

ANALISIS AGROECONOMICO DE LOS SISTEMAS DE CAÑA
DE AZUCAR EN EL INGENIO AZUCARERO VALDEZ
(ECUADOR)

POR

Manuel Guillermo Zuñiga Vera

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS:	4377
FECHA:	29/10/92
ENCARGADO:	<i>JW</i>

• El Zamorano, Honduras
Abril, 1991

RECIBIDA EN
EL INGENIO AZUCARERO VALDEZ
EL 29/10/92
ENCARGADO: *JW*

ANALISIS AGROECONOMICO DE LOS SISTEMAS DE
CAÑA DE AZUCAR EN EL INGENIO AZUCARERO
VALDEZ (ECUADOR).

p o r:

MANUEL GUILLERMO ZURIGA VERA

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 del autor.

MANUEL GUILLERMO ZURIGA VERA

El Zamorano, Honduras
Abril, 1991

DEDICATORIA

A Dios, por ayudarme a lo largo de esto cuatro años y por darme las fuerzas necesarias para seguir adelante aún en los momento mas difíciles.

A mis padres Manuel y Socorro, a mis hermanos Carlos y Andrés por todo el apoyo que me supieron dar.

A mi novia Zarody por su cariño y comprensión.

INDICE GENERAL

	<u>PAG</u>
Titulo	i
Derechos de Autor.	ii
Dedicatoria.	iii
Agradecimientos.	iv
Indice General	v
Indice de Cuadros.	x
Indice de Figuras.	xii
Indice de Anexos	xiii
Resumen.	xiv
Abstract	xv
I.- MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES.	1
II.- REVISION DE LITERATURA.	4
A. <u>Consideraciones Agronómicas.</u>	4
1.- Determinantes de la Necesidad Hídrica de la Caña.	4
a. <u>Influencia del Riego por Aspersión.</u>	5
b. <u>Relación del Riego con la Epoca de Corte.</u>	6
c. <u>Relación del Riego con la Variedad.</u>	7

2.- Determinantes de la Necesidad de Fertilización.	7
a. <u>Relación de la Fertilización con el Agua.</u>	8
3. Determinantes de la Necesidad de el Control de Malezas.	9
a. <u>Control Químico de las Malezas.</u>	9
b. <u>Influencia del Agua en el Control de Malezas.</u>	11
B. <u>Consideraciones Económicas.</u>	12
1. Aspectos Generales.	12
2. Algunos Conceptos Sobre Funciones de Producción.	15
3. Superficies de Respuesta	19
4. El Riesgo en Producciones Agrícolas.	21
III.- HIPOTESIS DE TRABAJO	22
IV.- OBJETIVOS.	23
A.- <u>Objetivo General.</u>	23
B.- <u>Objetivos Específicos</u>	23
V.- LIMITACIONES PROBABLES DEL ESTUDIO	24
VI.- METODOLOGIA.	26
A.- <u>Obtención de la Información</u>	26
B.- <u>Análisis de la Información</u>	29

1.- Análisis Estadístico.	30
a.- <u>Análisis Comparativo.</u>	31
b.- <u>Análisis de Relación</u>	32
2.- Análisis Económico.	34
a. <u>Basándose en Superficies de</u> <u>Respuesta.</u>	34
b. <u>Basándose en la Metodología del</u> <u>CIMMYT</u>	35
 VII.- RESULTADOS Y DISCUSION	 42
A.- <u>Análisis Estadístico</u>	42
1. Análisis Comparativo.	42
a.- <u>Resultados Generales del Análisis de</u> <u>Varianza</u>	42
b.- <u>Resultados Específicos del Análisis</u> <u>de Varianza</u>	42
c.- <u>Niveles de Campo Mejores de los</u> <u>Factores</u>	44
d.- <u>Interpretación de las</u> <u>Interacciones.</u>	48
2. Análisis de Relación.	49
B.- <u>Análisis Económico.</u>	54
1.- Decisión: Riego.	56
a.- <u>Basándose en Superficies de</u> <u>Respuesta.</u>	56

b.- <u>Basándose en la Metodología del CIMMYT.</u>	63
c.- <u>Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual</u>	67
2.- <u>Decisión: Nivel de Fertilización.</u>	69
a.- <u>Basándose en Superficies de Respuesta.</u>	69
b.- <u>Basándose en la Metodología del CIMMYT</u>	71
c.- <u>Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual</u>	71
3.- <u>Decisión: Control de Malezas</u>	71
a.- <u>Basándose en Superficies de Respuesta.</u>	71
b.- <u>Basándose en la Metodología del CIMMYT</u>	72
c.- <u>Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual</u>	77
4.- <u>Decisión, Global: Niveles de Inversión Totales</u>	80
 VIII.- <u>CONCLUSIONES</u>	 86
A.- <u>Conclusiones para las Variables no Manejables</u>	86
1. <u>Sobre la Edad de la Caña</u>	86
2. <u>Sobre la Retención de Humedad</u>	86
3. <u>Sobre la Variedad</u>	86
4. <u>Sobre la Época de Corte</u>	87

B.- <u>Conclusiones para las Variables Manejables</u> . . .	87
1. En el Riego.	87
2. Sobre la Fertilización.	88
3. Sobre el Control de Malezas	88
C.- <u>Conclusiones para los Niveles de Inversión</u> . . .	89
IX.- RECOMENDACIONES	90
X. BIBLIOGRAFIA	93

INDICE DE CUADROS

	<u>pag</u>
Cuadro 1. Análisis de Varianza para las Variables de Costo Total, Beneficio Neto y Rendimiento de Azúcar	43
Cuadro 2. Mejores Niveles de los Factores Analizados en el ANOVA, tomando como Criterio el mejor Rendimiento y Beneficio.	45
Cuadro 3. Resultados de Análisis de Regresión para Respuestas en Costo Total, Beneficio Neto y Rendimiento de Azúcar en todas las Variedades.	50
Cuadro 4. Resultados de Análisis de Regresión para Respuestas en Costo Total, Beneficio Neto y Rendimiento de azúcar en la Variedad Ragnar.	51
Cuadro 5. Resultados de Análisis de Regresión para Respuestas en Costo Total, Beneficio Neto y Rendimiento de Azúcar en la Variedad Azul.	52
Cuadro 6. Valores de las Variables Manejables para el Máximo Rendimiento de Azúcar y el Máximo Beneficio	53
Cuadro 7. Efecto de las Variables Independientes sobre el Rendimiento, en todas las Variedades.	57
Cuadro 8. Efecto de las Variables Independientes sobre el Beneficio, en todas las Variedades.	60
Cuadro 9. Análisis de Dominancia para los Diferentes Niveles de Riego	64
Cuadro 10. Calculo de las Medidas Económicas en las Diferentes Alternativas de Riego.	65
Cuadro 11. Peores Casos (25%) en Niveles de Riego.	65
Cuadro 12. Rendimientos Criticos y Probabilidades de Ocurrencia de las siguientes Variables Manejables y de los diferentes Niveles de Inversión.	67
Cuadro 13. Análisis de Sensibilidad de la Recomendación Económica, con Relación a cambios en el Costo del Riego y en el Precio del Azúcar.	68

Cuadro 14.	Medidas Estadísticas para las Respuestas y Variables Análizadas	69
Cuadro 15.	Análisis de Dominancia para las Diferentes Alternativas en la Aplicación de Fertilizante.	71
Cuadro 16.	Análisis de Dominancia para las Alternativas de Control Manual de Malezas.	73
Cuadro 17.	Medidas Económicas de las Alternativas de Control Manual de Malezas.	73
Cuadro 18.	Análisis de Dominancia para las Alternativas de Control Químico de Malezas.	74
Cuadro 19.	Medidas Económicas de las Alternativas de Control Químico de Malezas.	74
Cuadro 20.	Calculo de las Medidas Económicas en las Diferentes Alternativas de uso de Jornales para el Control de Malezas tomando el 25% de los Peores Resultados . .	75
Cuadro 21.	Peores Casos (25%) en Niveles de Control Químico . .	75
Cuadro 22.	Análisis de Sensibilidad de la Recomendación Económica, con Relación a Cambios en el Control Manual de Malezas y en el Precio del Azúcar.	76
Cuadro 23.	Análisis de Sensibilidad de la Recomendación Económica, con Relación a Cambios en el Control Químico de Malezas y en el Precio del Azúcar.	79
Cuadro 24.	Definición de Alternativas de Inversión en Situaciones Normales con sus Respective Niveles Económicos Dominantes y Características Técnicas de cada una	82
Cuadro 25.	Medidas Económicas Comparativas para los Niveles de Inversión Globales.	83
Cuadro 26.	Definición de Alternativas de Inversión en los Peores Casos con sus Respective Niveles Económicos Dominantes y sus Características Técnicas para cada Nivel. .	85

INDICE DE FIGURAS

	<u>pag</u>
Figura 1. Efecto del Riego y del Costo de Fertilización. . . .	58
Figura 2. Efecto del Costo del Control de Malezas en el Rendimiento.	59
Figura 3. Efecto del Costo del Control de Malezas en el Beneficio	61
Figura 4. Efecto del Riego y de la Fecha de Corte en el Beneficio	62
Figura 5. Efecto del Costo de Fertilización en el Beneficio. .	63
Figura 6. Análisis de Dominancia	84

INDICE DE ANEXOS

	<u>pag</u>
Anexo 1. Variables Fijas y Manejables, y Resultados por Cantero.	97
Anexo 2. Cantero Eliminados por Excepcionales.	112

RESUMEN

El Ingenio Azucarero Valdez necesita criterios de decisión económicos que tomen en cuenta los resultados y datos de campo de cada uno de los sistemas de producción utilizados. Hasta el momento, se duda del efecto que la edad, variedad, época de corte, retención de humedad, riego, fertilización y control de malezas tienen sobre rendimientos, costos y beneficios.

Se efectuaron análisis para comparar niveles dentro de cada variable, y para relacionar unas variables con otras, en total se trabajó con 3,250 datos distribuidos en 13 variables. En el análisis económico se seleccionaron los mejores niveles de campo utilizando la metodología del CYMNIT, y se determinaron niveles óptimos de cada factor basándose en superficies de respuesta. También se seleccionó el mejor nivel de inversión, a manera análisis global.

A partir de estos análisis se encontró que la empresa puede mejorar a corto plazo: aumentando a 1,000 m³/ha el promedio de riego, gastando aproximadamente 36,000 sucres/ha en fertilización, y empleando entre 45,000 y 69,000 sucres/ha en costos de control de malezas distribuidos así: en control manual usando 16 jornales/ha y en control químico 4.5 ue/ha;

y globalmente invirtiendo \$20,000 sucres/ha en labores de campo.

Estos niveles se seleccionaron porque presentaron tanto óptimos beneficios como altas tasas de retorno marginal y aumentos porcentuales de beneficio considerables; y además porque en malas situaciones dan una buena protección al riesgo exigiendo aumentos de costos débiles.

Estos resultados se pueden mejorar ampliando las variables analizadas por ejemplo: definiendo un índice de productividad potencial de cada cantero a base de pH, contenido de materia orgánica, nutrientes básicos del suelo, y determinando el tipo de año con respecto a los niveles de pluviosidad usando un año lluvioso, uno seco y otro normal. Además de usar técnicas avanzadas de análisis multivariante tales como Cluster análisis, análisis Discriminante, análisis Factorial, análisis conjunto de Varianzas y Covarianzas de varias variables; así poder extraer mayores y más rigurosas conclusiones.

ABSTRACT

Valdez sugar mill needs economic decision criteria that use the results and field data of each production system. Until this moment there is doubt about the effect that the age, variety, harvest season, humidity retention, irrigation, fertilization and weed control have on sugar production, costs and benefits.

Statistical analyses were performed in order to compare levels between each variable, and to relate more variables with others. This work was carried out analysing 3,250 data distributed among 13 variables. In the economic analysis the bests field and investment levels as global analysis were selected using the methodology recommended by CYMMIT and surface response.

With these data it was found that the company can improve in a short time: using an average irrigation of 1,000 m³/ha, spending approximately 36,000 sucres/ha in fertilization, and using between 45,000 and 65,000 sucres/ha in weed control, distributed in manual control, 16 days work/ha, in chemical control, 4.5 ue/ha; and 820,000 sucres/ha in field labor as global investment.

These levels were selected because of their maximum

returns, high marginal rates of return, considerable increments in their net benefits expressed as percentages and their protection against risk under adverse conditions, demanding small increments in their costs.

These results can be improved by including more variables, for example: the definition of a potential productivity rate of each plot using pH, soil organic matter and soil basic nutrients; also with the determination of the type of year related with precipitation levels, using a rainy year, a dry year, and a normal year. These conclusions can be improved using more advanced techniques based on multivariate analyses such as: Cluster analysis, Discriminant analysis, Factorial analysis, and analysis of Variance and Covariance groups of many variables.

I.- MARCO DE REFERENCIA Y ANTECEDENTES.

La Compañía Azucarera Valdez Sociedad Anónima tiene ubicadas sus plantaciones de caña de azúcar en el Ecuador, provincia del Guayas, Cantón Milagro. Las plantaciones de caña de azúcar tienen una extensión de 8.010 has. dividida en 4 zonas o predios rústicos, llamados:

<u>Predio Rústico</u>	<u>Número de Hectáreas</u>
María Teresa	2.388 has.
Ingenio Valdez	1.990 has.
Victoria	1.772 has.
Rafica	1.860 has.

La Compañía Azucarera Valdez tuvo unos costos agrícolas en el año de 1989 de 7.045 millones de sucres (Valdez 1989), casi el 75 por ciento de los costos totales del ingenio. La magnitud de estas cifras sugiere la conveniencia de que los sistemas de producción sean analizados con el fin de establecer futuros criterios de decisión para la realización de distintas operaciones en el ámbito agrícola de la Cia. Azucarera Valdez.

Para estudiar los sistemas de producción de caña de azúcar se propone identificar en cada cantero con dos tipos de características, unas que llamaremos variables o factores fijos y otras que denominaremos variables o factores

manejables :

a) Como variables no manejables o factores fijos (llamadas así para variedad y edad de la plantación por ser manejables a largo plazo) consideraremos: Variedad, edad de la plantación, época de corte y retención de humedad (Anexo 1).

b) Como variables manejables tomamos los tres factores productivos que pueden ser controlados a corto plazo por el manejo dentro del ciclo de cultivo, y cuyo uso se desea optimizar, son: Riego, fertilización y control de malezas. Aunque existen más variables en un sistema de producción se tomarán sólo estas porque son aquellas que la información disponible nos permite estudiar.

Se resumen las inquietudes que al respecto en los últimos años se han presentado en la dirección de campo de la Compañía.

Existen en la Compañía principalmente dos variedades¹:

<u>Variedad</u>	<u>Porcentaje del total del área sembrada</u>
Ragnar	60-70%
Azul	30-40%

Se desconoce el desempeño económico de cada variedad y sus ventajas diferenciales.

Las plantaciones con más de cinco cosechas merman significativamente (según registros de campo) su rendimiento y rentabilidad. La Compañía tiene aproximadamente el 20% del

¹ Comunicación personal del Ing. Carlos Julio Flores, Superintendente de Campo de la Compañía Valdez.

área sembrada con más de cinco cosechas, y se desconoce exactamente que tanto afecta esto a la rentabilidad de la producción.

La época de corte influye en el rendimiento de la caña¹, por lo que de acuerdo a la época de corte, la caña se clasifica en tres niveles:

<u>Nivel</u>	<u>Fecha de corte</u>
1ºtercio	15 de junio al 15 de agosto.
2ºtercio	16 de agosto al 15 de octubre.
3ºtercio	16 de octubre al 15 de diciembre.

La dirección de campo desconoce exactamente en que grado la época de corte influye en los retornos económicos del cultivo.

Siempre ha habido discrepancia en la compañía en cuanto a niveles óptimos de riego, fertilización y control de malezas.

¹ Comunicación personal del Ing. Ricondo Fernández, asesor técnico de la Cia. Valdez.

II.- REVISION DE LITERATURA.

A. Consideraciones Agronómicas.

1.- Determinantes de la Necesidad Hídrica de la Caña.

Un metro es la altura anual de lluvia que generalmente se suele admitir como mínimo, siempre que esas lluvias hayan sido bien repartidas. Por encima de tres metros y medio de agua es raro establecer con éxito un cultivo de caña.

La cantidad de agua determinada en una recolección de 100t de caña es, poco más o menos, de 85t, de las cuales 70t son agua pura y 15t de agua comportando mezclas para constituir los hidratos de carbono y la fibra. La cantidad de agua retenida por la planta, incluso teniendo en cuenta el agua de las hojas y de las raíces y las pérdidas, es muy pequeña en comparación con el agua absorbida por las raíces y expulsada a la atmósfera por los estomas de las hojas en el fenómeno de la transpiración.

En cultivos de regadío los riegos deberán complementar a las lluvias para satisfacer la exigencia de la ETP. (la evapotranspiración potencial o ETP es la cantidad teórica de agua capaz de ser arrojada en forma de vapor por evaporación y por transpiración de un cultivo completamente cubierto cuando el aprovisionamiento de agua está asegurado y el único factor que la limita es la energía).

Al comienzo de la vegetación la evapotranspiración de la caña de azúcar es del orden del 40 al 60% de la evaporación cubeta (referencia adoptada por la Organización Mundial de la Meteorología) , después aumenta hasta hacerse prácticamente igual a la evaporación-cubeta cuando la cubierta foliar ha quedado constituida y durante todo el período de crecimiento.

En el período de la maduración la administración de agua debe disminuir progresivamente hasta hacerse muy débil durante el mes que precede a la cosecha (Falconnier, 1975).

a. Influencia del Riego por Aspersión.

En general el riego por aspersión puede emplearse para los riegos complementarios y temporales (Falconnier, 1975).

