en su mayor parte a la enfermedad.

En la siembra de primera, aun bajo condiciones de riesgo, se seguiría recomendando aplicar 0.720 kg/ha del bactericida debido a que esta alternativa ofrece también mayor protección frente al riesgo y garantiza con un 99% de seguridad, que se podría alcanzar el rendimiento que se obtiene sin hacer uso del bactericida, con un 98% de probabilidad se asegura que se alcanzará el rendimiento para cubrir el aumento en costos diferenciales, y con un 97% que se alcanza el rendimiento para cubrir este último y la TRM% mínima establecida de 100%.

Sensibilizando los factores precio del bactericida y precio del frijol grano para la alternativa económicamente recomendada (0.720 kg/ha), el precio del bactericida podría aumentar en un 31.9% y el precio del frijol grano podría reducirse en un 55.7% antes que la alternativa de aplicar 0.720 kg/ha de Agrimycin dejara de recomendarse económicamente.

En los análisis de relación para ambas épocas de siembra, aunque los coeficientes de determinación fueron algo bajos, se vio que la relación entre la cantidad del bactericida aplicada y las productividades económicas bruta y neta era más acentuada en la etapa vegetativa del cultivo. Es decir que si se quisiese maximizar la rentabilidad del uso de este producto, se tendría que hacer durante los primeros días del

cultivo. Esto puede deberse a que por tener el follaje más viejo en la etapa reproductiva la planta de frijol no puede utilizar tan eficientemente este producto.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Por ser ésta una investigación exploratoria y porque sus resultados no son del todo concluyentes, son inalcanzables recomendaciones definitivas hacia producción. Se necesita una verificación de estos resultados o evidencia contraria.

2. A la espera de nuevos resultados, los aquí encontrados parecen indicar que dosis bajas inferiores a 0.72 kg/ha son las únicas económicamente convenientes tanto en condiciones normales como en condiciones de riesgo.

3. Para poder detectar más diferencias o diferencias más significativas que las aquí halladas, los nuevos ensayos deben reconsiderar cada uno de los componentes usados en éste:

- a. Puede ser conveniente reformular los tratamientos tanto en dosis como en frecuencia y en el uso de otros productos químicos para el control de la bacteriosis.
- b. El incremento del número de réplicas y de su tamaño o el cambio de su arreglo en el campo pueden ayudar a mejorar nuestros resultados.
- c. Más explicaciones de los resultados podrían obtenerse con datos de campo previos al rendimiento

(como incidencia y severidad) que en este caso no pudieron tomarse.

d. Para evitar el problema de multicolinealidad de dosis y frecuencia se necesita desarrollar una variable combinada que como índice combine cantidad de bactericida con tiempo en forma tal que permita explicar mejor las respuestas.

4. Como pareciera ser que las productividades económicas bruta y neta, que son una medida de eficiencia, son más explicadas en el período vegetativo, se recomienda continuar con estas investigaciones tratando de conocer más a fondo esta respuesta.

5. En vista de que las condiciones bajo las cuales se realizaron los ensayos no fueron del todo típicas, se recomienda repetir éstos en condiciones más normales para detectar si existen diferencias entre años y estaciones.

6. Siguiendo la metodología planteada en esta investigación, se recomienda trabajar bajo condiciones más reales, tratando de incluir situaciones del productor y el criterio administrativo del mismo.

## X. RESUMEN

Esta investigación constó de dos estudios realizados en la Escuela Agrícola Panamericana, uno en la época de primera y el otro en la de postrera. El objetivo de estos estudios fue determinar el patrón de respuesta del frijol a diferentes niveles de protección contra la bacteriosis común causada por la bacteria Xanthomonas campestris pv phaseoli utilizando el bactericida Agrimycin 100, y al mismo tiempo desarrollar una metodología que permitiese evaluar y recomendar diferentes alternativas agroeconómicas en el uso de la nueva tecnología.

Esta investigación se planteó inicialmente con un diseño de parcelas subdivididas con un arreglo factorial de 2 x 5 x 3 considerando como factores A, B y C las variables genotipos, número de aplicaciones de bactericida y dosis aplicada del mismo, respectivamente.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se decidió hacer un análisis estadístico y económico de la información obtenida del campo. La primera parte consistió de un análisis comparativo (utilizando análisis de varianza) y de un análisis de relación (ajustando funciones de regresión lineal y cuadrática que mejor representaran la relación entre las variables bajo estudio). El análisis económico, a su vez,

constó de un análisis de retorno y productividad económica, un análisis de óptimos económicos, un análisis marginal comparativo utilizando la metodología recomendada por el CIMMYT, y un análisis de riesgo.

Los resultados de los análisis de varianza originales revelaron que no existían diferencias significativas entre los genotipos Catrachita y XAN 155 utilizados para este estudio y un intento por ajustar funciones de regresión indicó que existía una relación de multicolinealidad entre las variables independientes y las dependientes. Esto imposibilitaba separar el efecto de la variable número de aplicaciones de la de dosis sobre las variables independientes.

Para efectos de análisis, se procedió entonces a combinar los dos genotipos como uno sólo y las variables número de aplicaciones y dosis aplicada como una sola variable: dosis total de bactericida aplicada. Bajo esta nueva definición de variables se procedió entonces con los análisis planteados anteriormente.

Aunque por la naturaleza exploratoria de este estudio no se pudieron hacer recomendaciones concretas sobre el uso de la nueva tecnología, los análisis de varianza para ambas épocas demostraron que hubo diferencias significativas en cuanto al costo, y las productividades económicas brutas y netas de las dosis totales aplicadas, siendo la dosis total de 0.48 kg/ha de bactericida la que dio los mejores resultados para ambas épocas de siembra.

Para el análisis de relación se dividió la variable dosis total aplicada en dosis total aplicada en el período vegetativo y reproductivo del cultivo. Este análisis reveló que había una relación más alta entre la dosis total de bactericida y las productividades económicas brutas y netas en el período vegetativo del cultivo del frijol.

El análisis de retorno y productividad económica indicó que la aplicación de 0.72 kg/ha de Agrimycin 100 fue la que resultó, en promedio, en el mayor retorno y productividades económicas brutas y netas para ambas épocas de siembra por el uso del factor fitoprotección.

Utilizando el análisis marginal comparativo y estableciendo una tasa de retorno marginal (TRM) mínima de 100% se vio que una dosis total de 0.72 kg/ha fue la más recomendable económicamente para la época de primera. Para la siembra de postrera no se recomendó pasar a aplicar nada del bactericida por su incapacidad de cubrir la TRM mínima.

El análisis de riesgo reveló que aún bajo condiciones desfavorables se mantenía la decisión de aplicar 0.72 kg/ha por ofrecer una mayor protección a esta situación. Utilizando el teorema de Tchebycheff para este análisis se demostró que el pasar de no utilizar el bactericida a utilizar 0.72 kg/ha, se aseguraba en un 97% que se alcanzaba el rendimiento mínimo para cubrir los costos adicionales y la TRM mínima; se aseguraba en un 98% que se alcanzaban a cubrir el aumento en costos y en 99% que se obtenía como mínimo el rendimiento que

se obtiene al no usar el bactericida.

Un análisis de sensibilidad reveló que el costo del factor fitoprotección podía aumentar en 32% y el precio del frijol grano podía bajar en un 56% antes que la alternativa de aplicar 0.72 kg/ha del bactericida ya no fuera económicamente recomendable.

## XI. BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G.N. 1988. Fitopatología. (Trad. del inglés por Guzman Ortiz, M.) Editorial Limusa, S.A. de C.V.; Balderas 95; México, D.F. 756p.
- \_\_\_\_\_. 1972. Plant Pathology. Academic Press Inc. New York and London. 629p.
- AVEDILLO, M. s.f. Análisis de Riesgo. Apuntes para el curso de Economía Agrícola. Departamento de Economía Agrícola y Agronegocios. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- AVEDILLO, M. s.f. Análisis de Relación. Apuntes para el curso de Métodos Estadísticos para la Agricultura. Departamento de Economía Agrícola y Agronegocios. El Zamorano, Honduras.
- BISHOP, C.E. y TOUSSAINT, W.D. 1967. Introducción al Análisis de Economía Agrícola. (Trad. del inglés por Miguel Angel Cuadra Palafox). LIMUSA, S.A. México, D.F. 262p.
- BOX, G.E.P., HUNTER, W.G., y HUNTER, J.J. 1978. Statistics for Experimenters. John Wiley and Sons Inc. USA. 653p.
- CAMPOS AVILA, J. 1987. Enfermedades del Frijol. Editorial Trillas S.A. México, D.F.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart van Schoonoven y M. A. Pastor Corrales (comps.) Cali, Colombia. 56 p.
- CHOMBART DE LAUWE, J., POITEVEN, J. y TIREL, J.C. 1969. Nouvelle Gestion des Exploitations Agricoles. Dunod. Paris, Francia. 507 p.
- CIMMYT. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Training Manual. Completely Revised Edition. Mexico, D.F. 79p.
- CIMMYT. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Workbook. Mexico, D.F. 59p.

- CIMMYT. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: Answers to Workbook Exercises. Mexico, D.F. 30p.
- CLAFLIN, L.E. 1973. Wind-blown soil in the Epidemiology of bacterial leaf spot of alfalfa and common blight of bean. *Phytopathology* 63. pp. 1417-1419.
- DEBOUCK, D. e HIDALGO, R. 1985. Morfología de la Pianta de Frijol Común. In *Frijol: Investigación y Producción*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 417p.
- DILLON, J.L. 1977. The Analysis of Response in Crop and Livestock Production. Pergamon Press, Oxford, Great Britain. 213p.
- DOLL, J.P., y ORAZEM, F. 1978. Production Economics: Theory with Applications. 2ed. John Wiley and Sons, Inc. USA. 470p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Economic Guidelines for crop pest control. FAO Plant Production and Protection Paper. 58. Rome.
- FARMING SYSTEMS AND SUPPORT PROJECT, INTERNATIONAL PROGRAMS. 1987. Analysis and Interpretation of on Farm Experimentation. Farming Systems and Support Project Vol. III. FSR Training Units: Participants' Manual. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, Florida.
- HEADY, E. y DILLON, J. 1961. Agricultural Production Functions. Iowa, USA. ISUPRES. 595p.
- HEADY, E., PESJEK, J. y BROWN, W. 1955. Crop Response Surfaces and Economic Optimum in Fertilizer Use. Iowa Agric. Bulletin 424, Ames, Iowa, ISU.
- Le BARON, M. 1969. Bean Production in Idaho. University of Idaho. College of Agriculture. Agric. Exp. Station.
- LITTLE, T. y HILLS, J. 1976. Métodos Estadísticos para la Investigación en Agricultura. (Trad. del inglés por María Isabel Silveria de Jasa y Roberto A. Flores Alcántara). México, D.F., Trillas. 209p.

- MARRA, M.C. y CARLSON, G.A. 1982. An Economic Threshold Model for Bean Anthracnose (*C. lindemutianum*). American Journal of Agricultural Economics. 31 (2) 604-609.
- MENDENHALL, W. 1987. Introducción a la Probabilidad y la Estadística. Ed. N. Grepe P. 5a ed. Iberoamérica. México, D.F. 626 p.
- MITCHELL, J.W. 1953. Absorption and translocation of Streptomycin by bean plants and its effect on the halo and common blight organisms. Phytopathology. Vol. 43. pp 450.
- MUMFORD, J.D. 1981. Pest Control Decision Making: Sugarbeet in England. Journal of Agricultural Economics. 32: 31-41.
- NAPIT, K.B. 1988. Economic Impacts of Extension Integrated Pest Management in Several States. Journal of Agricultural Economics. 81 (1): 251-256.
- NORTON, G. A. 1982. A Decision Analysis Approach to Integrated Pest Control. Crop Protection. 1, 147-164.
- NORTON, G. A. 1986. Feasibility Assessment of Pest Management. Pest Control: Operations and Systems in Fruitfly Management. NATO. ASI Series. Vol. G11.
- NYVALL, R.F. 1979. Field Crop Diseases Handbook. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut; USA 436p.
- OROZCO, S.H. 1977. El Cultivo del Frijol en Honduras. Predia/FAO, Tegucigalpa, Honduras C.A.
- PASTOR CORRALES, M. 1985. Enfermedades del Frijol causadas por Bacterias. In. Frijol: Investigación y Producción. 1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 417p.
- REICHE CAAL, C.E., SILVA, A.R., y de CARRASCO, E.L. 1981. Metodología Práctica para Análisis Económico de Resultados de Investigación Agrícola. Secretaría de Recursos Naturales. Programa Nacional de Investigación Agropecuaria. Tegucigalpa, Honduras. 70p.