Según Cushing, (1966) afirma que los beneficios del riego por aspersión son: productividad aumentada, reducción del costo de la mano de obra, incremento de los rendimientos mediante una utilización más eficiente del agua, conservación del abastecimiento de agua en zonas deficientes, y la posibilidad de poner más tierras bajo cultivo, además de en tiempo de sequía, aumentar considerablemente los rendimientos.

Según Leffingwell, (1963) no hay duda que el regadío aumenta el rendimiento en forma considerable. Por ejemplo, en Hawaii, las zonas regadas producen un promedio de 12 a 14 toneladas de azúcar por acre en cosechas de dos años. Las zonas sin regadío, utilizando prácticas análogas de campo, producen en promedio unas ocho toneladas de azúcar por acre.

b. Relación del Riego con la Época de Corte.

El volumen de transpiración varía considerablemente según las diferentes fases del ciclo de la caña.

La resistencia a la sequía, en una misma caña, varía según el periodo de desarrollo de la caña. De una forma general, las cañas jóvenes en el estadio herbáceo soportan mejor la sequía y reanudan el ciclo con mayor vigor cuando llegan las lluvias que las cañas que ya han formado la sustancia leñosa.

El coeficiente de germinación final y el vigor de las jóvenes plantas disminuyen rápidamente si el suelo carece de agua. En cultivos de regadío, el riego debe seguir tan pronto como sea posible a la colocación de las estacas.

Un vez establecida la plantación, las jóvenes cañas en el estadio herbáceo son relativamente poco exigentes. Después del ahijamiento, la formación de materia leñosa a la edad de 4-5 meses corresponde al periodo de gran crecimiento o "boom stage" durante el cual se constituye la materia de la recolección. En esta época esencial que debe coincidir con la estación cálida, el consumo de agua está en su punto culminante y toda deficiencia en este sentido repercute en el peso de las cañas en el momento de la cosecha.

La reducción de la alimentación hídrica de las cañas adultas favorece la acumulación de azúcar antes de la época prevista para la cosecha. Esto prueba que no existe en realidad el clima naturalmente "ideal" para el cultivo de la

caña de azúcar, porque en la misma época pueden coincidir cañas en el estadio de la maduración y cañas en el estadio del crecimiento cuyas necesidades de agua son diferentes (Falconnier, 1975).

c. Relación del Riego con la Variedad.

La resistencia a la sequía varía mucho según las variedades, siendo originadas tales diferencias más por la reducción de la evaporación de las hojas que por la facultad de absorción por las raíces.

De esta forma las variedades más cercana al tipo "Noble" (ejemplo la variedad Azul) de anchas hojas son, en su conjunto, menos resistentes a la sequía que las variedades de hojas estrechas cuya morfología y número de estomas son diferentes.

Ciertas variedades resistentes a la sequía pueden responder sólo de forma mediocre al riego, de la misma forma que otras variedades que responden bien al riego pueden ser mediocrementemente resistentes a la sequía.

2.- Determinantes de la Necesidad de Fertilización.

El nitrógeno, el fósforo y el potasio favorecen globalmente el aumento del desarrollo de cada planta (grosor de los tallos y de las hojas) sin modificar el número de cañas por unidad de superficie.

La caña de azúcar absorbe el nitrógeno preferentemente bajo forma amoniacal, y durante mucho tiempo el sulfato de

amoníaco ha sido el abono nitrogenado más utilizado. Consideraciones económicas le han hecho preferir, en ciertos casos, a otras diversas formas: urea, amoníaco en solución acuosa, anhídrido amoníaco inyectado en el suelo, clorhidrato de amoníaco, abono compuesto donde el nitrógeno se presenta bajo forma nítrica o amoniacal.

a. Relación de la Fertilización con el Agua.

La absorción de los abonos depende del agua: las raíces no absorben más que las soluciones. La parte superficial del suelo, de ordinario reseca, exige menos abonos que la parte profunda: el abono es generalmente mejor utilizado cuando se le deposita en el fondo del surco de la plantación. Pero ciertos abonos muy solubles pueden ser arrastrados fuera del alcance de las raíces: las dosis fraccionadas y superficiales serán utilizadas para la potasa en ciertos casos y frecuentemente para el nitrógeno.

El nitrógeno es el elemento que actúa de la forma más directa sobre la masa vegetal formada cuando está asegurado el aprovisionamiento de agua; constituye la base del abonado de la caña de azúcar.

Un exceso de nitrógeno y de agua producen un efecto depresivo sobre la calidad del jugo, obteniéndose una buena madurez mediante una alimentación decreciente de agua y de nitrógeno. Se ha constatado que las lluvias durante la recolección producen una disminución de la pureza y un aumento del contenido de nitrógeno en el jugo (Falconnier, 1975).

3. Determinantes de la Necesidad del Control de Malezas.

Según Cochrane, (1973) se estima que las malas hierbas originan una pérdida en rendimiento de más del 15%; equivalente a 158 millones de toneladas de caña de azúcar.

Uno de los enemigos más peligrosos de la caña de azúcar son las malas hierbas. Compiten con la caña en su necesidad de luz, agua y alimentos minerales y disminuyen el rendimiento en peso de la caña y a veces su porcentaje en azúcar. Entorpecen la ejecución de diversas operaciones culturales y concretamente de la recolección y pueden aumentar indirectamente el nivel de infestación de enfermedades y enemigos de la caña al servir de abrigo o plantas huésped de éstos.

Las condiciones favorables para la producción de caña son igualmente favorables para el crecimiento de las planta adventicias; la lucha contra las malas hierbas deberá por consiguiente ser más eficaz cuanto mayor sea el nivel de producción alcanzado (Falconnier, 1975).

a. Control Químico de las Malezas.

La protección de la caña debe ser asegurada, principalmente al principio de su ciclo vegetativo porque a partir del momento en que su vegetación cubre el campo, a eso de los cuatro meses, las plantas adventicias ya no son competitivas , salvo algunas lianas. En las jóvenes cañas plantadas, que no son más sensibles que los rebrotes jóvenes,

el período crítico para la aplicación de los herbicidas se sitúa entre el momento en que las raíces jóvenes empiezan a desarrollarse y aquel en que alcanzan profundidades que las resguardan parcialmente de la competencia y en que la planta ha adquirido ya una cierta resistencia.

La gama de herbicidas ofrecidos por la industria química aumenta sin cesar. La elección de los productos y de su fórmula deberá tener en cuenta los siguientes criterios: condiciones del terreno y del clima, naturaleza y edad de las plantas adventicias más abundantes, tolerancia varietal de la caña, métodos de cultivo.

No existe ningún producto que reúna todas las cualidades deseadas y frecuentemente se está obligado a utilizar mezclas o cocktails de herbicidas con características complementarias (Falconnier, 1975).

Entre los herbicidas comunmente utilizados están:

1.- Las fitohormonas(2,4 D), utilizadas en forma de sales sódicas y sobre todo de sales de aminas y de ester, absorbidas por las hojas se las emplea en preemergencia contra todas las plantas adventicias o en contacto en las plantas de hoja grande. Su permanencia es débil pero son baratas y de empleo fácil y sin peligro, se utilizan principalmente en climas muy secos (Colby, 1989).

2.- La Ametrina (Gesapax 80) este es un herbicida selectivo para el control de hojas anchas, es comunmente usado en

plantaciones de piña, banano, caña de azúcar y naranjas. Este herbicida es absorbido tanto por el follaje como por las raíces, penetrando rápidamente a la planta disminuyendo la posibilidad de lavarse con las lluvias o riego (Colby, 1989).

3.- La Atrazina (Gesaprin) este es un herbicida selectivo para el control de hojas anchas, actúa sobre las malezas inhibiéndoles el proceso de fotosíntesis, es absorbido por las raíces y follaje, es fácilmente lavado por las lluvias y riego (Colby, 1989).

b. Influencia del Agua en el Control de Malezas.

Según Sheng, (1972) uno de los factores importantes que influyen sobre los resultados del control de malezas por herbicidas es la lluvia. Distribuciones desiguales durante el año son un estorbo contra la extensión de programas de control químico de malezas. Cuando se siembra la caña nueva o cuando despuntan los retoños después de la zafra de la cosecha previa, el exceso o la insuficiencia de lluvia son desfavorables para la aplicación de herbicidas. A veces, una fuerte lluvia próximamente después de la aplicación lava los herbicidas de los campos antes de que los elementos activos hayan sido absorbidos por las tierras y, como resultado, el desarrollo de las malezas no se reprime.

B. Consideraciones Económicas.

1. Aspectos Generales.

El cambio tecnológico puede causar el reemplazo de insumos viejos por nuevos y esto a su vez afecta el proceso productivo. Algunos de los avances tecnológicos, como la utilización de fertilizantes químicos representan un insumo nuevo, y otras como el uso de variedades mejoradas representan una mejora de una práctica establecida, en este el resultado del cambio tecnológico sería un aumento en la producción, costo, ingreso y beneficio (Doll, 1978).

Según Chardón, (1962) se acepta generalmente que el volumen es una de las piedras angulares del éxito en las empresas industriales o agrícolas. Cuando decimos volumen no nos referimos solamente a producción grande, sino mas bien a una operación integrada en la cual las materias primas, el trabajo, la fuerza motriz, la maquinaria o equipos, la capacidad y los mercados, estén tan delicadamente bien balanceados, que el potencial máximo de los distintos factores pueda lograr el engranaje capaz de producir la tarea óptima económicamente. La mecánica sobre como funciona la llamada ley Break-Even-Point (D.E.F), (Alcanzar-el Punto-de Quiebre), es todavía desconocida para muchos cultivadores de caña de azúcar, quienes ciertamente podrían derivar ventajas de su conocimiento; especialmente aquellos cultivadores que producen bajo un sistema sin restricción en la producción. Cada finca

de caña de azúcar tiene un grupo de costos variables y un grupo de costos fijos. Los primeros incluyen jornales, fertilizantes, herbicidas, etc; mientras los últimos incluyen sueldos de empleados permanentes y de supervisión, rentas, impuestos, depreciación, intereses y otros. La determinación del B.E.P. es algo mas complicada porque los costos varían mucho, y los ingresos por tonelada de caña dependen del contenido de sacarosa de la caña y del precio del azúcar, el cual fluctúa mas que el de las mercancías comunes. Adicionalmente, hay ciertos gastos que son difíciles de clasificar y que pueden ser considerados directos bajo ciertas circunstancias e indirectos bajo otras. Sin embargo, los principios esenciales y el funcionamiento de la ley, permanecen igual; siendo de aplicación universal a todos los tipos de negocios. Resultará ahora fácil entender la importancia de las investigaciones científicas para ayudarnos a transformar las operaciones de una finca de caña de azúcar dada, desde un balance de cifras rojas a otro en cifras negras, mediante el sencillo recurso de aplicar la ley B.E.P. a trabajar con nosotros.

Según Aaron, (1973) es posible sensibilizar las decisiones en base a la información disponible a este proceso lo llama análisis de sensibilidad útil para gerentes y los encargados de producción en general.

Antes de adoptar el cultivo con riego, hay que comprobar si el aumento de producción que se puede conseguir cubre los

gastos que ocasiona. La rentabilidad debe estudiarse en cada caso particular en función del coste del riego en relación al precio de la caña, es decir, en definitiva en relación al precio del azúcar (Falconnier, 1975).

Por ejemplo la Kohala Sugar Co. (Hawaii, 1963) efectuó un estudio para desarrollar procedimientos y técnicas necesarias para tener una mejor conceptualización de los factores de rentabilidad del riego en la caña de azúcar contribuyendo así a dar mejores bases para las decisiones gerenciales. Para ello se desarrolló un método para el costo y la utilidad de varias alternativas justipreciadas usando ecuaciones de costo de operación. También se desarrolló un procedimiento para determinar las cantidades de agua de la hacienda para las diversas alternativas y proporcionar estimados de rendimientos y proyecciones de costo.

Como resultado de este estudio se determinó que cambios en los métodos de riego y en las prácticas de administración de aguas afectan los costos de casi todas las operaciones de la hacienda. La clave para poder evaluar con rapidez y con bastante exactitud los diversos métodos de aplicar el agua, yace en establecer ecuaciones de costo que reflejen tales cambios (Leffingwell, 1963).

Dillon, (1977) indica que uno de los aspectos más importantes que deben evaluarse cuando se trabaja con funciones de producción es el factor tiempo ya que no es un insumo fijo.

2. Algunos Conceptos Sobre Funciones de Producción.

Una función de producción, según Doll y Drazem (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 la teoría de la respuesta basada 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.

Bishop y Toussaint (1988), afirman que, en general, existen tres tipos de funciones de producción que se pueden observar cuando un insumo varía y las cantidades de los otros insumos permanecen fijas:

- a. Puede que la cantidad de producto se incremente en una misma cantidad por cada unidad adicional de insumo; en este caso se dice que hay rendimientos constantes.

b. Puede que una unidad adicional de insumo provoque un incremento mayor en el producto que la unidad anterior; en este caso se tienen rendimientos crecientes.

c. Puede que cada unidad adicional de insumo tenga un rendimiento menor en el producto; se dice que en este caso existen rendimientos decrecientes.

Según Doll y Drazem (1978), una función de producción se puede escribir como:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$$

en donde Y es el producto y X_1, \dots, X_N son los diferentes insumos que participan en la producción de Y.

Sebastián y Rodríguez Barrio (1978), afirman que de las funciones de producción se pueden derivar un conjunto de parámetros que son de mucha utilidad en el análisis económico. Estas son: 1) el producto medio, 2) el producto marginal y 3) el máximo técnico.

También Doll y Drazem (1978), afirman que utilizando el concepto de costos y precios de los productos se pueden encontrar: 1) el costo promedio, 2) el costo marginal y 3) el valor del producto medio y marginal.

Bishop y Toussaint (1988), definen el producto medio como la relación del producto total (PT) con la cantidad de insumo utilizado para producirlo y lo expresan como

$$PM = \frac{Y}{X}$$

donde Y es el producto total y X es la cantidad de insumo utilizado para producirlo.

Definen también el producto marginal como el aumento del producto total que resulta de añadir una unidad más de insumo y lo expresan como:

$$PMa = \frac{cY}{cX}$$

donde cY es el aumento en el producto total y cX es el aumento en el insumo.

Debido a que el producto marginal (PMa) mide una tasa de cambio, éste es positivo cuando el producto total crece. Si permaneciera constante el producto total al añadir una unidad adicional de insumo, el PMa sería cero. Además, si el producto total decrece al añadir una unidad adicional de insumo, el PMa sería negativo.

Afirma Dillon (1977), que debido a que el PMa expresa la tasa de cambio de la pendiente de la curva del producto total, se puede expresar matemáticamente como:

$$PMa = \frac{dY}{dX_1}$$

que se interpreta como la primera derivada parcial de la función de producción con respecto a la cantidad de insumos X_1 utilizada.

Sebastián y Rodríguez Barrio (1978), definen el máximo técnico como la máxima cantidad de producto que se obtiene con el plan de producción que anula las productividades marginales

de todos los factores variables.

Derivando parcialmente la función de producción e igualando a cero la primera derivada y sustituyendo el resultado en la función de producción original se puede obtener el máximo técnico:

$$\text{Máx. técnico} = \frac{d f(Y)}{d X_1} = 0$$

Sin embargo, sostiene Reiche Caal (1982), la máxima producción física obtenida de un experimento no es necesariamente la que rinda más en términos monetarios.

Según la FAO (1980), el máximo beneficio por unidad de área se obtiene cuando el beneficio económico del último incremento de la cantidad de insumos aplicados sea igual al costo añadido por la aplicación de esa cantidad.

3. Superficies de Respuesta

Dillon (1977), explica que cuando dos o más factores ejercen efectos combinados sobre la respuesta de un cultivo, la función de respuesta no puede ser representada por una sola curva. En este caso no se describe una curva de respuesta sino que una superficie de respuesta de naturaleza tridimensional y se plantea de la siguiente forma general:

$$Y = f(X_1, X_2)$$

donde Y es el producto y la función describe la relación entre los factores o insumos X_1 y X_2 , manteniéndose fijos los otros

factores.

Según Doll y Drazem (1978), la cantidad de producto Y depende de la cantidad de los insumos variables X_1 y X_2 y su interacción entre ellos mismos y con los otros factores fijos.

Según Dillon (1977), el criterio para la comparación de diferentes modelos para la obtención de la superficie de respuesta es una 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.

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.

4. El Riesgo en Producciones Agrícolas.

Mumford (1981) y Webster (1977), hacen notar que si el productor es adverso 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 la utilidad promedio de su medida de control sea lo 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.

Dillon, (1977) indica que de la misma manera que la influencia del tiempo complica el análisis de la eficiencia de respuestas, también influye el riesgo dada la incertidumbre de precios y rendimientos que prevalece en la producción de cultivos.

III.- HIPOTESIS DE TRABAJO

1. Si existieran diferencias significativas en los resultados productivos y económicos de campo según los niveles de las variables fijas: Variedad de caña, edad de la plantación, y época de corte; y según los niveles de las variables manejables: costo de control de malezas, costo de fertilización, riego, época de corte; y según las interacciones: variedad x riego, control de maleza x riego y riego x época de corte, entonces podrían derivarse recomendaciones sobre el nivel más productivo y más económico tanto de las variables manejables (para decisiones a corto plazo), como de las variables fijas (para decisiones a largo plazo).

2. Si existieran relaciones funcionales representativas ($R^2 > 25\%$) y significativas ($P \text{ de } F < 0.25$) entre los resultados productivos y económicos y los niveles de manejo en riego, fertilización y control de malezas, entonces podrían derivarse recomendaciones sobre el nivel más productivo y más económico para el conjunto de las variedades o específicamente para cada variedad.

IV.- OBJETIVOS.

A.- Objetivo General.