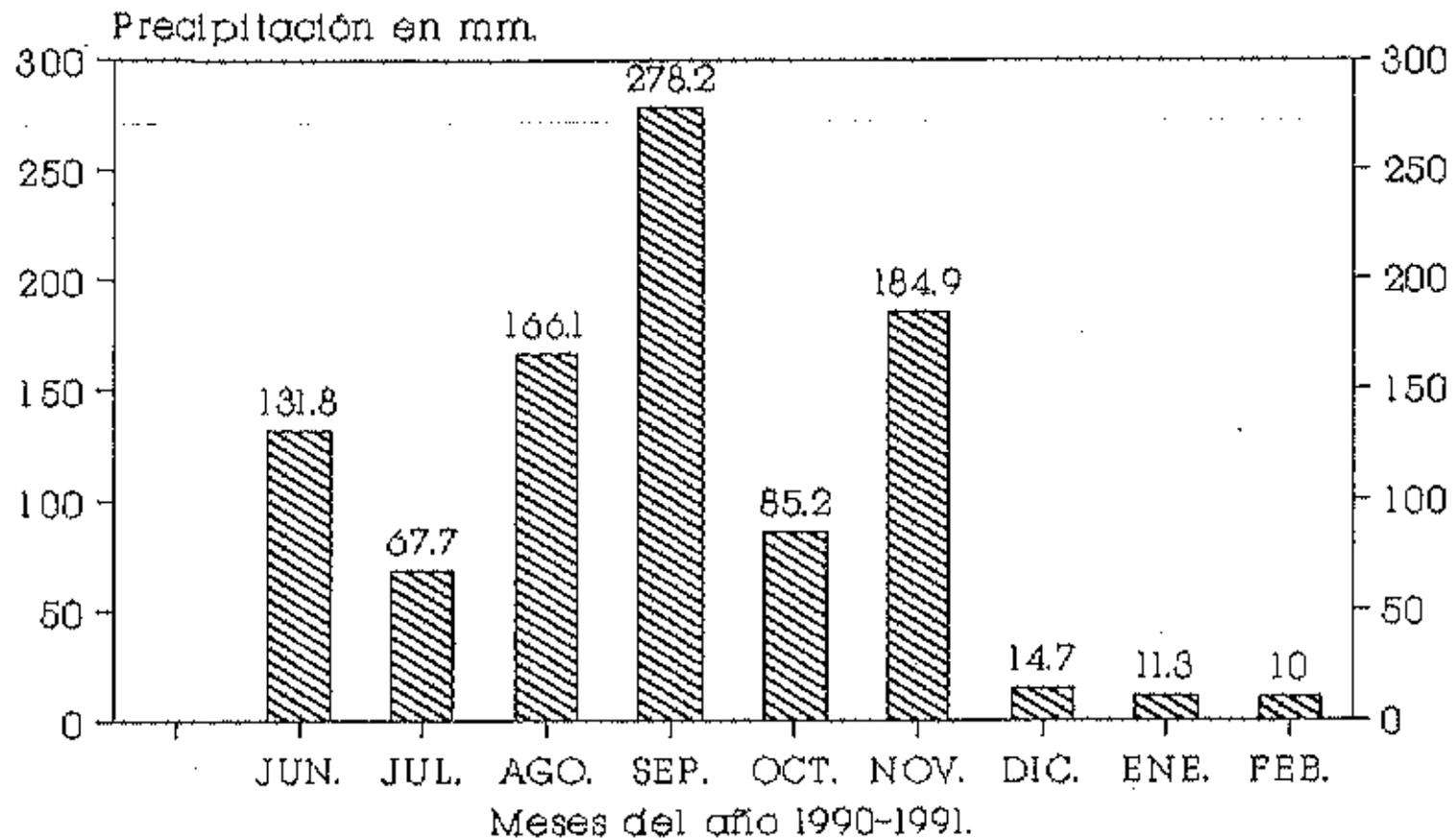
- ROBERTS, D.A. y BOOTHROYD, C.W. 1975. *Fundamentals of Plant Pathology*. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 424p.
- SANDERS, J.H. y SCHWARTZ, H.F. 1980. La Producción de Frijol y Limitaciones por las Plagas en América Latina. In: Schwartz, H.F. y Galvez, G.E. (Ed.) *Problemas de Producción del Frijol: Enfermedades, Insectos, Limitaciones Edáficas y Climáticas de P. vulgaris*. 1980. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 424p.
- SEBASTIAN, R.A. y RODRIGUEZ BARRIO, J.E. 1978. *Funciones de Producción en Agricultura*. Univ. Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid. 85p.
- SERRACIN, J., YOUNG, R.A., ROSAS, J.C. y CACERES, J. 1990. Daños causados por *Xanthomonas campestris* pv *phaseoli* (bacteriosis común) en el rendimiento de frijol común. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 18 p.
- TAYLOR, C.R. 1980. The Nature of Benefits and Costs of use of Pest Control Methods. *American Journal of Agricultural Economics*. 62 (5): 1007-1011.
- TAYLOR, W.J.B. 1982. A Farmer's View. In *Decision Making in the Practice of Crop Protection*, Proceedings of a Symposium held at the University of Sussex, Brighton. London, England. 238p.
- TOAPANTA, M.A. 1990. Evaluación Técnica y Económica de los Programas Fitosanitarios en la Producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 165p.
- van SCHOONHOVEN, A. 1985. El Programa de Frijol. In: *Frijol: Investigación y Producción*. 1985. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 417p.
- WEBSTER, J.P.G. 1977. The Analysis of Risky Farm Management decisions: Advising Farmers About the use of Pesticides. *Journal of Agric. Economics*. 28: 243-259.

- YOSHII, K. 1980. Los Añublos Común y Fusco. In. Schwartz, H.E. y Galvez, G.E. (Ed.) Problemas de Producción del Frijol : Enfermedades, Insectos, Limitaciones Edáficas, y Climáticas de E. vulgaris. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 424p.
- ZAUMEYER, W.J. y THOMAS, H.R. 1959. Bean Diseases and their Control. United States Department of Agriculture Farmers' Bulletin. No.1692.

ANEXO 1. Costos comunes para todos los tratamientos para ambas épocas de siembra.

OPERACION	FRECUENCIA	COSTOS COMUNES UNIDAD	CANTIDAD	Co. UNITARIO	Co. TOTAL
1. Prop. Terreno					
Arado	1	hora	1.5	60	90
Rastrado	2	hora	1.4	90	126
Suavado	1	hora	0.4	60	24
Asperjado	1	hora	0.34	60	20
Herbicida (PSI)	1	lt.	2.5	68.4	171
2. Siembra					
Semilla	1	qq.	0.9	100	90
Mano de Obra		hora	53.7	1.2	64
Fertilizante (16-46-0)		qq.	3.3	65	214
3. Riego					
Mano de Obra	1	hora	25	1.2	30
4. Desthierbas					
Mano de Obra	2	hora	37.03	1.2	44.44
5. Plinio. Insectic. Insectic. (MTD-600)					
Mano de Obra	2	lt.	9	65	195
Deprec. Bombas		hora	24.07	1.2	28.88
		hora	24.07	0.15	3.61
6. Cosecha					
	1	hora	17.36	1.2	20.83
TOTAL COSTOS COMUNES					1123.1

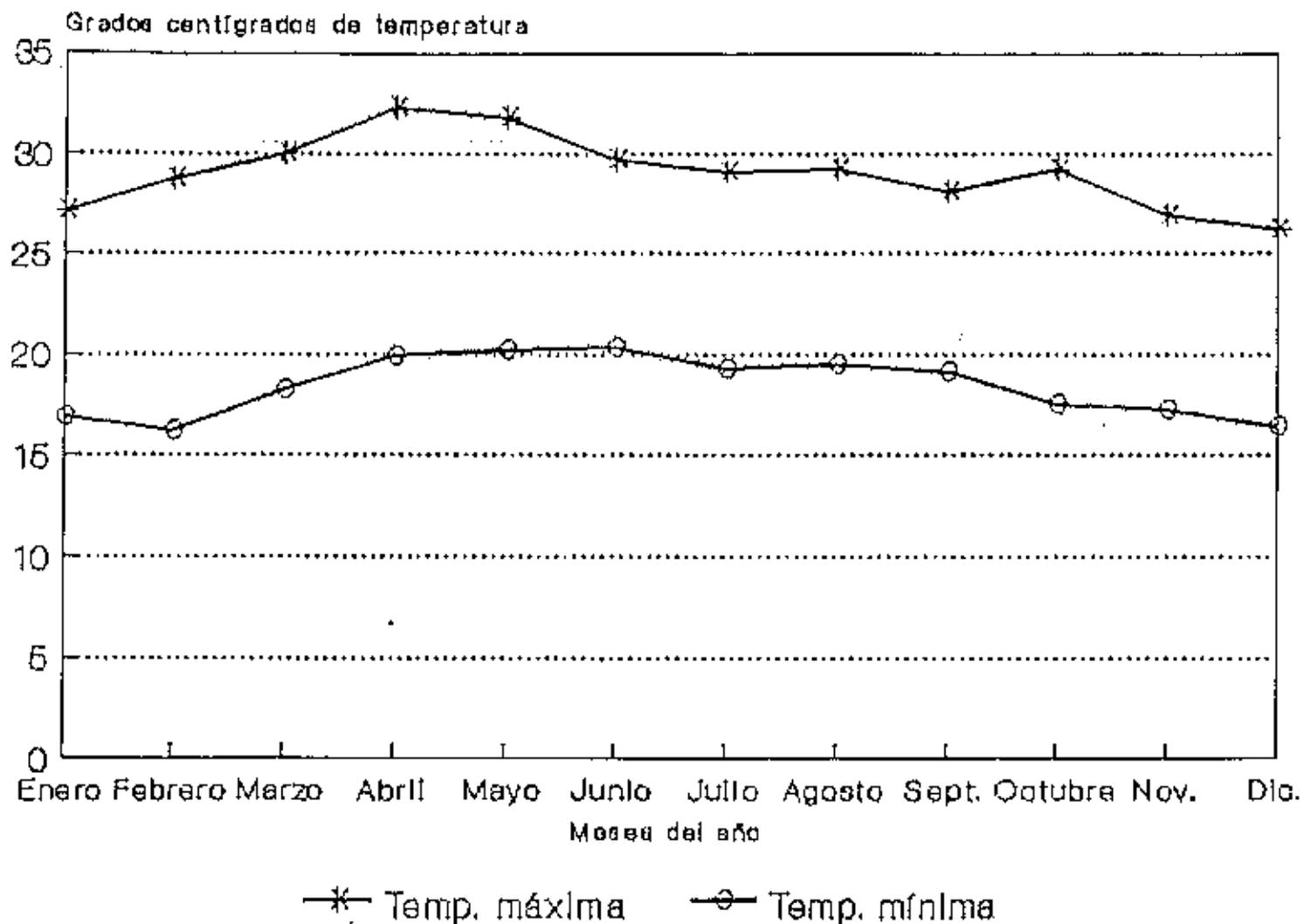
Anexo 2. Distribución de las lluvias durante junio  
1990 a febrero 1991.



LLUVIA

Puente: Est. Meteorológica El Zamorano

## Anexo 3. Distribución de la temperatura durante el año 1990.



Fuente: Est. meteorológica del Zamorano

Anexo 4. Resumen del análisis de varianzas utilizando el modelo de parcelas subdivididas para la época de primera.

Fuente de Variación	Rendimiento kg/ha		No. Vainas/20 Plantas		No. Granos/20 Vainas		Peso Seco 100 Semillas		Costo Total de Producción Lps./ha	
	Medias	P (F)	Medias	P (F)	Medias	P (F)	Medias	P (F)	Medias	P (F)
Repetición	1	1342.40	150.03		103.03		20.73		1511.94	
	2	1345.62	150.77		99.50		21.57		1512.15	
Genotipo KRN 155 (1) Cetrachita (2)		1357.46	140.40		110.03		19.95		1512.93	
		1330.50	152.40		93.3		22.35		1511.15	
		1357.25	149		103.5		21.17		1512.68	0.0001
		1490.78	160.17		107.03		21.03		1571.61	
No. Aplicaciones	0	1234.60	130.92		100.67		21.15		1504.82	
	1	1251.69	145.92		95.25		21.34		1556.07	
	2	1350.73	156.92		101		21.04		1515.04	
		1307.67	146.50		112.5		20.27		1514.86	
Gen. x No. Aplic.	Cat. M 0	1400.76	154.50		119.17		19.47		1570.95	
	Cat. M 1	1400.60	151.67		109.0		20.45		1516.31	
	Cat. M 6	1090.97	132.50		100.17		19.78		1645.46	
	Cat. M 8	1419.25	156.03		109.53		19.82		1517.25	
	KRN M 0	1326.04	151.67		94.50		22.12		1510.67	
	KRN M 2	1500.02	165.03		96.50		22.50		1572.27	
	KRN M 4	1060.53	125.17		92.39		21.87		1493.33	
	KRN M 6	1412.41	161.33		90.33		22.90		1565.60	
KRN M 8	13525.21	157		92.03		22.27		1512.03		
Dosis	Baja	1240.27	145.75		102.10		21.10		1433.03	0.0001
	Media	1417.04	155.90		103.70		20		1516.88	
	Alta	1316.72	140.55		99.20		21.17		1566.24	
Gen. x Dosis	Cat. M Baja	1315.24	142.90		112.20		19.75		1434.16	
	Cat. M Media	1406.03	154		109.30		19.94		1516.16	
	Cat. M Alta	1350.26	147.50		100.60		20.15		1500.46	
	KRN M Baja	1201.03	140.60		92		22.95		1431.09	
	KRN M Media	1427.46	159		99.10		21.01		1517.55	
KRN M Alta	1203.19	149.60		109		22.79		1504.03		

El nivel de significación P(F) que no se indique es por ser mayor que 0.25.

Anexo 4. Continuación.

Fuente de Variación	Rendimiento kg/ha		No. Vainas/20 Plantas		No. Granos/20 Vainas		Peso Seco 100 Semillas		Costo Total de Producción Lps./ha	
	Medias	P (F)	Medias	P (F)	Medias	P (F)	Medias	P (F)	Medias	P (F)
No. Aplicación Dosis										
0 m Baja	1316.24		140.25		102		21.30		1209.97	
0 m Medía	1503.35		159		109		20.63		1222.32	
0 m Alta	1252.16		140		99.5		21.50		1205.74	
2 m Baja	1444.16		146.75		115		21.03		1330.53	
2 m Medía	1507.50		179.25		105.25		20.53		1378.13	
2 m Alta	1430.64		154.50		103.25		21.55		1406.17	
4 m Baja	1219.79		144.25		96.25		21.03		1427.04	
4 m Medía	1176.01		131.50		103.25		20		1501.01	
4 m Alta	1307.27		141		102.50		21.5		1585.62	
6 m Baja	1103.07		132.25		95.25		20.95		1532.60	
6 m Medía	1395.74		166.75		99.75		20.95		1665.50	
6 m Alta	1250.25		151.75		90.75		22.13		1769.90	
8 m Baja	1402.16		157.25		102		21.20		1664.12	
8 m Medía	1419.73		150		101.25		21.40		1817.20	
8 m Alta	1335.30		155.50		100		20.53		1963.71	
Gen. No. Aplicación Dosis										
Cat. m 0 m Baja	1259.13		120		114.50		20.60		1206.20	
Cat. m 0 m Medía	1650.09		164.5		119		20.35		1232	
Cat. m 0 m Alta	1253.79		147		104		19.70		1205.95	
Cat. m 2 m Baja	1420.23		130.5		132		18.70		1320.86	
Cat. m 2 m Medía	1595.13		177.5		112		19.30		1370.50	
Cat. m 2 m Alta	1426.93		147.5		113.5		20.40		1405.37	
Cat. m 4 m Baja	1452.75		168		104.5		20.15		1443.22	
Cat. m 4 m Medía	1174.53		132.5		105		20.35		1500.80	
Cat. m 4 m Alta	1530.75		150.5		117.5		20.85		1604.06	
Cat. m 6 m Baja	1977.07		123.5		96.5		19.75		1523.95	
Cat. m 6 m Medía	1104.06		135.5		100.5		19.65		1646.33	
Cat. m 6 m Alta	1191.77		130.5		103.5		19.95		1766.12	
Cat. m 8 m Baja	1460.30		150.5		113.5		19.55		1660.49	
Cat. m 8 m Medía	1507.34		164		110		20.05		1823.20	
Cat. m 8 m Alta	1200.04		140		104.5		19.85		1960.06	
XAN m 0 m Baja	1373.35		160.5		109.5		22		1213.74	
XAN m 0 m Medía	1356.63		153.5		99		20.70		1212.64	
XAN m 0 m Alta	1250.53		133		95		23.15		1205.63	
XAN m 2 m Baja	1460.09		155		110		23.35		1332.11	
XAN m 2 m Medía	1504.09		161		100.5		21.75		1377.72	
XAN m 2 m Alta	1450.35		161.5		99		22.70		1406.94	
XAN m 4 m Baja	206.70		122.5		108		21.90		1412.46	
XAN m 4 m Medía	1179.09		130.5		101.5		21.40		1501.16	
XAN m 4 m Alta	1015.79		123.5		107.5		22.30		1566.30	
XAN m 6 m Baja	1214.07		141		94		22.15		1541.37	
XAN m 6 m Medía	1607.43		170		99		22.25		1684.83	
XAN m 6 m Alta	1300.73		163		76.5		24.30		1773.84	
XAN m 8 m Baja	1335.96		158		90.5		22.85		1658.75	
XAN m 8 m Medía	1330.11		152		92.5		22.75		1811.37	
XAN m 8 m Alta	1390.57		163		95.5		21.20		1967.36	
Coef. de Variación	22.48%		17.85%		8.70%		4.56%		1.32%	