Establecer criterios para la toma de decisiones en aquellas operaciones de los sistemas de producción de caña sobre las que se cuenta con información de campo.

B.- Objetivos Específicos.

1.- Analizar técnica y económicamente las diferentes variables fijas y manejables, estableciendo la significación de sus diferencias.

2.- Determinar recomendaciones económicas sobre la selección de los mejores niveles tanto de las variables manejables como de las fijas.

3.- Establecer relaciones funcionales representativas ($R^2 > 25\%$) y significativas (P de $F_0 < 0.25$) entre los resultados productivos y económicos, y los niveles de manejo en: riego, costo de fertilización, costo de control de malezas, y según los niveles de las variables no manejables de edad, y retención de humedad.

4.- Determinar recomendaciones económicas para optimizar el nivel de utilización de las variables manejables en general para todas los canteros o diferenciadamente en cada variedad.

V.- LIMITACIONES PROBABLES DEL ESTUDIO.

Este estudio puede verse condicionado por las limitaciones siguientes:

A. La información técnica y económica utilizada proviene de registros de campo y de una contabilidad de costos no refinada, por lo que las deficiencias en cantidad y calidad de información se resolverá con estimaciones razonables.

B. Las recomendaciones económicas pretendidas están condicionadas por la significación tanto de las diferencias entre niveles de las variables fijas y manejables como de las relaciones funcionales.

C. El costo de amortización de la plantación es para los cinco años promedio de vida productiva, ante la imposibilidad de conocer por anticipado, en este momento, el número de años exactos que durará específicamente el cañal de cada cantero.

E. Para compactar las observaciones evitando dispersión, o para disminuir los términos de error, en cada variable considerada se eliminaron las clases con frecuencias insignificantes (12% dentro de las 257 observaciones totales: Anexo 2).

F. Posibles inconsistencias en los resultados de los análisis

pueden provenir de que en la gran cantidad de datos manejados (250 unidades de observación y 13 variables manejadas por unidad, en total de 3,250 valores) pueden haber quedado datos mal recogidos o mal procesados.

VI.- METODOLOGIA.

Para poder probar las hipótesis y lograr los objetivos planteados previamente, el estudio constó con dos etapas:

A.- Obtención de la Información.

B.- Análisis de la Información.

A.- Obtención de la Información.

El estudio se hizo con base en los registros de canteros del año 1989 de la oficina de campo de la Cía. Valdez. La unidad de observación para el estudio coincide con la unidad de producción y manejo a nivel de campo. Esta unidad de observación y producción denominada cantero, es una parcela de terreno entre 20 a 30 hectáreas de caña en producción. Los datos recopilados de cada cantero se registran de acuerdo al siguiente método.

1.- Método de Recolección de los Datos.

Existen encargados de recoger datos de los canteros llamados apuntadores y mayordomos de campo, los datos que recogen son:

-Número de riegos y horas de riego por cantero.

-El gasto en jornales por riego y por cantero.

-Número de sacadas de cauca (Panicum maximum), el número de rozas por cantero y cantidades de herbicidas usados en el

control químico de malezas.

-Gasto en jornales por sacada de cauca y roza de cantero.

-Cantidad de fertilizante aplicado por cantero.

-Gasto en jornales por aplicación de fertilizante por cantero.

-Labores que las máquinas realizan en la preparación del suelo y en la cosecha.

Los precios de los insumos, para calcular los gastos, se obtienen a partir de los precios promedio de inventario en bodega.

Estos datos son recopilados posteriormente en dos fuentes:

-Hojas de campo en donde se anota únicamente el tipo de labor efectuado en el cantero.

-Diario contable, en donde se anotan los gastos por jornales aplicados a cada labor.

Además, fue necesario estimar ciertos datos para cumplir los objetivos propuestos, básicamente de los gastos por labores por cantero. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

-Estimar el número de jornales empleados por labor y por cantero (aunque este datos lo registra el personal de la compañía se pierde al transferirlo en forma de registro de pagos en el que no se registra el cantero en el que se hizo el gasto).

2.- Datos que se Estimaron y Forma de Estimación.

Se estimaron los costos de mano de obra por labor y los costos de maquinaria.

Para la estimación de los costos de mano de obra, se tomó el número de horas hombre promedio empleadas para las labores de cada atributo y se multiplicó por la tarifa por hora de dicha labor.

Para la estimación del costo de maquinaria, se tomaron las horas de máquina usadas en promedio en las labores de campo, para estas máquinas se calculó un costo por hora máquina, con la depreciación, mantenimiento e insumos usados por estas máquinas. El costo por hora máquina se multiplicó por el número de horas máquinas empleadas en cada labor.

3.- Estandarización de Datos.

Debido a que en la aplicación de herbicida se usa una mezcla de 2,4-D, Gesaprin y Gesapax se estandarizó la unidad de medida en base a las recomendaciones promedios de dosis, según estos pasos:

a. Tomando las dosis promedios recomendadas por el Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America 1989, de tal forma que:

Para 2,4-D se recomienda 2.1 kg/ha y se usa 2.1 kg/ha en la mezcla de herbicida equivalente al 100% de la dosis recomendada.

Para Gesaprin se recomienda 3.36 kg/ha y se usa 2.8 kg/ha

en la mezcla de herbicida equivalente a un 83% de las dosis recomendada.

Para Gesapax se recomienda 6.72 kg/ha y se usa 2.8 kg/ha en la mezcla de herbicida equivalente a un 41.6% de la dosis recomendada.

b. Sumando los porcentajes obtenidos de la relación entre la dosis usada de herbicida y la recomienda, se tiene una aplicación de herbicida equivalente a un 225% de lo recomendado, y si consideramos cada unidad equivalente como un 100% entonces cada aplicación significa usar 2.25 unidades equivalentes de herbicida por hectarea (ue/ha) y dos aplicaciones equivalen a 4.5 ue/ha.

4.- Formación de Intervalos.

Debido a la complejidad del análisis estadístico y la falta de capacidad de memoria en la computadora fue necesario compactar el número de niveles que se usaron en el campo, para algunas variables, formando intervalos en: riego, costo de fertilización y costo de control de maleza.

B.- Análisis de la Información.

El análisis de la información constó de:

1.- Análisis Estadístico:

- a. Análisis Comparativo.
- b. Análisis de Relación.

2.- Análisis Económico.

- a. Basándose en Superficies de Respuesta.
- b. Basándose en la Metodología del CIMMYT.

1.- Análisis Estadístico.

Para efectuar este análisis se necesitó determinar para cada cantero las siguiente variables por hectárea, clasificadas en:

a.- Variables Técnico Productivas.

- 1) Variables del uso de Factores Productivos.
- 2) Variables de los Resultados Obtenidos.

b.- Variables Económicas.

- 1) Variables del uso de Factores Productivos.
- 2) Variables de los Resultados Obtenidos.

a.- Variables Técnico Productivas.

- 1) Variables del uso de Factores Productivos:

- 1. Para control manual de malezas: Jornales/ha (JM)
- 2. Para control químico de malezas: ue/ha (ue)
- 3. Para riego con volumen de agua en: m³/ha (MR)
- 4. Para fertilización de urea² en: kg/ha (FE)

² Se menciona solo la urea, el aportador de nitrógeno, por ser el fertilizante que varía de cantero a cantero a diferencia del potasio y fósforo que se aplican en cantidades fijas en todos los canteros.

2) Variables de los Resultados Obtenidos:

1. Rendimiento del cantero en: kg.azúcar/ha (RE)

b.- Variables Económicas.

1) Variables del uso de Factores Productivos:

1. Costo del factor fertilización. (CF)

2. Costo del factor control de malezas. (CM)

2) Variables de los Resultados Obtenidos:

1. Costo total. (CT)

1. Beneficio. (BE)

a.- Análisis Comparativo.

Las comparaciones sobre estas variables se hacen entre las siguientes clases:

<u>Fuentes de Variación (FV)</u>	<u>Clases en cada FV</u>	<u>GL</u>
<u>Principales:</u>		
- Variedad de caña (VA):	Ragnar, Azul.	1
- Edad del cantero (ED):	1-3, 4-6, 7-9 años.	2
- Época de corte (FC):	1º, 2º, 3º tercio.	2
- Costo de fertilización (CF):	21000, 27000, 31000, 36000, y 41000 sucres.	4

- Costo del control de maleza (CM):	10000-15000, 15000-20000, 20000-25000 , 25000-30000, 35000-40000 y mas de 45000 sucres.	6
- Riego (MR):	350, 700, 950, 1300, 1700 y 2000 m ² .	5
- Variedad x Riego (VA x MR):		3
- Costo de control de maleza x Riego (CMxMR):		20
- Riego x Fecha de corte (MR x FC):		9

Se utilizó el análisis de varianza para el conjunto de factores variables y sus interacciones, con el procedimiento llamado GLM del paquete estadístico SAS recomendado por Dunn para el caso de datos no ortogonales como es nuestro el caso. Simultaneamente se contrastaron los mejores niveles de cada factor con los promedios de lo que se está haciendo en la Compañía.

b.- Análisis de Relación.

El análisis de relación se hizo ajustando funciones de regresión múltiple a las posibles relaciones que se indican a continuación, tanto en general para todas las variedades como

diferenciadamente para cada variedad (según los resultados del análisis comparativo). Para esto se utilizó el método de eliminación regresiva en la selección de las variables que explicarían las variables respuesta, según Dunn este método consiste en comenzar con todas las variables independientes propuestas en la ecuación de regresión e ir sacando la variables menos útiles de una en una; la variable eliminada primero es la que tiene el peor valor de significación de F y así sucesivamente; se debe además especificar un máximo valor tolerado de significación de F para detener el proceso, en nuestro caso se fijó en $F = 0.25$. Este proceso de eliminación regresiva es recomendado por Kleinbaum en modelos polinomiales de regresión.

Las variables propuestas para integrar el modelo fueron:

Independiente: Y = Beneficio (BE), Rendimiento (RE) y Costo total (CT).

<u>Dependientes: X_i</u>	<u>X_i^2</u>	<u>Interacciones</u>
-Edad (ED)	ED ²	RH x MR
-Retención de humedad (RH)	RH ²	RH x CF
-Costo de control de malezas (CM)	CM ²	RH x HE
-Aplicación de herbicida (HE)	HE ²	CM x HE
-Riego (MR)	MR ²	MR x CF
-Costo de fertilización (CF)	CF ²	

2.- Análisis Económico.

Para cada tipo de decisión sobre las variables manejables: Riego, Fertilización y Control de Malezas se hicieron análisis basándose tanto en la optimización de la superficie de respuesta como en la metodología del CIMMYT.

a. Basándose en Superficies de Respuesta.

Los valores críticos para maximizar rendimiento y máximo beneficio se calcularon con el paquete de cálculo matemático "Eureka", obteniéndose el valor de las variables independientes y dependientes en cada máximo.

La maximización del beneficio se hizo para tres situaciones de capital: Capital de inversión promedio (764,256 sucres), capital de inversión incrementado en 25%, y disminución del capital de inversión entre 2% y 4% (que es lo máximo disminuible antes de que aparezcan beneficios negativos).

Para hallar la importancia relativa, al menos en el comportamiento lineal, de las variables independientes analizadas se estandarizaron los coeficientes de regresión así:

Coeficiente estandarizado =	Coeficiente de regresión	X	Desv.Est. de la var.ind. ----- Desv.Est. de la var.dep.
-----------------------------	--------------------------	---	---------------------------------------------------------------

$$(b_i' = b_i \times \frac{S_i}{S_y})$$

b. Basándose en la Metodología del CIMMYT.

El análisis marginal comparativo se hizo entre las distintas clases o niveles de las variables manejables y globalmente tomando como alternativas de selección los niveles de costo que dieron los mejores beneficios; los niveles de costo-beneficio se definieron como entornos en el perfil de la curva de costo-beneficio, ubicando en cada entorno a un conjunto de canteros encontrados dentro de un radio de 10,000 sucres en costo y 150,000 sucres en beneficio (Cuadro 21 y Figura 6).

La metodología desarrollada por el CIMMYT, tiene como propósito determinar la alternativa más recomendable usando como criterio la tasa de retorno proporcionada por el aumento de los costos que se requiere para obtener un determinado incremento de los beneficios netos.

Esta metodología consta de las siguientes etapas:

- 1) Análisis de Dominancia.
- 2) Cálculo de las Medidas Económicas.
- 3) Evaluación de las Medidas Económicas.
- 4) Análisis del Riesgo.

1) Análisis de Dominancia.

Se seleccionaron las alternativas dominantes de entre los niveles de cada una de las variables, ordenándolos de mayor a menor beneficio y se descartaron las alternativas que tienen

igual o mayor costo que la alternativa inmediatamente anterior.

2) Cálculo de las Medidas Económicas.

El cálculo de las medidas económicas se hizo con sólo las alternativas dominantes, sucesivamente para cada nivel; calculándose entre cada dos niveles o alternativas:

- a) Incremento en beneficio neto (ABE).
- b) Incremento en costos (ACT).
- c) Incremento porcentual del beneficio neto (A%BE):

$$A\%BE = \frac{\text{Incremento del beneficio neto}}{\text{Beneficio del nivel anterior}} * 100$$

- d) Incremento porcentual de los costos (A%CT):

$$A\%CT = \frac{\text{Incremento de los costos}}{\text{Costo del nivel anterior}} * 100$$

- e) Tasa de retorno marginal (TRM%).

$$TRM\% = \frac{\text{Incremento del beneficio neto}}{\text{Incremento de los costos}} * 100$$

3) Evaluación de la Medidas Económicas.

Para derivar recomendaciones valaderas en la selección de una determinada alternativa a partir de la evaluación de las medidas económicas se siguieron los siguientes pasos:

- a. Las medidas económicas de incremento porcentual de

beneficio, incremento porcentual de costos y, principalmente, la tasa de retorno marginal se compararon entre las diferentes alternativas dominantes; buscando la alternativa que presentó las medidas económicas mas favorables para cada atributo.

b. Se estableció la tasa de retorno marginal porcentual mínima aceptable en 80%, y se considero como suficiente un 30% para el aumento porcentual del beneficio y 10% como de dudosa motivación al cambio. Para establecer estas tasas límites se tomaron los criterios que propone el CYMMIT, además de los consideraciones apuntadas por la directiva de la Compañía.

4) Análisis del Riesgo.

Aunque de una forma global, el riesgo se ha tenido en cuenta a través de la "Prima General de Riesgo", dentro de la tasa de retorno mínima aceptable, se pretendió encontrar de una forma mas específica que alternativas presentarían comparativamente menos riesgo a los retornos económicos en las situaciones mas difíciles. El análisis de riesgo se hizo por separado para cada fuente de variabilidad de los beneficios que son:

a) Variabilidad en los Rendimientos.

b) Variabilidad en los Precios de los Factores y del Producto.

a) Variabilidad en los Rendimientos

1. Análisis de Retornos Mínimos.

Se siguió los siguientes pasos para analizar el riesgo

debido a la variabilidad de los rendimientos:

Para cada alternativa (dominante o dominada) se seleccionan el 25% de los peores rendimientos, obteniendo así un promedio para los peores casos.

-Cálculo de los nuevos valores que tendrían los beneficios brutos y netos con esos rendimientos inferiores.

-Contrastación de la posición ocupada por la alternativa recomendable en el "Análisis económico" en cuanto al beneficio neto en los peores casos.

2. Cálculo de 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 80%,
- 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:

$$\text{Aumento YF mínimo} = \frac{\text{Aumento CT}}{P_y} \times (1 + \text{TRM min.})$$

Aumento CT : Aumento en el total de costos totales.

P_y : Precio del azúcar.

TRM min : tasa de retorno marginal mínimo requerido expresada en fracción decimal.

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 totales, utilizando la fórmula:

$$\text{Aumento YF mínimo} = \frac{\text{Aumento CT}}{P_y}$$

Por último, se calculó la probabilidad de que la alternativa seleccionada pudiera alcanzar el rendimiento de la alternativa actual, por el Teorema de Tchevichev siempre que la K^2 sea mayor que uno de lo contrario se calculó por la distribución normal.

b) Variabilidad de los Precios de los Factores y del Producto.

Los beneficios esperados pueden también cambiar, de forma

¹ K se obtiene despejando la fórmula para el cálculo de probabilidades de $P(X \text{ Promedio} - KS \leq X \leq X \text{ Promedio} + KS) \geq (1 - 1/k^2)$.

menos previsible, debido a cambios tanto en el precio de los factores como en el precio del producto. Se enfocó este análisis para determinar que tan sensibles son los resultados promedios normales esperados a variaciones en los precios. El análisis de sensibilidad se hizo para:

1. Sensibilidad al Cambio del Precio de los Factores
 2. Sensibilidad al Cambio del Precio de los Productos
1. Sensibilidad al Cambio del Precio de los Factores.

Se calculó cuanto tendría que subir el precio del factor seleccionado para que consuma el aumento de los beneficios que nos da la alternativa económicamente recomendable y deje así de serlo; o cuánto tendría que bajar el precio del factor para que otra alternativa superior, con baja tasa de retorno marginal, pase ya a ser recomendable para este nuevo cambio de situación. Para calcular el aumento del precio del factor analizado que anula los beneficios de la alternativa recomendable, se usó la siguiente fórmula (Avedillo):

$$P_f = \frac{\text{Dif.BB} - [\text{Dif.Co} \times (1 + \text{TRM mín})]}{\text{Dif.F} (1 + \text{TRM mín})}$$

P_f : Precio límite del factor que se quiere conocer.

Dif.BB : Diferencia entre los Beneficios Brutos de las alternativas comparadas.

Dif.Co : Diferencia entre los Costos diferenciales de los

"otros factores" distintos del factor F sensibilizado.

Dif. F : Diferencia en el uso del factor F, en unidades físicas, entre las alternativas comparadas.