El nivel de significación P(F) que no se indica es por ser mayor que 0.25.

Anexo 4. Resumen del análisis de variancias utilizando el modelo de parcelas subdivididas para la época de primavera.

Fuente de Variación	Beneficio Neto Lps./ha	Factor Fitoprot. Lps./ha	Productividad Econ. Bruta Lps./ha	Productividad Econ. Neta Lps./ha
	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)	Medias P (F)
Repetición				
1	2032.37	2421.20	241.20	899.55
2	2040.65	2429.70	238.16	754.68
Genotipo				
XAN 155 C13	2071.13	2460.97	242.63	738.51
C-trichita C2	2001.66	2309.73	236.91	715.72
No. Aplicaciones			0.0172	0.0001
0	2270.82	2460.40	294.72	0.00
2	2560.47	2012.90	206.65	1956.26
4	1784.85	2139.58	218.15	738.32
6	1640.72	2181.63	190.01	497.15
8	1843.66	2253.89	202.53	403.84
Gen. x No. Aplic.				
Cat. x 0	2049.12	2540.71	300.93	0.00
Cat. x 2	2530.66	2786.51	205.11	1335.25
Cat. x 4	2202.97	2596.18	244.83	897.29
Cat. x 6	1234.90	1757.35	174.75	396.50
Cat. x 8	1929.94	2624.09	207.56	463.51
XAN x 0	2252.52	2380.09	288.50	0.00
XAN x 2	2590.28	2831.46	280.20	1977.26
XAN x 4	1306.74	1667.88	187.40	579.35
XAN x 6	2062.47	2806.04	222.90	597.81
XAN x 8	1757.87	2447.09	197.51	424.10
Dosis				0.0127
Baja	1994.75	2304.60	242.13	889.22
Medio	2224.5	2610.26	252.11	742.89
Alta	1890.26	2353.40	225.08	543.23
Gen. x Dosis				
Cat. x Baja	2039.13	2350.19	244.75	919.90
Cat. x Medio	2197.69	2593.77	252.12	718.12
Cat. x Alta	1976.56	2441.94	231.04	577.51
XAN x Baja	1950.38	2359.17	239.51	858.54
XAN x Medio	2251.31	2645.76	252.49	767.66
XAN x Alta	1809.94	2264.07	219.13	520.86

El nivel de significación P(F) que no se indique es por ser mayor que 0.25.

Anexo 4. Continuación.

Fuente de Variación	Beneficio Neto		Retorno al Factor Filoprot.		Productividad Econ. Bruta		Productividad Econ. Neta	
	Medias	P (CF)	Medias	P (CF)	Medias	P (CF)	Medias	P (CF)
No. Aplic. Davis								0.234
0 M Baja	2265.24		2352.11		2267.01		0.00	
0 M Media	2776.33		2846.15		2323.36		0.00	
0 M Alta	2100.03		2164.92		2273.77		0.00	
2 M Baja	2402.43		2689.86		2266.12		2399.09	
2 M Media	2818.78		3073.79		2304.52		2047.56	
2 M Alta	2392.21		2675.28		2269.31		1422.12	
4 M Baja	1792.56		2097.30		2224.60		935.29	
4 M Media	1806.07		1983.90		2206.92		660.80	
4 M Alta	1865.93		2320.14		2216.95		613.07	
6 M Baja	1395.59		1805.14		190.07		526.67	
6 M Media	2019.56		2662.04		219.64		568.89	
6 M Alta	1631.02		2177.90		106.21		385.91	
8 M Baja	2037.95		2679.97		222.15		575.05	
8 M Media	1931.17		2525.35		206.18		437.21	
8 M Alta	1561.85		2402.46		179.27		319.27	
Gen. M No. Aplic. Davis								
Cat. M 0 M Baja	2110.22		2201.32		225.33		0.00	
Cat. M 0 M Media	3124.66		3233.56		353		0.00	
Cat. M 0 M Alta	2104.44		2187.24		274.42		2342.75	
Cat. M 2 M Baja	2420.04		2626.69		282.11		2057.32	
Cat. M 2 M Media	2033.05		2080.45		305.81		1405.64	
Cat. M 2 M Alta	2362.00		2644.37		267.71		1209.66	
Cat. M 4 M Baja	2392.42		2712.54		265.23		658.79	
Cat. M 4 M Media	1600.20		1977.96		206.53		823.42	
Cat. M 4 M Alta	2016.20		2099.04		262.71		433.06	
Cat. M 6 M Baja	1055.70		1456.02		109.20		397.09	
Cat. M 6 M Media	1760.70		1791.92		177.06		358.55	
Cat. M 6 M Alta	1300.47		2023.49		177.92		614.02	
Cat. M 8 M Baja	2200.30		2253.77		231.79		476.61	
Cat. M 8 M Media	2161.06		2261.96		218.50		299.88	
Cat. M 8 M Alta	1418.50		2256.54		290.70		0.00	
MAN M 0 M Baja	2412.25		2502.69		293.71		0.00	
MAN M 0 M Media	2369.21		2458.75		273.09		0.00	
MAN M 0 M Alta	2096.11		2178.64		273.09		245.33	
MAN M 2 M Baja	2514.02		2753.03		290.13		2037.80	
MAN M 2 M Media	2004.40		2059.14		203.54		1438.55	
MAN M 2 M Alta	2422.85		2706.13		270.92		660.93	
MAN M 4 M Baja	1192.70		1482.00		184.14		662.81	
MAN M 4 M Media	1611.75		1990.01		207.31		414.32	
MAN M 4 M Alta	1115.57		1531.85		178.01		640.29	
MAN M 6 M Baja	1735.40		2153.67		212.07		739.69	
MAN M 6 M Media	2770.43		3332.16		262.02		413.27	
MAN M 6 M Alta	1067.52		2332.31		194.49		536.07	
MAN M 8 M Baja	1700.47		2404.17		212.58		397.81	
MAN M 8 M Media	1704.11		2348.24		193.67		338.66	
MAN M 8 M Alta			2548.37		186.15			
Conf. de Variación	38.222		32.312		21.272		44.832	

El nivel de significación (P<F) que no se indique es por ser mayor que 0.25.

Anexo 5. Resumen del análisis de varianza utilizando el modelo de parcelas subdivididas para la época de pastoreo.

Fuente de Variación	Rendimiento kg/ha		No. Vainas/20 Plantas		No. Granos/20 Vainas		Peso Seco 100 Semillas		Costo Total de Producción (p CF)	
	Medias	P <F>	Medias	P <F>	Medias	P <F>	Medias	P <F>	Medias	P <F>
Repetición										
1	1085.6		148.6		110.7		22.7		1511.94	
2	1175.1		143.8		116.7		19.7		1512.15	
Genotipo										
XAN 155 (1)	1271.1		136.4		105.7		19.95		1512.93	
Cetrachita (2)	989.6		148.7		99.7		22.35		1511.15	
No. Aplicaciones										0.0001
0	1149.2		129.4		146.7		23.37		1212.66	
2	1415.6		147.6		197.5		25.87		1371.61	
4	1025.3		136.7		167.9		19.67		1504.02	
6	1251.6		141.8		205.7		18.30		1656.07	
8	1350.7		150.9		167.0		22.18		1815.04	
Gen. x No. Aplic.										
Cat. x 0	1143.3		150.8		249.7		25.54		1214.66	
Cat. x 2	1413.9		157.6		254.7		19.15		1370.95	
Cat. x 4	1260.4		158.7		205.4		20.48		1516.31	
Cat. x 6	1180.6		137.9		308.7		19.78		1645.46	
Cat. x 8	1230.4		163.7		268.9		19.82		1617.25	
XAN x 0	1145.3		164.9		263.7		20.91		1210.67	
XAN x 2	1251.6		171.9		258.6		22.14		1372.27	
XAN x 4	1156.3		196.4		235.7		20.61		1493.33	
XAN x 6	1155.7		179.5		250.3		22.80		1656.60	
XAN x 8	1263.5		163.9		247.9		23.41		1812.03	
Interacción										0.0001
Baja	1249.6		176.8		119.7		20.91		1433.03	
Medio	1412.3		179.5		111.0		21.54		1515.68	
Alta	1164.6		131.3		121.0		22.04		1566.24	
Gen. x Dosis										
Cat. x Baja	1265.7		191.6		124.8		18.30		1434.16	
Cat. x Medio	1364.9		137.8		117.9		19.62		1516.16	
Cat. x Alta	1249.3		141.8		108.7		20.34		1588.46	
XAN x Baja	1226.1		147.9		99.7		22.40		1431.89	
XAN x Medio	1341.7		161.4		106.7		23.15		1517.55	
XAN x Alta	1206.7		167.8		111.9		21.06		1584.03	

El nivel de significación P&lt;F&gt; que no se indique es por ser mayor que 0.25.

## Anexo 5. Continuación.

Fuente de Variación	Rendimiento Kg/ha	N. Vainas/20 Plantas	N. Semillas/20 Vainas	Peso Seco 100 Semillas	Costo Total de Producción
	Medias	Medias	Medias	Medias	Medias
No. Aplicación					0.0001
0 M Baja	1314	149.7	132.8	22.64	1209.97
0 M Media	1516.9	137.8	121.8	24.61	1222.32
0 M Alta	1234.8	129.7	114.7	22.54	1205.74
2 M Baja	1475.1	136.7	121.8	23.41	1330.53
2 M Media	1284.6	164.7	109.3	22.61	1378.13
2 M Alta	1512.3	141.9	124.9	24.90	1406.17
4 M Baja	1163.4	141.6	112.3	22.76	1427.04
4 M Media	1145.6	152.7	117.2	22.09	1501.01
4 M Alta	1310.7	139.7	116.3	21.8	1585.62
6 M Baja	1112.3	139.7	109.1	20.95	1532.66
6 M Media	1412.3	171.9	113.7	20.07	1665.50
6 M Alta	1267.9	137.6	129.7	22.45	1769.90
8 M Baja	1516.4	139.1	119.7	21.07	1664.12
8 M Media	1451.2	161.7	110.1	23.74	1817.20
8 M Alta	1346.1	157.5	113.1	20.53	1963.71
Genio No. Aplicación Dosis					
Cat. N 0 M Baja	1265.4	117.1	109.8	21.98	1206.20
Cat. N 0 M Media	1164.4	114.7	114.7	23.41	1232
Cat. N 0 M Alta	1979.6	139.7	116.4	18.61	1505.05
Cat. N 2 M Baja	1424.6	138.7	103.7	19.34	1320.96
Cat. N 2 M Media	1595.1	167.5	101.7	19.73	1370.50
Cat. N 2 M Alta	1435.8	138.7	115	21.32	1405.37
Cat. N 4 M Baja	1245.3	173.7	119.3	21.06	143.23
Cat. N 4 M Media	1254.6	146.7	115.4	20.35	1500.86
Cat. N 4 M Alta	1436.5	149.2	119.7	19.08	1604.86
Cat. N 6 M Baja	1056.8	178.5	100.1	19.73	1523.36
Cat. N 6 M Media	1104.0	147.5	116.7	18.27	1646.33
Cat. N 6 M Alta	1191.7	167.7	117.9	20.57	1766.12
Cat. N 8 M Baja	1460.3	163.7	113.7	18.24	1668.49
Cat. N 8 M Media	1475.3	147.9	113.4	22.14	1623.20
Cat. N 8 M Alta	1123.7	138.1	99.7	19.65	1600.06
NAN M 0 M Baja	1475.9	197.6	190.3	22	1213.74
NAN M 0 M Media	1296.6	174.9	109.3	23.56	1212.64
NAN M 0 M Alta	1154.7	154.7	111.8	22.94	1205.63
NAN M 2 M Baja	1354.7	141.8	102.3	23.35	1372.11
NAN M 2 M Media	1465.1	101	117.5	21.75	1377.77
NAN M 2 M Alta	1365.2	161.5	119.1	21.87	1406.94
NAN M 4 M Baja	987.6	136.7	109.7	23.81	1412.46
NAN M 4 M Media	1215.8	141.9	102.7	22.61	1501.16
NAN M 4 M Alta	1432.1	137.8	113.7	22.30	1566.30
NAN M 6 M Baja	1229.7	149.7	110.7	22.15	1541.37
NAN M 6 M Media	1751.6	173.6	117.6	20.97	1684.83
NAN M 6 M Alta	1265.7	158.7	101.8	22.80	1773.04
NAN M 8 M Baja	1461.8	149.7	94.3	22.85	1639.75
NAN M 8 M Media	1269.7	149.2	99.7	22.75	1811.37
NAN M 8 M Alta	1412.8	163	99.7	21.20	1967.36
Coef. de Variación	34.92	34.532	41.72	21.602	1.322

El nivel de significación P &lt; 0.05 que no se indique es por ser mayor que 0.25.

Anexo 5. Resumen del análisis de varianzas utilizando el modelo de parcelas subdivididas para la época de postera.