2. Sensibilidad al Cambio del Precio de los Productos.

Se calcula el precio crítico abajo del cual ya no se alcanzaría la TRM% mínima requerida, y ya no se mantendría la alternativa recomendada. También se buscó el precio crítico que hace que la alternativa superior a la recomendada alcance la TRM% mínima convirtiéndose así en recomendable económicamente. La fórmula utilizada es (Avedillo):

$$P_y = \frac{(1 + TRM \text{ min}) \times Dif.C}{Dif.Y}$$

P_y : Precio del azúcar.

Dif.C : Diferencia en los costos diferenciales de las alternativas comparadas.

Dif.Y : Diferencia en el rendimiento.

c.- Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual.

Se contrastaron los mejores niveles de cada factor con los promedios de lo que se está haciendo en la Compañía.

VII.- RESULTADOS Y DISCUSION

A.- Análisis Estadístico.

1. Analisis Comparativo.

a.- Resultados Generales del Análisis de Varianza.

Los resultados obtenidos de los análisis de varianza aparecen en el Cuadro 1, donde tomando como nivel de significación $P(F) < 0.25$, notamos que casi todas las comparaciones planteadas presentan diferencias significativa, con excepción de los siguientes casos:

En el costo total, la variedad, la edad y la interacción entre riego y fecha de corte no presentan diferencia significativa. La consistencia del efecto del riego en el rendimiento y beneficio, no está por encima del efecto del riego interactuando con la variedad, con el costo de control de malezas y con la fecha de corte más el error.

b.- Resultados Específicos del Análisis de Varianza.

Más detalladamente, la variedad, el costo de control de malezas, el costo de fertilización, la fecha de corte, y la interacción riego por fecha de corte provocan efectos diferenciales en el beneficio con un alto nivel de significación ($P < 0.01$); también tienen efecto en el beneficio, pero a nivel más moderado ($P < 0.1$) la edad y la

Cuadro 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES DE COSTO TOTAL, BENEFICIO NETO Y RENDIMIENTO DE AZUCAR.

FUENTE DE VARIACION	VARIABLES DEPENDIENTE			CUADRADO MEDIO UTILIZADO EN LA PRUEBA F
	COSTO TOTAL Pr > F	BENEFICIO NETO Pr > F	REND. DE AZUCAR Pr > F	
VARIEDAD (VA)	0,6330	0,0001	0,0001	ERROR
EDAD (ED)	0,8788	0,0332	0,0339	
COSTO CONT. DE MALEZAS (CM)	0,0001	0,0001	0,0001	
COSTO DE FERTILIZACION (CF)	0,0001	0,0008	0,0004	
METROS CUBICOS DE RIEGO (MR)	0,0001	0,1668	0,2296	
EPOCA DE CORTE (FC)	0,0061	0,0018	0,0018	
VA+MR	0,0012	0,0872	0,0761	
CM+MR	0,0001	0,1438	0,1668	
MR+FC	0,2986	0,0067	0,0071	
VA/(VA+MR + E)		0,0130	0,0146	
CM/(CM+MR + E)		0,0552	0,0468	MANCOMUNADOS
MR/(VA+MR+CM+MR+MR+FC+E)		0,9542	0,9658	DE INTERACCIONES
FC/(MR+FC + E)		0,1674	0,1603	Y ERROR
C.V	0,4122	99,85	25,3399	
MEDIA	787301	266196,11	8408,69	

NOTA: Sólo se consideran como significativas aquellas que presentan una P(f) < 0,25.

El cuadrado medio de cada fuente de variación se probó siempre contra el CM del error, y también contra el Cuadrado Medio mancomunado de sus interacciones más el error; tales Cuadrados Medios Mancomunados se indican al final reunidos entre paréntesis (el símbolo / debe leerse "contra").

interacción variedad por riego; finalmente el efecto más débil ($P < 0.25$) en el beneficio lo dan el riego y la interacción riego por costo de fertilización. En rendimientos la variedad, el costo de control de maleza, el costo de fertilización, la fecha de corte, y la interacción riego por fecha de corte producen una diferencia muy significativa ($P < 0.1$); la edad y la interacción variedad por riego una diferencia más moderada ($P < 0.1$) y el riego una diferencia poco significativa ($P < 0.25$).

c.- Niveles de Campo Mejores de los Factores.

Los mejores resultados en cuanto a rendimiento y beneficio de los factores analizados se presentan en el Cuadro 2. En rendimiento, la mejor variedad fue Ragnar con 9,125 kg/ha en promedio, lo que equivale a un 30% más que la variedad Azul y con un beneficio de 354,039 sucres equivalente a un 255% más que la variedad Azul.

Los canteros con edades comprendidas entre uno y tres años presentaron un rendimiento promedio de 9,195 kg/ha superior en un 15% al rendimiento promedio de los canteros entre cuatro y seis años que fue el grupo inmediato inferior en nivel de rendimientos. Estos canteros con edades entre uno y tres años también presentaron un beneficio superior de 359,957 sucres equivalente a un 61% extra sobre los beneficios promedios presentados por los canteros entre cuatro y seis años.

Invertir aproximadamente 45,000 sucres en control de

Cuadro 2. MEJORES NIVELES DE LOS FACTORES ANALIZADOS EN EL ANOVA TOMANDO COMO CRITERIO EL MEJOR RENDIMIENTO Y BENEFICIO.

FACTOR	MEJOR NIVEL	RENDIMIENTO (kg/ha)	BENEFICIO sucres/ha
VARIEDAD (VA)	RAGNAR	9,125.00	354,039.00
EDAD	1-3 años	9,195.00	359,957.00
COST.CONT.MALZ.(CH)	45,000 sucres	13,255.00	840,736.00
COST.FERT.	36,000 sucres	9,493.00	398,152.00
RIEGO (MR)	2,000 met.cub	10,004.00	436,385.00
FECHA DE CORTE (FC)	Seg.tercio de cosecha	9,035.00	344,891.00
CHMR	45000(CH) Y 2000(MR)	13,244.00	838,992.00
VAINR			
RAGNAR	2000 met.cub	10,004.00	436,385.00
ATUL	1700 met.cub	10,114.00	461,816.00
FCMR			
PRIMER TERCIO	2000 met.cub	13,367.00	858,861.00
SEG. TERCIO	950 met.cub	12,323.00	743,030.00
TERCER TERCIO	700 met.cub	8,122.00	232,724.00

malezas dió un rendimiento promedio de 13,255 kg/ha de azúcar equivalente a un 30% extra que invirtiendo entre 40,000 y 45,000 sucres, que es la alternativa inmediata inferior en nivel de producción de azúcar.

La inversión de 45,000 sucres en control de maleza dió también un beneficio de 840,736 sucres, equivalente a un aumento en los beneficios de 77% con relación al beneficio obtenido del gasto promedio entre 40,000 y 45,000 sucres para controlar malezas.

Al invertir 36,000 sucres en fertilización se obtuvo un rendimiento promedio de 9,493 kg/ha de azúcar equivalente a un 3% más que el rendimiento promedio obtenido de invertir 41,000 sucres en fertilización, que es la alternativa inmediata inferior en nivel de producción de azúcar.

La inversión de 36,000 sucres en fertilización rindió un beneficio de 398,152 sucres equivalente a un aumento en los beneficios de 12.5% con relación al beneficio obtenido del gasto promedio de 41,000 sucres en fertilización.

Se notó que al aplicar 2,000 m³ de riego se lograba un rendimiento promedio de 10,004 kg/ha de azúcar equivalente a un 16% extra sobre el rendimiento promedio obtenido por aplicar 1,700 m³/ha de riego, que es la alternativa inmediata inferior en nivel de producción de azúcar. Además, 2,000 m³/ha de riego dan el mayor beneficio de 436,385 sucres/ha equivalente a un aumento en los beneficios de 58% en relación al beneficio obtenido al regar 1,700 m³/ha de agua.

En cuanto a la época de corte, cortar en el segundo tercio de la época de cosecha dio un rendimiento promedio de 9,035 kg/ha de azúcar equivalente a un 3% sobre el rendimiento promedio obtenido por cortar en el primer tercio de la época de cosecha, que es la alternativa inmediata inferior en nivel de producción de azúcar. Este mejor nivel de época de corte dió además un beneficio de 344,891 sucres/ha que es 10% superior al beneficio obtenido al cortar la caña en el primer tercio de la época de corte.

d.- Interpretación de las Interacciones.

En la interacción variedad por riego el mejor resultado se observó al combinar la variedad Azul con 1,700 m³/ha de agua dando un rendimiento promedio de 10,114 kg/ha de azúcar y un beneficio de 461,816 sucres/ha. La variedad Ragnar dió los mejores rendimientos al aplicar 2000 m³/ha de agua y un beneficio de 436,385 sucres/ha.

En la interacción costo de control de maleza por riego los mejores resultados se obtuvieron al combinar una inversión de 45,000 sucres/ha en control de malezas con 2,000 m³, esta combinación produjo 13,224 kg/ha de azúcar con un beneficio de 838,992 sucres.

En la interacción época de corte por riego el mejor resultado se observó al combinar el corte en el primer tercio con 1,700 m³ dando un rendimiento promedio de 13,367 kg/ha de azúcar y un beneficio de 858,861 sucres/ha. Para las otras épocas de corte, cortar en el segundo tercio de la época de

cosecha los mejores resultados se obtenían al aplicar 950 m³/ha de agua dando 12,323 kg/ha de rendimiento y 743,030 sucres/ha de beneficio; cortar en el tercer tercio de la época de cosecha los mejores resultados se obtenían al aplicar 700 m³/ha produciendo 8,122 kg/ha de azúcar y 232,724 sucres/ha de beneficio.

Las diferencias en el comportamiento de las variedades son independientes de los niveles de riego porque predominan sobre los cambios que el riego produce interactuando con la variedad, es decir que la variedad Ragnar ha sido consistentemente la mejor para todos los niveles de riego; tanto en rendimiento como en beneficio ($P < 0.02$).

Las variaciones en el costo de control de malezas son independientes de los niveles de riego porque predominan sobre los cambios que el riego produce interactuando con el costo de control de malezas, invertir 45,000 sucres/ha en costo de control de malezas ha sido consistentemente mejor para todos los niveles de riego; tanto en rendimiento como en beneficio ($P < 0.06$).

Las diferencias entre las fechas de corte son independientes de los niveles de riego porque predominan sobre los cambios que el riego produce interactuando con la fecha de corte, cortar en el segundo tercio de la época de cosecha ha sido consistentemente mejor para todos los niveles de riego; tanto en rendimiento como en beneficio ($P < 0.17$).

Al analizar el efecto del factor riego por sobre las

interacciones en las cuales actúa, se observó que no era significativo por presentar un nivel de significación mayor a 95 en 100, es decir que no se puede generalizar que aplicar 2,000 m³/ha de agua es lo mejor para cualquier variedad, nivel de control de maleza, o época de corte combinadas que son los factores con los que interactúa el riego.

2. Analisis de Relación.

Se trabajó con un modelo de regresión múltiple sin diferenciar variedades, referencia en el (Cuadro 3) y diferenciándolas (Cuadros 4 y 5). Se incluyeron como variables explicativas aquellas que presentaron una $P(f) < 0.25$. En el modelo de regresión múltiple para el conjunto de las variedades se encontraron los siguientes resultados:

En el Costo Total influyeron significativamente los efectos lineales de las variables: Costo de Control de Maleza, Riego, Costo de Fertilización y la interacción entre Riego y Costo de Fertilización; que en conjunto explican el 94 % de las variaciones en el Costo Total.

En el Beneficio neto influyeron la Edad, la Retención de Humedad (efecto lineal y cuadrático), el Costo del Control de Malezas con (efecto cuadrático), el Riego, el Costo de Fertilización (efecto lineal y cuadrático), y las interacciones: Riego x Fecha de corte y Riego x Retención de Humedad; todas estas variables en conjunto explican el 36% de las variaciones en el Beneficio.

Tabla 3. RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION PARA RESPUESTAS EN COSTO TOTAL, BENEFICIO NETO Y RENDIMIENTO DE AZUCAR EN TODAS LAS VARIEDADES.

VAR. DEPEND.	COSTO TOTAL			BENEFICIO NETO			RENDIMIENTO		
	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR	Pr > F	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR	Pr > F	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR	Pr > F
INTERCEPTO	706484.536	3312.4137	0.0001	-5558347.1700941.	1700941.	0.0015	-39055.1	13616.4	0.0045
EDAD				-65289.34	12918.75	0.0001	-1045.35	464.66	0.0255
ED*ED							56.161	48.3894	0.2471
RETENCION DE HUMEDAD				91299441.	15986539	0.0515	261665.6	128490.9	0.0429
HR*RH				-62118856	40921008	0.1505	-523007.	328539.9	0.1129
COST. DE CONT. MALEZAS (CM)	1.1357	0.0380823	0.0001						
CM*CM				0.0002	0.00006	0.0011	0.000002	0.000000	0.0001
METROS CUBICOS DE RIEGO (MR)	33.9626	5.9665	0.0001	1121.5	502.535	0.0267	12.06	4.5784	0.0091
MR*MR									
MR*FC				-107.9	32.134	0.0009	-0.83503	0.2647	0.0018
COSTO DE FERTILIZACION (CF)	1.2038	0.0998	0.0001	127.978	42.0236	0.0026	0.97985	0.338	0.0041
CF*CF				-0.001753	0.00065	0.0075	-0.00001	0.000005	0.0238
MR*CF	-0.00055	0.00011	0.0001				-0.00003	0.000072	0.2060
MR*RH				-5054.148	2509.898	0.0453	-41.9867	20.1688	0.0386
EFICIENTE DE DETERMINACION (RCD)	0.9586			0.9593			0.9869		
Pr > F del RCD	0.0001			0.0001			0.0001		

Nota: Solo se incluyen las variables explicativas que son significativas a la de Pr < 0.25

Quadro 4. RESULTADOS DE ANALISIS DE REGRESION PARA RESPUESTAS EN COSTO TOTAL, BENEFICIO NETO Y RENDIMIENTO DE AZUCAR EN LA VARIEDAD RAGNAR.

VAR. DEPEND.	COSTO TOTAL			BENEFICIO NETO			RENDIMIENTO		
	VARIABLES INDEPENDIENTES	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR Pr > F	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR Pr > F	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR Pr > F		
INTERCEPTO	728444.299	2794.111	0.0001	-6625324. 2419616.	0.0070	-46735.2	19332.96	0.0169	
EDAD (EID)	1264.57503	971.9021	0.1951						
ED*ED	-135.17478	103.46549	0.1935	-7100.285	1529.185	0.0001	-56.6254	12.21033	0.0001
RETENCION DE MONEDAD (RAD)				47652360.	21140742	0.0250	301979.1	168916.5	0.0253
RH*RH				-1.14E+08	52773927	0.0320	-912391.	421668.6	0.0321
COSTO EN CONT.MALEZ.(CM)	1.12497	0.0439699	0.0001						
CM*CM				0.0001979	0.000070	0.0055	0.000001	0.000000	0.0023
METROS CUBICOS DE RIEGO(CMR)	22.308466	4.82956019	0.0001	257.92229	107.3541	0.0176	2.123307	0.857770	0.0142
MR*MR				-166.8738	35.97255	0.0001	-1.31711	0.287424	0.0001
COSTO DE FERTILIZACION (CF)				117.40367	64.19664	0.0696	0.917052	0.512937	0.0760
CF*CF	0.0000143	0.00000185	0.0001	-0.001617	0.000971	0.0980	-0.00001	0.000007	0.1095
HR*CF	-0.0002123	0.0001422	0.1376						
Coeficiente de determinacion (R ²)	0.9465			0.358039			0.375108		
Pr > F del R ²	0.0001			0.0001			0.0001		

NOTA: Solo se incluyen las variables explicativas que son significativas a la de P(f) > 0.25

Cuadro 5. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA RESPUESTAS EN COSTO TOTAL, BENEFICIO NETO Y RENDIMIENTO DE AZÚCAR EN LA VARIEDAD AZUL.

VAR. DEPEND.	COSTO TOTAL			BENEFICIO NETO			RENDIMIENTO		
	VARIABLES INDEPENDIENTES	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR Pr > F	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR Pr > F	PARAMETRO ESTIMADO	ERROR ESTANDAR Pr > F		
INTERCEPTO	694050.07	6014.06279	0.0001	-3729596.	955854.1	0.0002	-24202.6	7671.596	0.0024
EDAD (ED)				-43448.04	21519.08	0.0474	-348.143	172.71	0.0477
ED*ED									
RETENCION DE HUMEDAD (RH)				8464129.6	3937697.	0.0351	57030.36	31609.6	0.0375
RH*RH									
COST.DE CONT.DE MALEZA (CM)	1.030357	0.0859454	0.0001	9.2066306	5.2726	0.0952	0.08116	0.04232	0.0532
CM*CM									
METROS CUBICOS DE RIEGO (MR)	62.783077	9.50706557	0.0001	2897.723	894.7567	0.0018	23.2933	7.18123	0.0018
MR*MR	-0.0058326	0.00365756	0.1152	-0.51556	0.2159	0.0197	-0.00419	0.001732	0.0193
MR*FC									
COSTO DE FERTILIZACION (CF)	1.43539824	0.230475	0.0001	98.28165	52.8938	0.0674	0.80418	0.42452	0.0624
CF*CF				-0.00146	0.000846	0.0890	-0.00001	0.000007	0.0850
MR*CF	-0.0009639	0.0002364	0.0003						
MR*RH				-8817.248	4378.612	0.0479	-69.6487	35.1423	0.0515
Coeficiente de determinacion (RCD)	0.94216			0.4936			0.5184		
Pr > F del RCD	0.0001			0.0001			0.0001		

NOTA: Solo se incluyen las variables explicativas que son significativas a lo de Pr > 0.25.

En el Rendimiento influyeron la Edad (efecto lineal y cuadrático), la Retención de Humedad (efecto lineal y cuadrático), el Costo del Control de Malezas (efecto cuadrático), el Riego, el Costo de Fertilización (efecto lineal y cuadrático), y las interacciones: Riego x Fecha de Corte, Riego x Costo de Fertilización, y Riego x Retención de Humedad, que en conjunto explican el 39% de las variaciones en el rendimiento.

En el modelo de regresión múltiple para la variedad Ragnar se encontraron los siguientes resultados:

En el Costo total influyeron significativamente los efectos lineales de las variables: Edad, Costo de Control de Malezas, Riego, el efecto cuadrático de las variables: Edad, Costo de Fertilización y la interacción entre Riego y Costo de Fertilización que en conjunto explican el 95 % de las variaciones en el Costo Total.

En el Beneficio neto influyeron la Edad (efecto cuadrático), la Retención de Humedad (efecto lineal y cuadrático), el Costo del Control de Malezas (efecto cuadrático), el Riego (efecto lineal), el Costo de Fertilización (efecto lineal y cuadrático) y la interacción Riego x Fecha de corte con su efecto negativo, todas estas variables en conjunto explican el 36% de las variaciones en el Beneficio.

En el Rendimiento influyeron la Edad (efecto cuadrático), la Retención de Humedad (efecto lineal y cuadrático), el Costo

del Control de Malezas (efecto cuadrático), el Riego (efecto lineal), el Costo de Fertilización (efecto lineal y cuadrático) y la interacción Riego x Fecha de Corte con su efecto negativo, todas estas variables en conjunto explican el 38% de las variaciones en el rendimiento.

En el modelo de regresión múltiple para la variedad Azul se encontraron los siguientes resultados:

En el Costo total influyeron significativamente los efectos lineales de las variables: Costo de Control de Malezas, Riego, Costo de fertilización, el efecto cuadrático de las variable Riego y la interacción entre Riego y Costo de Fertilización; que en conjunto explican el 94 % de las variaciones en el Costo Total.

En el Beneficio neto influyeron la Edad (efecto lineal), la Retención de Humedad (efecto lineal), el Costo del Control de Malezas (efecto lineal), el Riego (efecto lineal y cuadrático), el Costo de Fertilización (efecto lineal y cuadrático) y la interacción Riego x Retención de Humedad, todas estas variables en conjunto explican el 36% de las variaciones en el Beneficio.

En el Rendimiento influyeron la Edad (efecto lineal), la Retención de Humedad (efecto lineal), el Costo del Control de Malezas (efecto lineal), el Riego (efecto lineal y cuadrático), el Costo de Fertilización (efecto lineal y cuadrático) y la interacción Riego x Retención de Humedad, todas estas variables en conjunto explican el 52% de las

CUADRO 6. VALORES DE LAS VARIABLES MANEJABLES PARA EL MAXIMO RENDIMIENTO DE AZUCAR Y EL MAXIMO BENEFICIO.

VARIABLES	NIVELES DE OPTIMIZACION														
	TODAS LAS VARIEDADES														
	CAPITAL INVERTIDO PROMEDIO						AUMENTO DE 25% EL CAP. DE INV.						DISMINUCION 25CAP. INV.		
	L. MIN	L. MAX	MAX. TECH.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.	L. MIN	L. MAX	MAX. TECH.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.
VAR. DEPENDIENTE			9,267			120,699			182,052			8,800,413			280,556
MT. CA. DE RIEGO	360	3000	360	360	3000	360	360	3000	360	360	3000	360	360	3000	360
COSTO DE FERT.	0	60000	38,688	0	60000	33,139	0	60000	37,200	0	60000	32,140	0	60000	34,679
COST. CONT. MAL.	26693	26693	26,693	0	40,000	32,837	0	190210	198,209	0	207470	207,470	0	40000	17,574
	VARIEDAD RAGNAR														
	CAPITAL INVERTIDO PROMEDIO						AUMENTO DE 25% EL CAP. DE INV.						DISMINUCION 25CAP. INV.		
	L. MIN	L. MAX	MAX. TECH.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.	L. MIN	L. MAX	MAX. TECH.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.
VAR. DEPENDIENTE			10,526			543,795			83,729			9,168,714			241,611
MT. CA. DE RIEGO	360	3000	360	360	3000	360	360	3000	360	360	3000	360	360	3000	360
COSTO DE FERT.	0	60000	34,897	0	60000	33,591	0	60000	33,780	0	60000	22,911	0	60000	28,250
COST. CONT. MAL.	26693	26693	26,693	0	40,000	32,332	0	207580	207,577	0	215675	214,672	0	40000	7,100
	VARIEDAD AZUL														
	CAPITAL INVERTIDO PROMEDIO						AUMENTO DE 25% EL CAP. DE INV.						DISMINUCION 25CAP. INV.		
	L. MIN	L. MAX	MAX. TECH.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.	L. MIN	L. MAX	MAX. TECH.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.	L. MIN	L. MAX	OPT. ECON.
VAR. DEPENDIENTE			8,404			267,907			23,916			2,029,811			11,900
MT. CA. DE RIEGO	360	3000	967	360	3000	965	360	3000	966	360	3000	965	360	3000	1,145
COSTO DE FERT.	0	60000	32,208	0	60000	32,116	0	60000	32,208	0	60000	32,116	0	60000	26,000
COST. CONT. MAL.	26693	26693	26,693	0	40,000	23,174	0	214600	214,596	0	214685	214,685	0	40000	2,500

variaciones en el rendimiento.

B.- Análisis Económico.

Los resultados del máximo técnico y del óptimo económico se presentan en el Cuadro 6 para el conjunto de las variedades y para cada una independientemente.

1.- Decisión: Riego.

a.- Basándose en Superficies de Respuesta.

1) Máximo Rendimiento de Azúcar.

El Riego por si solo tiene un efecto positivo en el rendimiento pero la interacción negativa Riego x Costo de Fertilización (Cuadro 3) hace que los rendimientos bajen con el aumento del Riego cuando los Costos de Fertilización suben de 24,472 sucres/ha; por eso, el máximo rendimiento de azúcar se obtiene en 360 m³ que es el límite inferior de la restricción de riego (Figura 1). El efecto lineal del riego es tercero en importancia relativa (Cuadro 7).

En forma similar, para la Variedad Ragnar el máximo rendimiento se obtuvo con 360 metros cúbicos (cuadro 6), por la interacción negativa Riego x Fecha de Corte (cuadro 4).

Para la Variedad Azul, que no tuvo interacción negativa entre Riego y Fertilización, el efecto cuadrático decreciente hizo que el máximo rendimiento se obtenga con 967 m³, que es

un nivel intermedio entre los límites fijados para la maximización. Estos niveles de Riego para el máximo

Cuadro 7. EFECTO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO, EN TODAS LAS VARIETADES.

FACTOR ANALIZADO	COEFICIENTE LINEAL ESTANDARIZADO	ORDEN DE IMPORTANCIA	CAMBIO POR TASA CUADRATICA O POR INTERACCIONES	GRAFICA
EDAD EDTED	-157.659	2	NEGATIVO	
RETENCION DE HUMEDAD RH1RH	10913052	1	NEGATIVO	
COST.CONT.NAL(CM)1CM			POSITIVO	FIG.2
METROS CUBICOS DE RIEGO(MR) MR1FC	0.017922	3	NEGATIVO	
COSTO DE FERTILIZACION (CF) CF1CF	0.000107	4	NEGATIVO	
MR1RH			NEGATIVO	
MR1CF			NEGATIVO	FIG.1

rendimiento no se alteran aunque se aumente un 25% o se baje un 2% el capital invertido.

2) Máximo Beneficio.

Al igual que el máximo rendimiento, el máximo beneficio en riego se obtiene también con 360 m³ para las dos variedades en conjunto y para la variedad Ragnar, sin cambios en las tres situaciones investigados de capital invertido. El efecto lineal del riego en el beneficio es tercero en importancia relativa (cuadro 8).

En la Variedad Azul, el nivel de riego para maximizar

Fig.1 Efecto del Riego y del Costo de fertilización en el rendimiento.

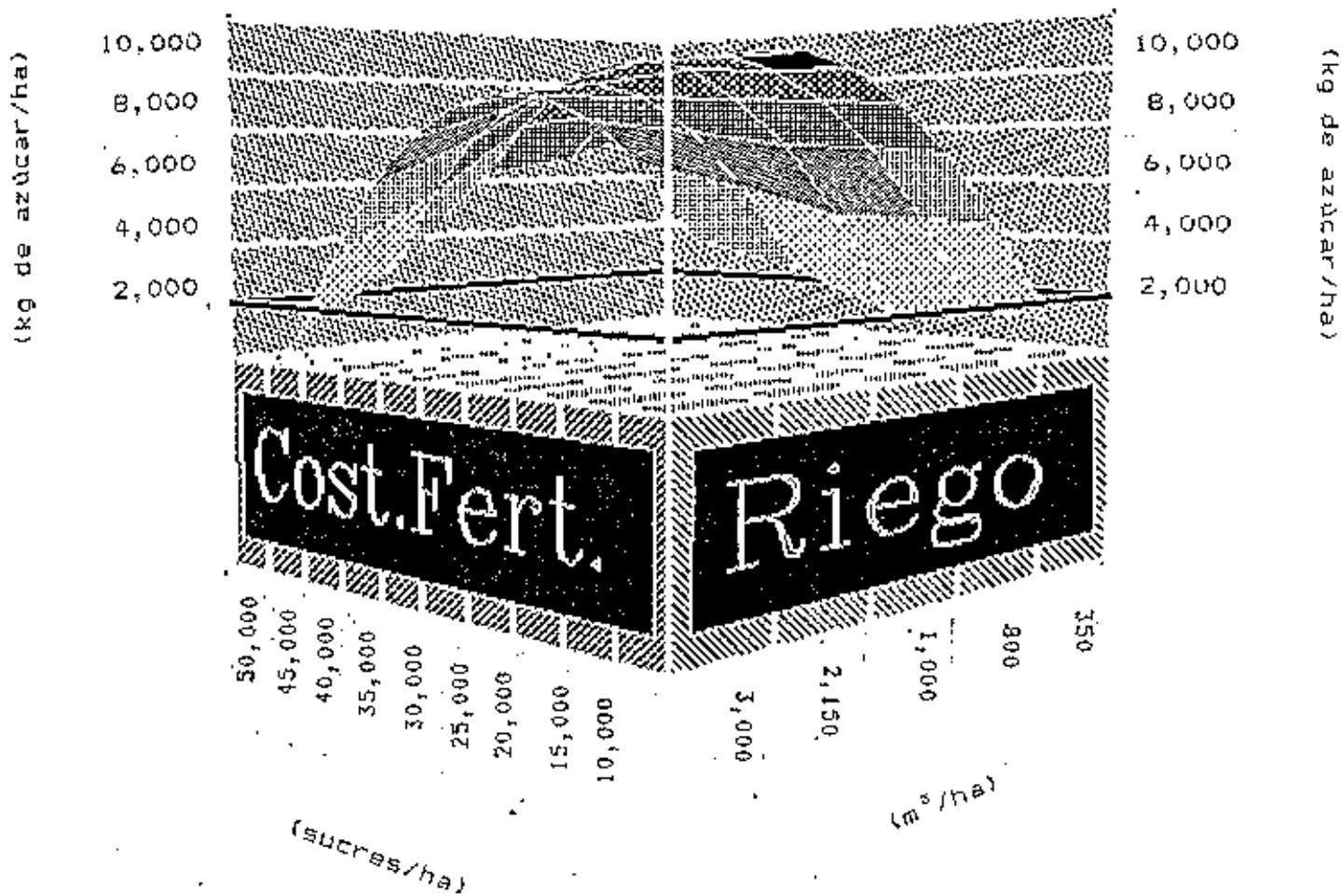
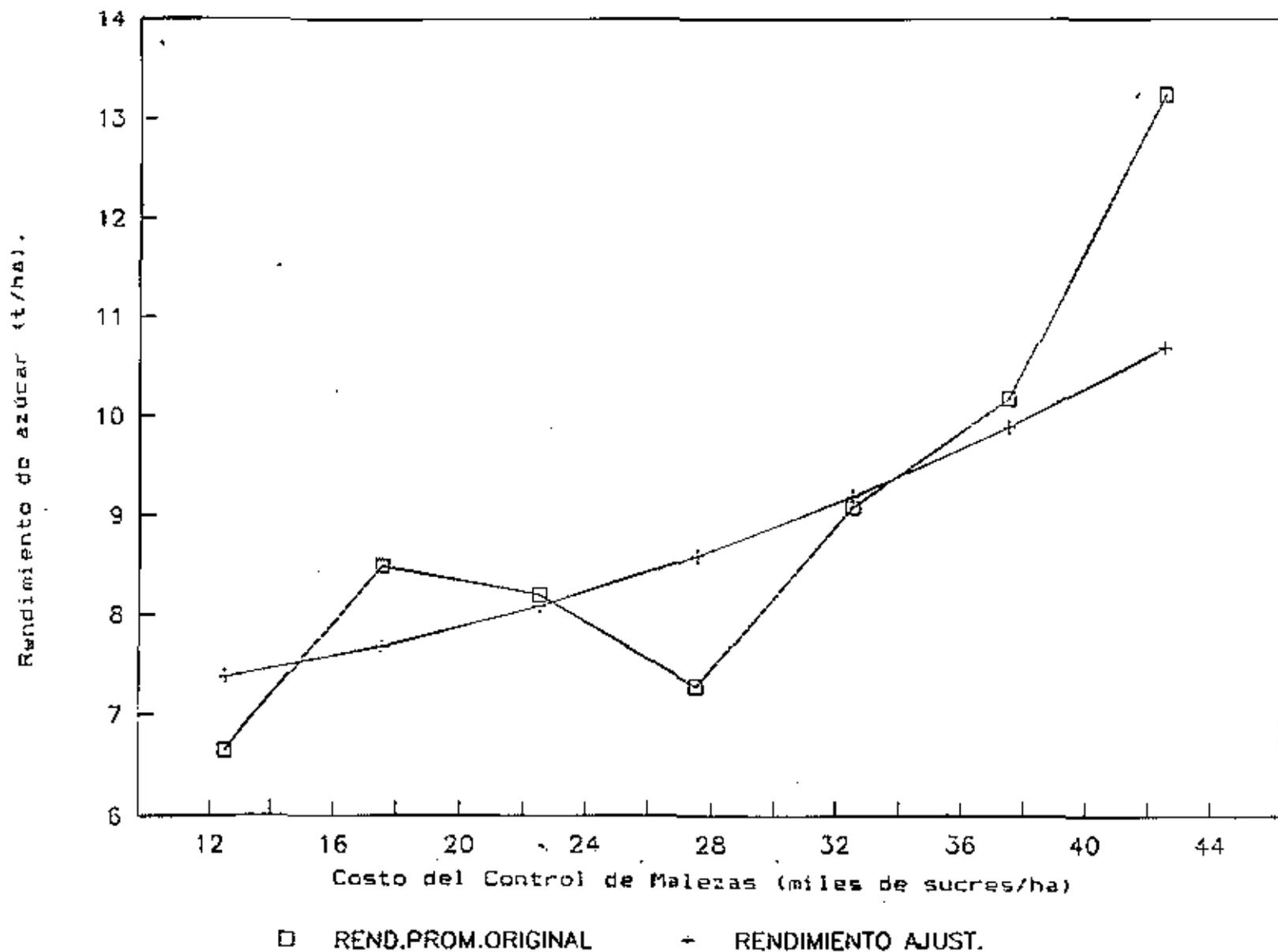


Figura 2. Efecto del Costo del Control de Malezas en el Rendimiento.



rendimiento o beneficio es prácticamente igual (965 m³/ha) en nivel de inversión promedio o ampliado 25%; pero, si se baja 2% la disponibilidad de capital el nivel de riego más beneficioso sube hasta 1,145 m³/ha (Cuadro 6).

Cuadro B. EFECTO DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTE SOBRE EL BENEFICIO, EN TODAS LAS VARIETADES.

FACTOR ANALIZADO	COEFICIENTE LINEAL ESTANDARIZADO	ORDEN DE IMPORTANCIA	CAMBIO POR TASA CUADRATICA O POR INTERACCION	GRAFICA
EDAD	-2,125.8	2		
RETENCION DE HUMEDAD RH1RH	1.3E+09	1	NEGATIVO	
COST.CONT.NAL(CM)1CM			POSITIVO	FIG.5
METROS CUBICOS DE RIEGO(NR) NR1FC	1.489524	3	NEGATIVO	FIG.3
COSTO DE FERTILIZACION (CF) CF1CF	0.014214	4	NEGATIVO	FIG.4
NR1RH			NEGATIVO	

b.- Basándose en la Metodología del CIMMYT.

1) Análisis Marginal Comparativo.

Dentro de los diferentes niveles de riego (m³/ha), los dominantes económicamente fueron: 400, 800, 1000 y 2150 m³/ha de agua (Cuadro 9). Tomando en cuenta la TRM % mínima (80%) requerida, sería válido económicamente pasar del nivel mínimo de 400 m³/ha hasta 1000 m³/ha porque en cada cambio las tasas de retorno que se obtienen son de casi 1000% y 2000%, y los incrementos en el beneficio suben del 66% en cada nivel. Aunque desde 400 m³ hasta 2150 m³ se sobrepasan los mínimos

Figura 3. Efecto del Costo del Control de Malezas en el Beneficio.