Fuente de Variación	Beneficio Neto Lps./ha (Medias P (F))	Retorno a Fito-prob. (Lps./ha) (Medias P (F))	Productividad Econ. Brota (G) (Medias P (F))	Productividad Econ. Neta (G) (Medias P (F))
Repetición				
1	1371.10	2254	236.46	654.87
2	1601.21	2356.4	247.16	607.54
Genotipo				
MAN 155 (D)	1048.31	2460.9	221.25	673.54
Catracáta (C)	1123.96	2267.8	214.61	706.47
No. Aplicaciones				0.0001
0	1598.43	2268.3	247.15	0.00
2	1209.49	2023.6	208.74	1167.32
4	1656.40	2265.8	234.15	709.47
6	1675.06	2341.2	154.25	397.23
8	1390.48	2243.9	227.65	405.07
Gen. x No. Aplic.				0.241
Cat-M 0	1669.24	2714.3	267.25	0.00
Cat-M 2	2216.01	2679.32	124.35	1874.51
Cat-M 4	1939.57	2469.5	154.95	697.26
Cat-M 6	1520.61	1542.12	174.75	299.54
Cat-M 8	1300.76	2546.76	265.32	405.61
MAN M 0	749.75	2371.3	224.98	152.36
MAN M 2	1096.79	2687.32	215.24	1254.74
MAN M 4	1212.49	1659.14	166.21	497.52
MAN M 6	1260.36	2512.03	215.23	525.34
MAN M 8	1115.96	2872.19	174.12	562.14
Dosis				0.0192
Baja	1429.06	2498.74	264.32	847.36
Medio	1613.55	2642.78	201.65	715.64
Alta	1415.10	2354.98	297.25	525.36
Gen. x Dosis				
Cat-M Baja	1859.58	2347.65	214.97	1668.31
Cat-M Medio	2030.40	2498.31	145.65	1674.32
Cat-M Alta	1646.95	2458.71	172.54	1524.35
MAN M Baja	1188.70	2212.51	301.28	752.32
MAN M Medio	1183.05	2660.12	197.25	674.58
MAN M Alta	1546.63	2281.23	197.54	1536.50

El nivel de significación (P(F)) que no se indica es por ser mejor que 0.25.

Anexo 5. Continuación.

Fuente de Variación	Beneficio Neto		Retorno a		Productividad Econ. Bruta		Productividad Econ. Neta	
	Medias P (F)	Lps./Ha	Medias P (F)	Clps./Ha	Medias P (F)	Clps./Ha	Medias P (F)	Clps./Ha
No. Aplicaciones	1275.01		2490.25		164.72		0.00	0.107
0 M Baja	2337.56		197.23		197.32		0.00	0.00
0 M Media	1122.72		2145.09		205.01		0.00	0.00
2 M Baja	1950.54		246.21		246.21		2025.64	2127.36
2 M Media	1302.21		3061.27		212.07		1297.82	1297.82
4 M Baja	1571.29		2671.09		264.37		987.63	987.63
4 M Media	1838.55		2017.59		219.54		1087.32	1087.32
6 M Baja	1504.30		1974.19		167.28		545.60	545.60
6 M Media	2117.69		2367.54		257.54		525.36	525.36
8 M Baja	1235.06		1801.03		125.54		1617.64	1617.64
8 M Media	1374.89		2419.48		219.54		1985.91	1985.91
0 M Baja	1234.80		2118.14		186.21		530.41	530.41
0 M Media	1239.30		2478.12		297.54		354.36	354.36
8 M Baja	1637.28		2619.87		286.74		305.14	305.14
8 M Media	1534.66		2400.19		179.27		0.00	0.00
Gen. No. Aplicaciones	2126.72		2229.74		297.65		0.00	0.00
Cat. 0 M Baja	2233.17		3249.16		254.31		0.00	0.00
Cat. 0 M Media	1246.49		2124.05		274.45		2154.36	2154.36
Cat. 2 M Baja	1996.64		2687.16		225.36		2298.64	2298.64
Cat. 2 M Media	1764.10		3308.79		305.51		1346.21	1346.21
Cat. 4 M Baja	1844.79		2658.21		205.47		1209.66	1209.66
Cat. 4 M Media	2927.76		2871.12		213.97		624.98	624.98
Cat. 6 M Baja	1528.54		1864.18		257.34		603.15	603.15
Cat. 6 M Media	1798.50		3187.05		262.71		397.89	397.89
Cat. 8 M Baja	1861.40		1412.98		146.28		325.64	325.64
Cat. 8 M Media	2157.82		1541.06		177.06		425.94	425.94
Cat. 0 M Baja	1853.07		2489.19		147.98		896.74	896.74
Cat. 0 M Media	1478.52		2649.11		264.97		425.46	425.46
Cat. 2 M Baja	1433.15		2647.16		247.26		321.30	321.30
Cat. 2 M Media	1421.50		2197.54		167.25		0.00	0.00
Cat. 4 M Baja	2501.95		2495.12		198.30		0.00	0.00
Cat. 4 M Media	1979.00		12546.46		125.29		219.48	219.48
Cat. 6 M Baja	1502.23		2251.26		209.74		1978.25	1978.25
Cat. 6 M Media	1848.32		2753.03		230.13		1470.64	1470.64
Cat. 8 M Baja	1906.71		2187.16		254.64		650.64	650.64
Cat. 8 M Media	1684.82		2687.23		157.02		806.4	806.4
MAN 0 M Baja	1993.36		1394.45		169.25		416.4	416.4
MAN 0 M Media	1482.21		1931.25		228.37		605.6	605.6
MAN 2 M Baja	2445.87		1687.15		197.62		697.56	697.56
MAN 2 M Media	1608.72		2287.56		225.64		429.54	429.54
MAN 4 M Baja	1561.95		3332.16		262.02		508.9	508.9
MAN 4 M Media	1846.52		2378.54		194.49		397.54	397.54
MAN 6 M Baja	1994.14		2388.25		298.54		309.87	309.87
MAN 6 M Media	1965.40		2458.15		193.87		57.57	57.57
MAN 8 M Baja	29.36		2478.56		186.15			
MAN 8 M Media	27.96		27.96		29.55			

El nivel de significación P(F) que no se indique es por ser mayor que 0.25.

Anexo 6. Funciones ajustadas que fueron no representativas para el análisis de relación de la época de primera.

DT Primera

$$\begin{aligned} \text{RFP} &= 8016.5 - 22031\text{DT} + 9364.3\text{DT}^2 \\ &\quad (0.094) \quad (0.011) \\ &\quad R^2 = 0.18 \quad P(F) = 0.000 \\ \\ \text{PEN} &= 322.34 + 413.5\text{DT} - 127.1\text{DT}^2 \\ &\quad (0.003) \quad (0.001) \\ &\quad R^2 = 0.18 \quad P(F) = 0.004 \\ \\ \text{BEN} &= 2459.3 - 403.95\text{DT} + 47.56\text{DT}^2 \\ &\quad (0.146) \quad (0.534) \\ &\quad R^2 = 0.12 \quad P(F) = 0.029 \\ \\ \text{YF} &= 1397.9 - 95.89\text{DT} + 22.5\text{DT}^2 \\ &\quad (0.36) \quad (0.45) \\ &\quad R^2 = 0.02 \quad P(F) = 0.45 \\ \\ \text{NVP} &= 150.4 - 2.56\text{DT} + 0.18\text{DT}^2 \\ &\quad (0.78) \quad (0.65) \\ &\quad R^2 = 0.01 \quad P(F) = 0.89 \\ \\ \text{NSV} &= 107.65 - 5.94\text{DT} + 0.92\text{DT}^2 \\ &\quad (0.23) \quad (0.50) \\ &\quad R^2 = 0.06 \quad P(F) = 0.19 \\ \\ \text{PSS} &= 20.98 + 0.37\text{DT} - 0.094\text{DT}^2 \\ &\quad (0.519) \quad (0.559) \\ &\quad R^2 = 0.01 \quad P(F) = 0.81 \end{aligned}$$