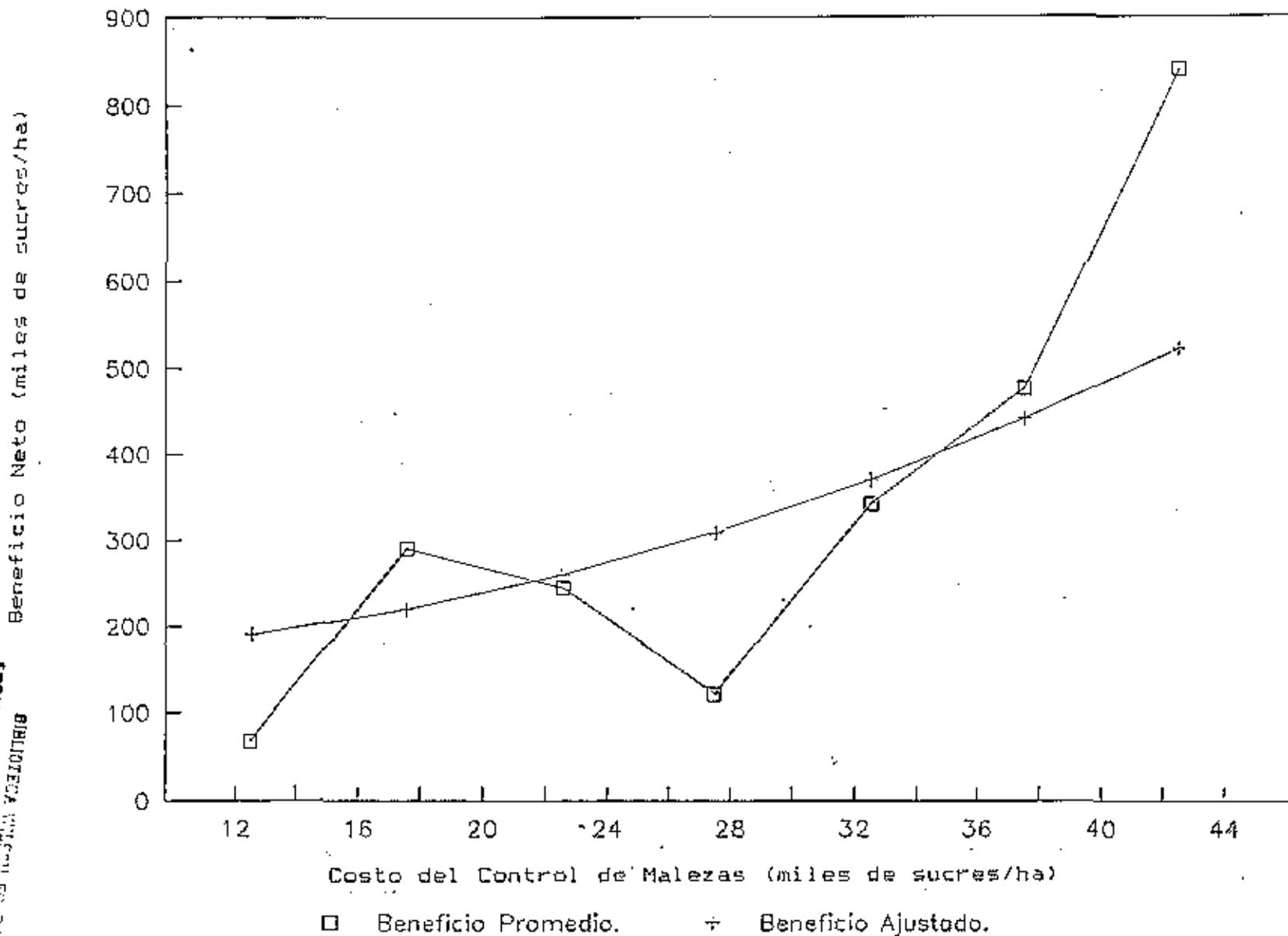
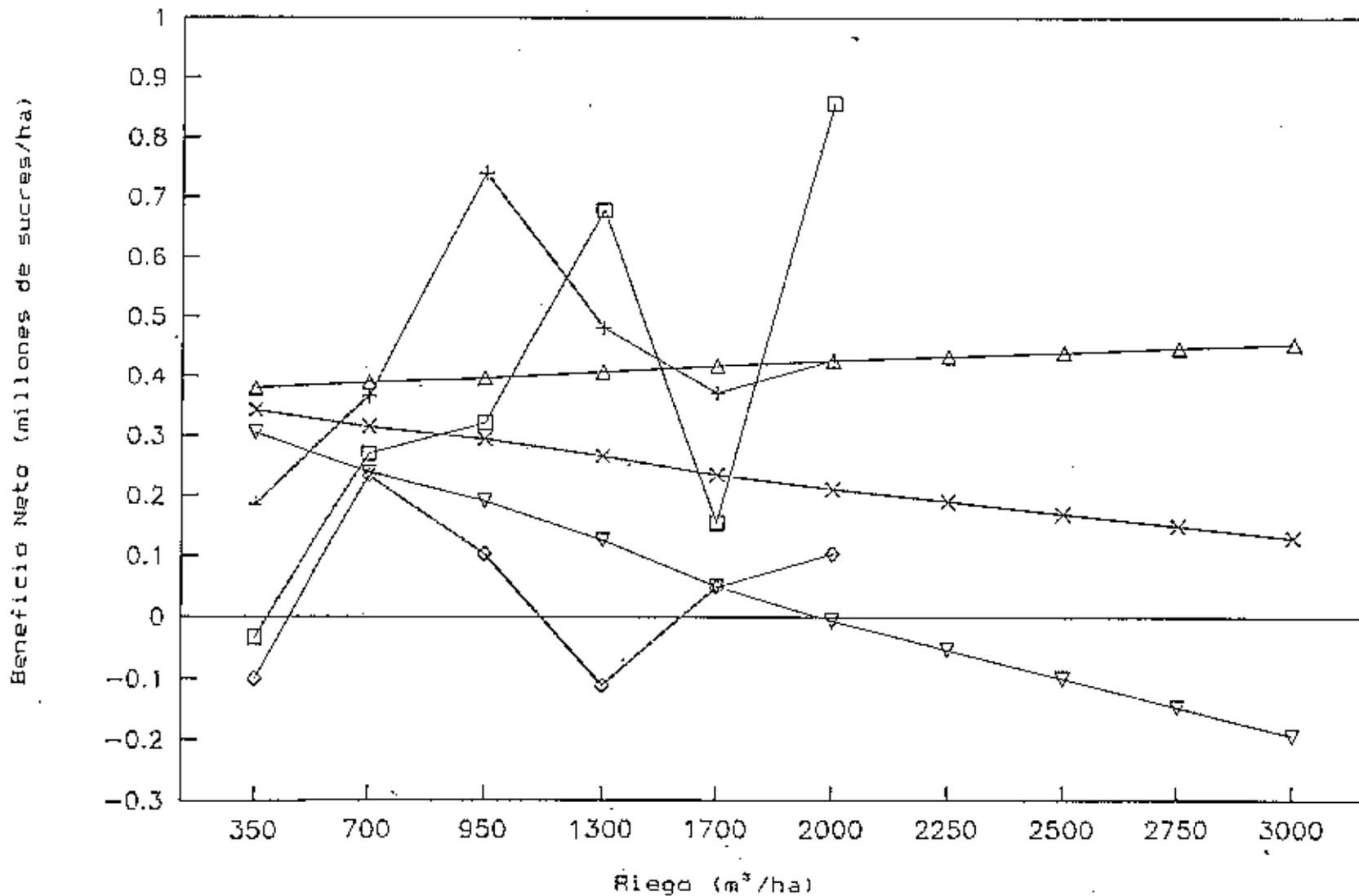
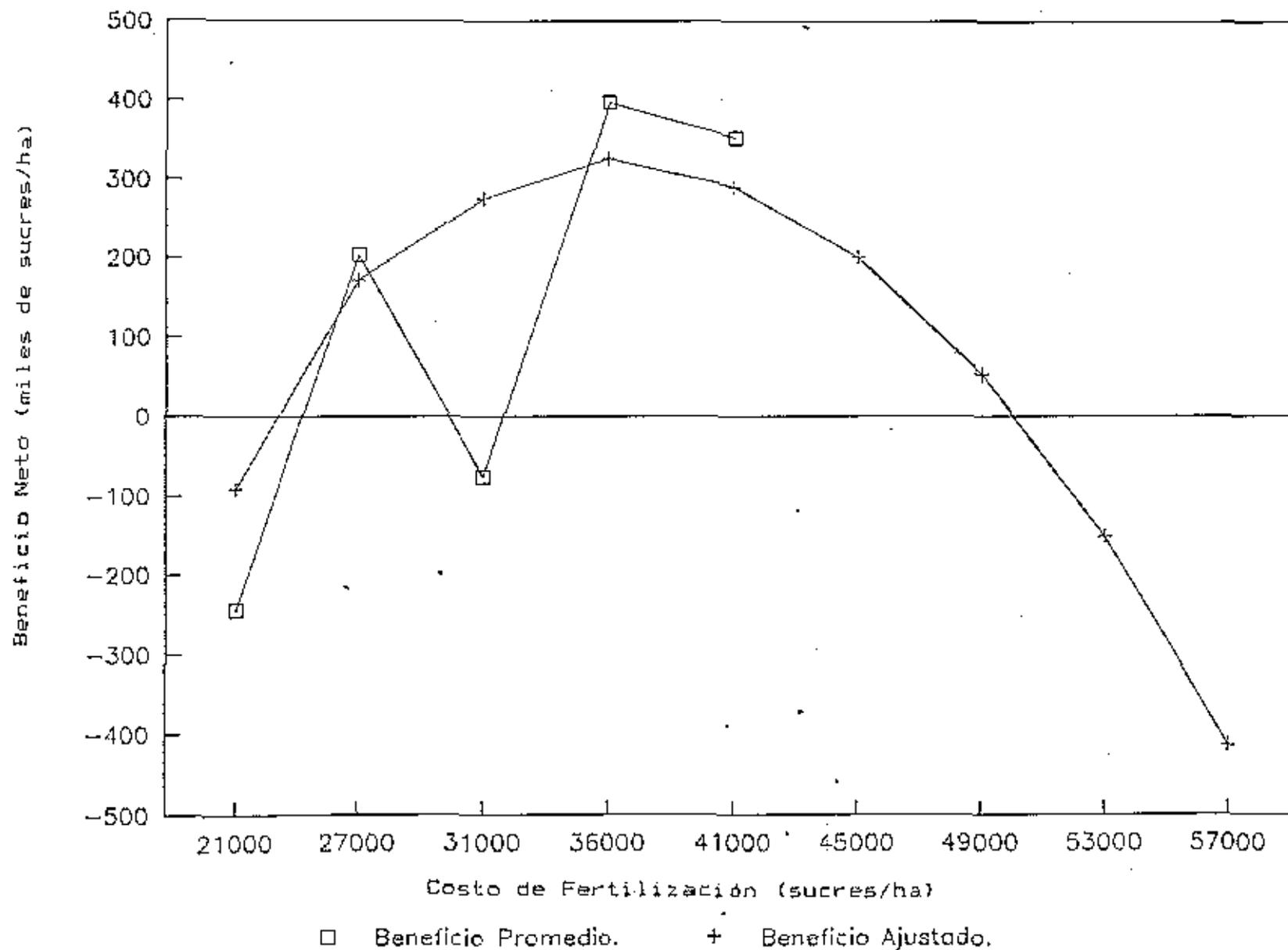


Figura 4. Efecto del Riego y de la Fecha de Corte en el Beneficio.



□ Ben.Prom.Prim.Ter.	+ Ben.Prom.Seg.Ter.	◇ Ben.Prom.Terc.Ter.
△ Ben.Ajust.Prim.Ter.	× Ben.Ajust.Seg.Ter.	▽ Ben.Ajust.Terc.Ter.

Figura 5. Efecto del Costo de Fertilización en el Beneficio.



requeridos de TRM% mínimo, en el último cambio desde 1000 m³ hasta 2150 m³ no se alcanzan dichos mínimos (Cuadro 10).

Cuadro 9. ANALISIS DE DOMINANCIA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE RIEGO.

Metros cubicos de riego (MR)	Total de Costos	Beneficios Netos
Sucre/ha		
400	767,967	80,254 D
800	790,577	283,429 D
1250	792,070	195,069
1000	800,300	471,430 D
1500	802,558	392,311
1850	811,426	265,400
2150	819,802	480,380 D

D indica alternativa dominante.

2) Análisis de Riesgo.

El análisis de riesgo para la decisión de riego se hizo para poder confirmar o matizar los resultados obtenidos con cifras promedio en el análisis de retornos marginales. Se detectó el riesgo de cada nivel de riego en posibles situaciones adversas de producción. El análisis del riesgo se hizo para cambios en los beneficios netos, en los rendimientos, y en los precios.

a) Análisis de Retornos Mínimos para Beneficios Netos.

En el 25% de los peores casos la mejor alternativa es 1,500 m³, que es en promedio una alternativa económicamente dominada; en segundo lugar está 1,000 m³ que fue la recomendada (Cuadro 11).

Cuadro 10. CALCULO DE LAS MEDIDAS ECONOMICAS EN LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS DE RIEGO.

FACT	ABE	400 mt.cub.		800 mt.cub.		1000 mt.cub.	
TRM		COSTO(CT)	BENEFICIO(BE)	COSTO(CT)	BENEFICIO(BE)	COSTO(CT)	BENEFICIO(BE)
AXE1	AXBE	767,967	80,254	790,577	283,429	800300	471430
CT	819,802	51,853	400,126	29,225	196,951	19502	8950
2150			771.9%		673.9%		45.9%
BE	480,380	6.8%	498.6%	3.7%	69.5%	2.4%	1.9%
CT	800,300	32,333	391,176	9,723	188,001		
1000			1209.8%		1933.6%		
BE	471,430	4.2%	487.4%	1.2%	66.3%		
CT	790,577	22,610	203,175				
800			899.0%				
BE	283,429	2.9%	253.2%				

Nota: "A" significa Aumento.

Cuadro 11. PEORES CASOS (25%) EN NIVELES DE RIEGO.

Metros cúbicos de riego (MR)	Total de Costos	Beneficios Netos
	Sucre/ha	
400	761,494	(343,717)
800	787,567	(41,168)
1250	790,246	(125,513)
1500	802,558	392,311
1000	803,504	130,712
1850	805,833	(77,521)
2150	815,675	(106,473)

b) Probabilidad de Ocurrencia de Valores Críticos de Riesgo de la Alternativa de Riego Recomendada.

Para que con los 1,000 m³/ha de riego recomendados se pueda cubrir el costo incremental y alcanzar la tasa de retorno mínima de 80% , se necesita que el rendimiento suba de 8,692 kg/ha cuya probabilidad es 70.5% según la distribución

normal de probabilidades² (Cuadro 12). Para poder cubrir sólo los costos diferenciales de aplicar 1,000 m³/ha tendrían que producirse más de 8,629 kg/ha de azúcar cuya probabilidad es 71.23%, finalmente, hay una probabilidad de un 72.24% de que al menos se alcance el rendimiento promedio de azúcar de 8,351 kg/ha de la alternativa anterior descartado de aplicar 800 m³/ha de riego. La proximidad de estos valores críticos y de sus correspondientes probabilidades son evidencia de lo equivalentes que son entre sí.

3) Análisis de Sensibilidad.

a) Cambios en el Costo del Factor Riego.

Para que la TRM% baje hasta el mínimo de 80% requerido el precio del factor riego tendría que subir de seis sucres/m³ a 307 sucres/m³, así el beneficio bajaría de 188,001 sucres/ha a 17,501 sucres/ha. Este cambio en el precio del factor riego tiene un grado de sensibilidad de 1.05%, es decir que por cada 1 % que aumente el precio del factor riego el beneficio se verá disminuido en un 0.01% , el beneficio es poco sensible a cambios en el precio del factor riego en este intervalo de 800 a 1000 m³/ha (Cuadro 13).

Para que el siguiente nivel de riego de 2150 m³/ha alcance la tasa de retorno mínima de 80% se requeriría que el precio del riego bajara a 2.8 sucres/ha, con una sensibilidad de 548% .

² No pudo aplicarse el Teorema de Tchevichev para calcular estas probabilidades por corresponder a valores de K menores de 1.

Cuadro 12. RENDIMIENTOS CRITICOS Y PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DE LAS VARIABLES MANEJABLES Y DE LOS DIFERENTES NIVELES DE INVERSION.

CUESTION DE RIESGO PLANTEADA	EN LOS CASOS EN EL RENDIMIENTO CRITICO SUPERE	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA	METODO DE CALCULO
RIESGO	kg/ha	%	
a) Cubrir costos y alcanzar 80 % de TRM.	8,692.14	70.50%	Dist.Normal
b) Cubrir costos (TRM=0%).	8,629.40	71.23%	Dist.Normal
c) Superar el rendimiento de la alternativa descartada.	8,551.00	72.24%	Dist.Normal
JORNALES PARA EL CONTROL DE MALEZAS.			
a) Cubrir costos y alcanzar 80 % de TRM.	6,881.00	63.00%	Tchevichev
b) Cubrir costos (TRM=0%).	6,829.40	64.00%	Tchevichev
c) Superar el rendimiento de la alternativa descartada.	6,765.00	65.50%	Tchevichev
HERBICIDA			
a) Cubrir costos y alcanzar 80 % de TRM.	9,433.13	64.80%	Dist.Normal
b) Cubrir costos (TRM=0%).	9,305.50	65.90%	Dist.Normal
c) Superar el rendimiento de la alternativa descartada.	9,146.00	67.36%	Dist.Normal
NIVELES DE INVERSION			
a) Cubrir costos y alcanzar 80 % de TRM.	8,142.00	99.70%	Tchevichev
b) Cubrir costos (TRM=0%).	8,058.00	99.75%	Tchevichev
c) Superar el rendimiento de la alternativa descartada.	7,953.00	99.80%	Tchevichev

Cuadro 13. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA RECOMENDACION ECONOMICA, CON RELACION A CAMBIOS EN EL COSTO DEL RIEGO Y EN EL PRECIO DEL AZUCAR.

SITUACION ANALIZADA	000 METROS CUBICOS	1000 METROS CUBICOS	2150 METROS CUBICOS
CAMBIOS EN EL COSTO DEL FACTOR RIEGO.			
a) ¿Hasta cuándo podré subir el precio del factor riego para que la alternativa seleccionada aun lo sea?		507 s/m ³ ←-----	
Grado de Sensibilidad:		1.082	
b) ¿Cuánto tendré que bajar el precio del factor riego para que la siguiente alternativa sea ya recomendable?			2.8 s/m ³ -----→
Grado de Sensibilidad:			548.00%
CAMBIOS EN EL PRECIO DEL AZUCAR			
a) ¿Cuánto podré bajar el precio del azúcar para que todavía se consiga la TRH mínima por la alternativa seleccionada?		11.13 s/kg ←-----	
Grado de Sensibilidad:		99.60%	
b) ¿Cuánto tendría que subir el precio del azúcar para que la siguiente alternativa "no recomendable" pudiera alcanzar la TRH mínima y pasar a ser seleccionada?			153 s/kg -----→
Grado de Sensibilidad:			1248.00%

b) Cambios en el Precio del Producto.

El nivel de 1000 m³/ha deja de ser rentable si el precio del azúcar baja de 124 a 11 sucres/kg, lo cual significa una sensibilidad de casi 100 % de la TRM a cambios en el precio del azúcar. Para que 2150 m³/ha se hiciera ya recomendable, el precio del azúcar tendría que subir de 124 a 153 sucres/kg (Cuadro 13).

c.- Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual.

La práctica actual de riego es en promedio de 855 m³/ha con un rendimiento de 8409 kg/ha, y un beneficio de 266,196 sucres/ha (Cuadro 14). Este nivel es intermedio entre el de 360 m³/ha (9,267 kg/ha de azúcar y 420,699 sucres/ha de beneficio) recomendado para maximizar el beneficio y el de 1000 m³/ha para maximizar la tasa de retorno. La diferencia en las recomendaciones es explicable por el diferente objetivo de cada metodología.

Cuadro 14. MEDIDAS ESTADÍSTICAS PARA LAS RESPUESTAS Y VARIABLES ANALIZADAS.

FACTOR ANALIZADO	IPROMEDIO PRESENTADO EN EL CAMPO	DESVIACION ESTANDAR	COEF.VAR.%
RENDIMIENTO	8,409.00 kg/ha	3,074.00	36.56%
BENEFICIO	266,196.00 sucres/ha	377,508.00	141.82%
RIEGO (MR)	855.00 met.cub./ha	467.56	55.00%
COSTO DE FERTILIZACION	32,657.00 sucres/ha	6,058.00	18.70%
FERTILIZACION	268.60 kg/ha	27.39	10.20%
COST.CONT.MALEZ.	26,693.00 sucres/ha	8,553.00	32.00%
JORN.PARA EL CONT.MALEZ	13.19 jorn/ha	3.42	25.90%
HERBICIDA	1.19 unid. equiv./ha	1.37	115.10%
EDAD	3.90 años	2.03	52.90%
RET.HUMED.	0.20 cm de agua/cm prof.	0.02	10.30%
FECHA DE CORTE	2.03 Terc.de epoc.cosecha.	0.74	41.10%

2.- Decisión: Nivel de Fertilización.

a.- Basándose en Superficies de Respuesta.

1) Máximo Rendimiento de Azúcar.

En el conjunto de variedades, con 38,688 sucres/ha en costos de fertilización, se obtiene el mejor rendimiento, la interacción negativa con el riego hace declinar el rendimiento después de aplicar 10,887 m³/ha de agua, cifra muy superior a los 3,000 m³ en los que los expertos¹ consideran ya detrimental el efecto del riego.

Independientemente para cada variedad, el rendimiento de azúcar es máximo en la variedad Ragnar con 34,897 sucres/ha como costo de fertilización. El efecto lineal de esta variable en el rendimiento es el tercero en importancia y en la variedad Azul con 32,208 sucres/ha (Cuadro 6).

2) Beneficio Máximo.

Para el conjunto de las dos variedades, en niveles medios de inversión, el máximo beneficio se obtiene con 33,139 sucres/ha de costo de fertilización (Cuadro 6). Este nivel óptimo apenas cambia (3%) cuando se amplía en 25% la capacidad de inversión o se reduce en 2% .

En la variedad Ragnar, en niveles medios de inversión, el máximo beneficio se obtiene con 33,591 sucres/ha de costo de

¹ Comunicación personal del Dr. Marciano Rodríguez, Catedrático de Fertilidad de Suelos, Depto. de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana.

fertilización (Cuadro 6). Este nivel óptimo apenas cambia un (8%) cuando se amplía en 25% la capacidad de inversión o se reduce en un 4% .

En la variedad Azul, en niveles de inversión, el máximo beneficio se obtiene con 32,116 sucres/ha de costo de fertilización (Cuadro 6). Este nivel óptimo apenas cambia un (9%) cuando se amplía en 25% la capacidad de inversión o se reduce en un 2% .

b.- Basándose en la Metodología del CIMMYT.

Según el análisis de dominancia sólo la alternativa de aplicar 282 kg/ha de urea da beneficio positivo (Cuadro 13).

Cuadro 13. ANALISIS DE DOMINANCIA PARA LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS EN LA APLICACION DE FERTILIZANTE.

Aplicación de fertilizante en kg de urea/ha (kg/ha)	Total de Costos	Beneficios Netos
	Sucres/ha	
211	767,202	(46,260)
282	794,345	337,513 0

0 indica alternativa dominante.

c.- Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual.

En promedio en el campo se emplean 268.6 kg/ha de urea o 32,600 sucres/ha que dan un rendimiento de 8,409 kg/ha y un beneficio de 266,196 (Cuadro 14). Este nivel de inversión en fertilización (33,139 sucres/ha) está ligeramente por debajo del recomendable para maximizar el beneficio, pero el beneficio proyectado casi se duplica de 266,196 hasta 420,699

sucres/ha.

3.- Decisión: Control de Malezas.

a.- Basándose en Superficies de Respuesta.

1) Máximo Rendimiento de Azúcar.

El Costo de Control de Malezas tiene efectos lineal y cuadrático positivos en el rendimiento; por eso, para maximizar el rendimiento, al Costo de Control de Malezas se le puso el promedio de campo como límite superior; y este mismo valor fue la solución para el máximo rendimiento (9,267 kg/ha), tanto para cada variedad como para el conjunto de las dos (Cuadro 5).

2) Máximo Beneficio Neto.

También en el Beneficio Neto el Costo de Control de Malezas tiene efectos lineal y cuadrático positivos (Figura 3); por eso, de igual forma que para el rendimiento, los topes máximos establecidos para el capital restringieron su valor óptimo entre un mínimo de 2,500 sucres/ha para la variedad Azul con capital reducido en 2% y un máximo de 214,672 sucres/ha para la variedad Ragnar en condiciones de capital ampliado en un 25% (Cuadro 6).

b.- Basándose en la Metodología del CIMMYT.

Agronómicamente, el control de malezas, se compone de control manual y control químico; así separado se va a realizar el análisis con esta metodología.

1) Análisis Marginal Comparativo.

En el control manual, sólo los niveles de 7 y 9 jornales/ha son alternativas económicamente dominantes (Cuadro 16). La alternativa de 9 jornales/ha con un incremento (1%) insignificante en los costos (Cuadro 17) proporciona una tasa de retorno (772%) casi 10 veces superior a la mínima establecida, y también un aumento % de beneficio muy substancial (550%).

Cuadro 16. ANALISIS DE DOMINANCIA PARA LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL MANUAL DE MALEZAS.

Control Manual de Malezas (Jornales/ha).	Total de Costos	Beneficios Netos
Sucre/ha		
7	770,526	77,853 D
9	778,488	505,086 D
14	791,356	82,893
16	797,952	494,050

D indica alternativa dominante.

Cuadro 17. MEDIDAS ECONOMICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL MANUAL DE MALEZAS.

ACT	ABE	7 JM	
TRX		COSTO(CT)	BENEFICIO(BE)
ACT	ABE	770,526	77,853
CT	778,488	7,962	427,233
9 JM			771.5%
BE	505,086	1.0%	548.8%

En el control químico, todas las tres alternativas son válidas comparativamente: 0, 2.3 y 4.5 ue/ha (Cuadro 18).

El nivel de 2.3 ue/ha es económicamente recomendable porque con incrementos mínimos en costos (2.5%) permite conseguir tasas de retorno más de 10 veces superiores a la mínima requerida de 80% y con aumentos relativos en los beneficios también muy altos (227%) (Cuadro 19).

Cuadro 18. ANALISIS DE DOMINANCIA PARA LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL QUIMICO DE MALEZAS.

Herbicida (ue/ha)	Total de Costos	Beneficios Netos
	Sucres/ha	
0	778,728	172,786 D
2.3	799,211	349,934 D
4.5	818,991	565,517 D

D indica alternativa dominante.

Cuadro 19. MEDIDAS ECONOMICAS DE LAS ALTERNATIVAS DE CONTROL QUIMICO DE MALEZAS

FACT	ABE	0 UE.	2.3 UE.		
IRNY	(COSTO(CI)	BENEFICIO(BE)	(COSTO(CI)	BENEFICIO(BE))	
FACT	ABE	778,728	172,786	799,211	349,934
CT	819,802	40,263	392,731	19,780	215,583
4.5 UE.			975.4%		1089.9%
BE	480,380	5.2%	227.3%	2.5%	61.6%
CT	799,211	20,483	177,148		
2.3 UE.			864.9%		
BE	349,934	2.6%	102.5%		

2) Análisis de Riesgo.

a) Análisis de Retornos Mínimos para Beneficios Netos.

En el control manual en el 25% de los peores casos, el

nivel de 16 jornales/ha da el mayor beneficio, esto significa usar 7 jornales/ha más que el nivel recomendado para situaciones normales (Cuadro 20).

Cuadro 20. PEORES CASOS (25%) EN CONTROL MANUAL.

Jornales (j#/ha)	Total de Costos	Beneficios Netos
Suces/ha		
9	770,097	147,403
16	796,546	194,698

En el control químico, la alternativa recomendada de 4.5 ue/ha es también la que proporciona el mayor beneficio en condiciones de riesgo (Cuadro 21).

Cuadro 21. PEORES CASOS (25%) EN NIVELES DE CONTROL QUÍMICO.

Herbicida (ue/ha)	Total de Costos	Beneficios Netos
Suces/ha		
0 UE.	770,167	(217,411)
2.3 UE.	799,595	(17,740)
4.5 UE.	814,213	37,721

b) Probabilidad de Ocurrencia de Valores Críticos de Riesgo de la Alternativa de Control de Malezas Recomendada.

En el control manual para que con los 9 jornales/ha recomendados se pueda cubrir el costo incremental y alcanzar la tasa de retorno mínima de 80%, se necesita que el rendimiento suba de 6,881 kg/ha cuya probabilidad es 63% según el Teorema de Tchevichev. Para poder cubrir sólo los costos

diferenciales de usar 9 jm/ha tendrían que producirse más de 6,829 kg/ha de azúcar cuya probabilidad es 64%; finalmente, hay una probabilidad de un 65.5% de que al menos se alcance el rendimiento promedio de azúcar de 6765 kg/ha de la alternativa anterior descartado de usar 7 jm/ha.

En el control químico para que con los 4.5 ue/ha recomendados se pueda cubrir el costo incremental y alcanzar la tasa de retorno mínima de 80%, se necesita que el rendimiento suba de 9,433 kg/ha cuya probabilidad es 65% según la distribución normal de probabilidades. Para poder cubrir sólo los costos diferenciales de usar 4.5 ue/ha tendrían que producirse más de 9,305 kg/ha de azúcar cuya probabilidad es 66%; finalmente, hay una probabilidad de un 67% de que al menos se alcance el rendimiento promedio de azúcar de 9,146 kg/ha de la alternativa anterior descartada de usar 2.3 ue/ha (Cuadro 12).

La proximidad de estos valores críticos y de sus correspondiente probabilidades son evidencia de lo equivalente que son entre sí.

3) Análisis de Sensibilidad.

a) Cambios en el Costo del Factor Control de Maleza.

En el control manual para que la TRM% baje hasta el mínimo de 80% requerido el precio del jornal tendría que subir de 2,361 sucres/ha a 119,267 sucres/ha, así el beneficio bajaría de 427,233 sucres/ha a 14,332 sucres/ha, este cambio

en el precio del jornal tiene un grado de sensibilidad de 1.95%, es decir que por cada 1% que aumente el precio del jornal el beneficio se verá disminuido en un 0.02%; el beneficio es poco sensible a cambios en el precio del jornal en este intervalo de 7 a 9 jornales/ha (Cuadro 22).

En el control químico para que la TRM% baje hasta el mínimo de 80% requerido el precio de la unidad equivalente tendría que subir de 3,271 sucres a 52,594 sucres/ha, así el beneficio bajaría de 215,583 sucres a 35,604 sucres/ha, este cambio en el precio de la ue. tiene un grado de sensibilidad de 89.02%, es decir que por cada 1% que aumente el precio de la ue. el beneficio se verá disminuido en un 0.9%; el beneficio es sensiblemente equitativa a cambios en el precio de la ue. en este intervalo de 2.3 a 4.5 ue/ha (Cuadro 23).

b) Cambios en el Precio del producto.

En el control manual el uso de 9 jornales/ha deja de ser rentable si el precio del azúcar baja de 124 a 4.3 sucres/kg, lo cual significa una sensibilidad de 100% de la TRM% a cambios en el precio del azúcar (Cuadro 22).

En el control químico el uso de 4.5 ue/ha deja de ser rentable si el precio del azúcar baja de 124 a 19 sucres/kg, lo cual significa una sensibilidad de 100% de la TRM% a cambios en el precio del azúcar (Cuadro 23).

c.- Contraste de las Recomendaciones con la Práctica Actual.

A nivel de campo, en promedio se gastaron 26,693

Cuadro 22. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA RECOMENDACION ECONOMICA, CON RELACION A CAMBIOS EN EL CONTROL MANUAL DE MALEZAS Y EN EL PRECIO DEL AZUCAR.

SITUACION ANALIZADA	7 JORNALES	9 JORNALES
CAMBIOS EN EL COSTO DEL FACTOR JORNALES PARA EL CONTROL DE MALEZAS.		
¿Hasta cuándo podrá subir el precio del jornal, para que la alternativa seleccionada aun lo sea?		119,267 s/jn
Grado de Sensibilidad:		1.98%
CAMBIOS EN EL PRECIO DEL AZUCAR		
¿Cuánto podrá bajar el precio del azúcar para que todavía se consiga la TRM mínima por la alternativa seleccionada?		4.13 s/kg
Grado de Sensibilidad:		99.98%

Cuadro 23. ANALISIS DE SENSIBILIDAD DE LA RECOMENDACION ECONOMICA, CON RELACION A CAMBIOS EN EL CONTROL QUIMICO DE MALEZAS Y EN EL PRECIO DEL AZUCAR.

SITUACION ANALIZADA	2.3 unid.equiv	4.5 unid.equiv
CAMBIO EN EL COSTO DEL FACTOR HERBICIDA EL CONTROL DE MALEZAS.		
a) ¿Hasta cuándo podrá subir el precio del herbicida, para que la alternativa seleccionada aun lo sea?		52,594 s/ve ←-----
Grado de Sensibilidad:		89.02%
 CAMBIO EN EL PRECIO DEL AZUCAR		
a) ¿Cuanto podrá bajar el precio del azúcar para que todavía se consiga la TRM 2 mínima por la alternativa seleccionada?		19 s/kg ←-----
Grado de Sensibilidad:		90.58%

sucres/ha en control de malezas osea 13.2 jm/ha que dan un rendimiento de 8,409 kg/ha y un beneficio de 266,196 sucres/ha (Cuadro 14). Este nivel de inversión en control de malezas (26,693 sucres/ha) está ligeramente por debajo del recomendable para maximizar el beneficio, pero el beneficio proyectado casi se duplica de 266,196 hasta 494,694 sucres/ha.

4.- Decisión, Global: Niveles de inversión totales.

a.- Basándose en la Metodología del CIMMYT.

1) Análisis Marginal Comparativo.

En el Cuadro 24 y la Figura 6 se presentan los seis niveles de inversión y sus características, resultantes de combinar todas la variables según resultados de campo.

Al pasar del nivel 1 menos costoso hasta el nivel 6 más costoso; en cada nivel intermedio, las tasas de retorno superan considerablemente la mínima estimada de 80% . Los incrementos relativos en el Beneficio Neto son importantes (superiores a 30%) hasta el nivel 3, del nivel 3 hasta el 6 los aumentos % de los beneficios no suben del 10%; sin embargo, el aumento % del Beneficio Neto Global es casi de 300% . Con esas cifras, la empresa podría decidir por el nivel máximo de inversión del nivel 6 (Cuadro 25).

2) Análisis de Riesgo.

a) Análisis de Retornos Mínimos para Beneficios Netos

Tomando los rendimiento en los peores casos (33% mas

bajos), el nivel 5 ofrece el mejor de los peores beneficios, pero sólo 4% más alto que el nivel 6 recomendado económicamente; con esa mínima ventaja se reafirma el nivel 6 como el más recomendable también en situaciones desfavorables de riesgo (Cuadro 26).

b) Probabilidad de Ocurrencia de Valores Críticos de Riesgo de la Alternativa de Inversión Recomendada.