DT1 Primera

$$\begin{aligned} \text{COT} &= 107.21 + 3188\text{DT1} - 5.76\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.000) \quad (0.87) \\ &\quad R^2 = 0.76 \quad P(F) = 0.000 \\ \\ \text{RFP} &= 3869.4 - 18584\text{DT1} + 15500\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.466) \quad (0.225) \\ &\quad R^2 = 0.06 \quad P(F) = 0.188 \\ \\ \text{BEN} &= 2431.8 - 299.8\text{DT1} - 64.4\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.552) \quad (0.798) \\ &\quad R^2 = 0.12 \quad P(F) = 0.030 \\ \\ \text{YF} &= 1378.67 - 42.4\text{DT1} - 1.32\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.825) \quad (0.989) \\ &\quad R^2 = 0.01 \quad P(F) = 0.75 \end{aligned}$$

## Anexo 6. Continuada.

$$\begin{aligned} \text{NVP} &= 149.72 + 1.54\text{DT1} - 0.441\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.928) \quad (0.959) \\ R^2 &= 0.00 \quad P(F) = 0.990 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSV} &= 107.2 - 5.28\text{DT1} + 0.196\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.553) \quad (0.966) \\ R^2 &= 0.05 \quad P(F) = 0.226 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSS} &= 21.16 - 0.567\text{DT1} + 0.414\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.592) \quad (0.433) \\ R^2 &= 0.02 \quad P(F) = 0.582 \end{aligned}$$

DT2 Primera

$$\begin{aligned} \text{REF} &= 3195.09 - 38703\text{DT2} + 38672\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.104) \quad (0.010) \\ R^2 &= 0.20 \quad P(F) = 0.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PEB} &= 821.59 - 239.4\text{DT2} + 17.7\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.506) \quad (0.935) \\ R^2 &= 0.06 \quad P(F) = 0.197 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PEN} &= 563.02 - 222.23\text{DT2} + 46.81\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.407) \quad (0.772) \\ R^2 &= 0.05 \quad P(F) = 0.225 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEN} &= 2207.32 - 668.34\text{DT2} + 211.77\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.213) \quad (0.511) \\ R^2 &= 0.07 \quad P(F) = 0.128 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YE} &= 1353.74 - 175.85\text{DT2} + 101.1\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.376) \quad (0.399) \\ R^2 &= 0.01 \quad P(F) = 0.674 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NVP} &= 149.09 + 0.925\text{DT2} + 2.05\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.958) \quad (0.847) \\ R^2 &= 0.01 \quad P(F) = 0.753 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSV} &= 104.65 - 14.3\text{DT2} + 6.60\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.133) \quad (0.247) \\ R^2 &= 0.05 \quad P(F) = 0.229 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSS} &= 21.17 + 0.66\text{DT2} - 0.467\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.547) \quad (0.480) \\ R^2 &= 0.01 \quad P(F) = 0.760 \end{aligned}$$

Anexo 7. Funciones ajustadas que fueron no representativas para el análisis de relación de la época de postrera.

DT Postrera

$$\begin{aligned} \text{RFP} &= 1154.12 + 299.3\text{DT} - 348.6\text{DT}^2 \\ &\quad (0.032) \quad (0.003) \\ R^2 &= 0.18 \quad P(F) = 0.003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEN} &= 1119.5 + 248.47\text{DT} - 366.03\text{DT}^2 \\ &\quad (0.362) \quad (0.201) \\ R^2 &= 0.28 \quad P(F) = 0.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YF} &= 856.98 + 113.4\text{DT} - 129.35\text{DT}^2 \\ &\quad (0.027) \quad (0.002) \\ R^2 &= 0.18 \quad P(F) = 0.003 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NVP} &= 131.14 + 22.5\text{DT} - 24.6\text{DT}^2 \\ &\quad (0.108) \quad (0.034) \\ R^2 &= 0.09 \quad P(F) = 0.067 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSV} &= 85.08 - 1.65\text{DT} + 1.46\text{DT}^2 \\ &\quad (0.496) \quad (0.463) \\ R^2 &= 0.09 \quad P(F) = 0.076 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSS} &= 20.7 + 10.7\text{DT} - 15.5\text{DT}^2 \\ &\quad (0.015) \quad (0.000) \\ R^2 &= 0.02 \quad P(F) = 0.000 \end{aligned}$$

DT1 Postrera

$$\begin{aligned} \text{COT} &= 1184.9 + 330.9\text{DT1} - 34.7\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.569) \quad (0.325) \\ R^2 &= 0.198 \quad P(F) = 0.011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RFP} &= 1517.01 + 107\text{DT1} - 71.6\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.116) \quad (0.031) \\ R^2 &= 0.12 \quad P(F) = 0.024 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEN} &= 1461.3 + 855.5\text{DT1} - 608.27\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.329) \quad (0.064) \\ R^2 &= 0.17 \quad P(F) = 0.006 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YF} &= 1002.78 + 317.22\text{DT1} - 212.57\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.211) \quad (0.085) \\ R^2 &= 0.08 \quad P(F) = 0.17 \end{aligned}$$

## Anexo 7. Continuada.

$$\begin{aligned} \text{NVP} &= 156.46 + 85.23\text{DT1} - 52.7\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.206) \quad (0.107) \\ R^2 &= 0.06 \quad P(F) = 0.173 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSV} &= 84.36 - 4.31\text{DT1} + 1.21\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.707) \quad (0.828) \\ R^2 &= 0.07 \quad P(F) = 0.829 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSS} &= 21.08 + 34.8\text{DT1} - 28.8\text{DT1}^2 \\ &\quad (0.429) \quad (0.511) \\ R^2 &= 0.14 \quad P(F) = 0.000 \end{aligned}$$

DT2 Postrera

$$\begin{aligned} \text{RFP} &= 1655.9 + 3977\text{DT2} - 4991.7\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.035) \quad (0.014) \\ R^2 &= 0.16 \quad P(F) = 0.008 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PEB} &= 677.82 + 817.9\text{DT2} - 1222.9\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.308) \quad (0.155) \\ R^2 &= 0.12 \quad P(F) = 0.038 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PEN} &= 566.19 - 140.4\text{DT2} - 110.48\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.847) \quad (0.887) \\ R^2 &= 0.07 \quad P(F) = 0.146 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEN} &= 1490.5 + 3319.3\text{DT2} - 4764.5\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.065) \quad (0.014) \\ R^2 &= 0.12 \quad P(F) = 0.080 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{YF} &= 1071.99 + 996.5\text{DT2} - 1368.8\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.150) \quad (0.065) \\ R^2 &= 0.14 \quad P(F) = 0.016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NVP} &= 171.53 + 283.2\text{DT2} - 350.5\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.132) \quad (0.081) \\ R^2 &= 0.08 \quad P(F) = 0.089 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NSV} &= 79.13 + 40.61\text{DT2} - 37.28\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.201) \quad (0.271) \\ R^2 &= 0.04 \quad P(F) = 0.282 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSS} &= 21.67 + 227.12\text{DT2} - 291.9\text{DT2}^2 \\ &\quad (0.536) \quad (0.483) \\ R^2 &= 0.19 \quad P(F) = 0.853 \end{aligned}$$