Para que con el nivel de inversión 6 recomendado se pueda cubrir el costo incremental y alcanzar la tasa de retorno mínima de 80%, se necesita que el rendimiento suba de 8,142 kg/ha cuya probabilidad es 99.70% según el teorema de Tchevichev de probabilidades. Para poder cubrir sólo el nivel diferencial de inversión tendrían que producirse más de 8,058 kg/ha de azúcar cuya probabilidad es 99.75%; finalmente, hay una probabilidad de un 99.80% de que al menos se alcance el rendimiento promedio de azúcar de 7,953 kg/ha del primer nivel de inversión descartado. La proximidad de estos valores críticos y de sus correspondientes probabilidades son evidencia de lo equivalentes que son entre sí (Cuadro 12).

Cuadro 24. DEFINICION DE ALTERNATIVAS DE INVERSION EN SITUACIONES NORMALES CON SUS RESPECTIVOS NIVELES ECONOMICOS DOMINANTES Y CARACTERISTICAS TECNICAS DE CADA UNA.

ALT.	NIVELES ECONOMICOS DOMINANTES			CARACTERISTICAS TECNICAS				VARIEDAD
	NIVEL DE INVERSION (s/ha)	NIVEL DE BENEFICIO (s/ha)	NIVEL DE RENDIMIENTO (kg/ha)	UREA (Kg)	RIEGO (ml.cub)	CONT.MALEZ. (jornales)	HERBICIDA (ue/ha)	
1	764,994	169,810	7,441	282	361	7	0	Ragnar
	762,932	216,304	7,385	211	361	9	0	Ragnar
	758,197	298,656	8,314	211	361	7	0	Azul
	764,215	316,323	8,672	211	361	7	0	Ragnar
Prod.	762,579	250,273	7,953	228.8	361.0	7.5	0.0	
2	768,738	574,659	10,777	211	361	14	0	Ragnar
	767,544	613,628	11,059	282	361	7	0	Ragnar
	768,768	634,759	11,267	211	361	14	0	Ragnar
	767,544	641,453	11,280	282	361	7	0	Ragnar
	766,358	642,830	11,292	211	361	7	2.3	Ragnar
Prod.	767,824	621,468	11,135	239.4	361.0	9.8	0.5	
3	777,766	775,854	12,377	282	721	9	0	Ragnar
	770,923	782,980	12,451	211	361	9	2.3	Ragnar
	770,197	788,698	12,354	282	1262	16	0	Ragnar
	772,558	977,448	13,957	282	721	7	0	Ragnar
Prod.	772,861	831,245	12,785	264.2	766.3	10.3	0.6	
4	790,400	852,895	12,898	282	721	14	2.3	Ragnar
	795,547	853,130	13,191	282	721	9	2.3	Ragnar
	795,035	870,363	13,331	282	721	16	2.3	Azul
	792,079	882,107	13,388	282	1082	16	0	Ragnar
	792,079	884,154	13,393	282	1082	16	0	Ragnar
	792,045	901,026	13,506	282	721	16	2.3	Ragnar
	794,795	931,599	13,794	282	1443	9	2.3	Ragnar
	Prod.	793,569	879,325	13,357	282.0	927.3	13.7	1.6
5	807,223	941,089	13,980	282	721	16	2.3	Ragnar
	803,182	941,874	13,901	282	1082	16	2.3	Ragnar
	804,966	971,030	14,186	282	1443	16	2.3	Ragnar
Prod.	805,124	951,338	14,022	282.0	1,082.0	16.0	2.3	
6	823,549	905,442	13,714	282	2164	16	5	Ragnar
	823,549	946,519	14,098	282	2164	16	5	Ragnar
	812,723	968,130	14,269	282	1082	16	2.3	Ragnar
	812,723	1,046,471	14,877	282	1082	16	2.3	Ragnar
Prod.	818,136	966,640	14,240	282.0	1,623.0	16.0	3.7	

Cuadro 25. MEDIDAS ECONÓMICAS COMPARATIVAS PARA LOS DE NIVELES DE INVERSIÓN GLOBALES.

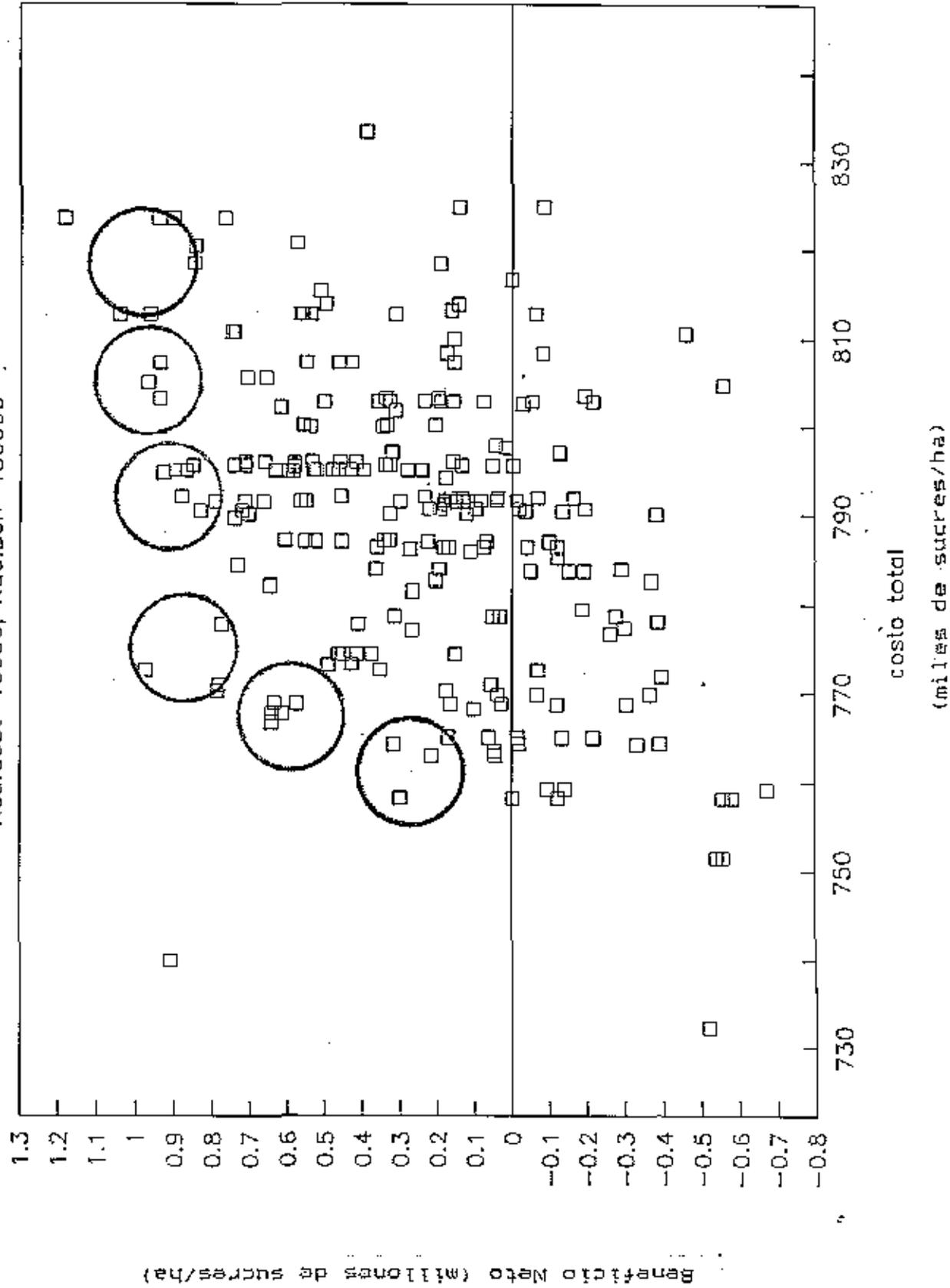
FACT	ABE	NIVEL "1"		NIVEL "2"		NIVEL "3"		NIVEL "4"		NIVEL "5"	
TRM		COSTO (CTT)	BENEF. (BE)								
FACT	ABE	762,579	250,279	767,824	621,468	772,861	831,245	795,569	879,325	805,124	951,338
CT	818,156	55,557	716,367	50,512	345,172	45,275	135,395	24,567	87,315	19012	15302
NIVEL "6"		1299.4%		6.6%	686.1%	299.1%		355.4%		117.6%	
BE	966,640	7.3%	286.2%	6.6%	55.5%	5.9%	16.3%	3.1%	9.9%	1.6%	1.6%
CT	805,124	42,545	701,065	37,300	329,870	32,263	120,093	11,555	72,013		
NIVEL "5"		1647.8%		4.9%	884.4%	372.2%		623.2%			
BE	951,338	5.6%	280.1%	4.9%	53.1%	4.2%	14.5%	1.5%	8.2%		
CT	793,589	30,990	629,052	25,745	257,857	20,708	48,080				
NIVEL "4"		2029.9%		3.4%	1001.6%	232.2%					
BE	879,325	4.1%	291.4%	3.4%	41.5%	2.7%	5.8%				
CT	772,861	10,282	560,972	5,097	209,777						
NIVEL "3"		5650.4%		0.7%	4164.7%						
BE	831,245	1.4%	232.1%	0.7%	35.8%						
CT	767,824	5,245	371,195								
NIVEL "2"		7077.1%									
BE	621,468	0.7%	148.3%								

Nota: "A" significa Aumento.

INSTITUTO VENEZOLANO
 DE INVESTIGACIONES
 CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

Fig 6. Analisis de Dominancia.

Rod.Cost=10000, Rad.Ben=150000



Cuadro 26. DEFINICION DE ALTERNATIVAS DE INVERSION EN LOS PEORES CASOS CON SUS RESPECTIVOS NIVELES ECONOMICOS DOMINANTES Y SUS CARACTERISTICAS TECNICAS PARA CADA NIVEL.

ALT.	NIVELES ECONOMICOS DOMINANTES			CARACTERISTICAS TECNICAS				VARIEDAD
	NIVEL DE INVERSION (s/ha)	NIVEL DE BENEFICIO (s/ha)	NIVEL DE RENDIMIENTO (kg/ha)	UREA (kg/ha)	RIEGO (m.cub./ha)	CONT.MALEZ. (j*/ha)	HERBICIDA (ue/ha)	
1	762,932	216,304	7,385	211	361	9	0	Ragnar
2	768,738	574,659	10,777	211	361	14	0	Ragnar
	767,544	613,628	11,059	282	361	7	0	Ragnar
	Prod.768,141	594,144	10,918	247	361	11	0.0	
3	770,197	788,698	12,354	282	1,262	16	0	Ragnar
4	790,400	832,895	12,898	282	721	14	2.3	Ragnar
	795,547	853,130	13,191	282	721	9	2.3	Ragnar
	Prod.792,973	843,012	13,045	282	721	12	2.3	
5	803,182	941,374	13,901	282	1,082	16	2.3	Ragnar
6	823,549	905,442	13,714	282	2,164	16	5	Ragnar

VIII.- CONCLUSIONES

Se obtuvieron conclusiones tanto para las variables no manejables y manejables como para los niveles de inversión globales:

A.- Conclusiones para las Variables no Manejables.

Se diferencian las conclusiones según, la edad, retención de humedad, variedad, y época de corte:

1. Sobre la Edad de la Caña.

Los rendimientos y beneficios disminuyen conforme aumenta la edad de la caña, y los mejores resultados se obtienen con edades comprendidas entre uno y tres años. La edad de la caña no da diferencias significativas en los costos de los canteros.

2. Sobre la Retención de Humedad.

Conforme aumenta la retención de humedad en el suelo los rendimientos y beneficios aumentan; esta afirmación es válida hasta 0.204 mm de penetración de agua por cm de profundidad del suelo.

3. Sobre la Variedad.

Los mejores resultados en cuanto a rendimiento y

beneficio se obtienen con la variedad Ragnar, incluso con bajos niveles de riego, aunque también requiere de más gasto en fertilización que la variedad Azul para obtener esos máximos rendimientos y beneficios. La variedad Azul actúa mejor con altos niveles de riego. El efecto de la variedad no da diferencia significativa en los costos.

4. Sobre la Época de Corte.

La mejor época de corte de la caña es el segundo tercio de la temporada de cosecha; sin embargo cortar en el primer tercio de la zafra da resultados apenas 3% inferiores que cortar en el segundo tercio. El efecto de la época de corte de la caña no da diferencia significativa en los costos. Conforme avanza la temporada de cosecha, incrementos en el riego disminuyen los rendimientos y beneficios, especialmente en el tercer tercio de la época de cosecha.

B.- Conclusiones para las Variables Manejables.

Se diferencian las conclusiones según el riego, la fertilización, y el control de malezas:

1. Sobre el Riego.

Los mejores rendimientos y beneficios se obtienen al regar con 2000 m³/ha de agua; pero la mejor tasa de retorno marginal se obtiene cuando se pasa de regar de 800 (aproximadamente el promedio actual) a 1000 m³/ha. Los

beneficios son poco sensibles a aumentos en el costo del riego y muy sensibles a disminuciones; en cambio, los beneficios son sensibles a disminuciones en el precio del y muy sensibles a aumentos. En situaciones de riesgo (el 25% de las peores) cualquier nivel de riego da pérdidas.

El riego presenta una interacción negativa con el costo de fertilización ya que aumentos en el riego disminuyen la tasa de aumento de los rendimientos.

2. Sobre la Fertilización.

El mejor rendimiento y beneficio se obtienen aplicando entre 36,000 a 38,000 sucres/ha; esto equivale a aplicar entre 290 y 300 kg/ha. En el 25% de las peores situaciones, cualquier nivel de gastos en fertilización da pérdidas.

Conforme se presentan disminuciones en el capital de inversión se requieren más inversiones en fertilización para obtener los mejores beneficios.

3. Sobre el Control de Malezas.

Emplear entre 45,000 y 65,000 sucres en control de malezas es la mejor alternativa cuando se dispone de suficiente capital.

Pasar de siete a nueve jornales/ha para el control de malezas da la mejor tasa de retorno marginal, aquí existiendo una baja sensibilidad en los beneficios por aumentos en el costo del jornal, y sensibilidad normal ante disminuciones en

el precio del azúcar. En los peores casos (25%) es preferible pasar de nueve a 16 jornales/ha para el control de maleza por obtener la mejor tasa de retorno marginal.

Pasar de 2.3 a 4.5 u.e/ha de herbicida da la mejor tasa de retorno marginal, presentando una sensibilidad media en los beneficios por aumentos en el costo de la u.e/ha de herbicida y por disminuciones en el precio del azúcar.

C.- Conclusiones para los Niveles de Inversión.

Desde el primer nivel de inversión hasta el nivel más alto se supera considerablemente la tasa de retorno mínima (80%) y se tiene un considerable aumento porcentual en los beneficios (casi 300%); además en situaciones desfavorables (33% de los casos) el nivel más alto de inversión ofrece también la mejor protección frente al riesgo.

IX.- RECOMENDACIONES

Para lograr un mayor beneficio se debería en lo posible acumular los cortes de caña entre el primero y segundo tercio de la época de cosecha, tratando de dejar la menor cantidad de caña para cortar en el tercer tercio de la temporada de cosecha, que es en el que se obtiene un menor beneficio.

Se puede mejorar el beneficio evitando que los canteros duren mas de 6 años.

Es posible obtener mejores resultados a largo plazo cambiando la variedad Azul por la Variedad Ragnar o por otra que pruebe ser mas rendidora.

Con cambios en el promedio de riego de 855 a 1000 m³/ha se puede mejorar el beneficio.

Si se desea tener mejores beneficios se debe gastar aproximadamente 36,000 sucres/ha en fertilización o sea 290 kg/ha en vez de 266 kg/ha que es el promedio de campo, a pesar de que se presenten situaciones desfavorables de capital.

Los mejores resultados en control de malezas se obtienen si se gasta entre 45,000 y 65,000 sucres/ha en control de malezas.

El beneficio se puede mejorar usando 16 jornales por hectárea en control de maleza en vez de 13 jornales que es el promedio

de campo.

Para obtener mejores beneficios es preferible aplicar 4.5 unidades equivalentes de herbicida por hectárea o sea casi dos aplicaciones de herbicida, en vez de 1.9 u.e/ha que es el promedio de campo.

Es posible mejorar globalmente el beneficio invirtiendo aproximadamente 820,000 sucres/ha en labores de campo.

Pueden obviarse algunas de las limitaciones de este estudio y aminorarse otras, a la vez que ampliarse los alcances, si se le da continuidad con posteriores investigaciones:

- a. Considerando la ampliación de las variables analizadas con otras fáciles de obtener como : pH, contenido de materia orgánica, nutrientes básicos del suelo, etc.. que permitan definir un índice de productividad potencial de cada cantero.
- b. Incorporando información de más años que extiendan el entorno ecológico a situaciones variadas: año lluvioso, año seco, año normal.
- c. Utilizando técnicas avanzadas de análisis multivariante, que permitan extraer mayores y más rigurosas conclusiones. Según la estructura de datos de la información que se tendría que manejar, se puede recomendar el uso de las siguientes técnicas (aquí no utilizadas) de análisis multivariante:
 - Análisis Conjunto de Varianzas y Covarianzas de varias

variables (Hotelling & Wishart).

- Análisis Factorial.
- Cluster Análisis y Análisis Discriminante.

X. BIBLIOGRAFIA

- AARON, S. 1973. Uso de Modelos de Simulación en Proyecciones Operacionales y Financieras. Revista Sugar y Azúcar. 68(3): 47-48.
- 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.
- AVEDILLO, M. Análisis Comparativo. Apuntes para el curso de Métodos Estadísticos para Agricultura. Honduras. EAP. Depto. Economía Agrícola y Agronegocios. 13 p.
- AVEDILLO, M. La Etapa Previa del Diagnóstico Evaluativo. El Análisis Gerencial. Apuntes para el curso de Administración de empresas Agrarias. Honduras. EAP. Depto. Economía Agrícola y Agronegocios. 25 p.
- 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.
- 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.
- COCHRANE, P. 1973. Metodos de Control de Malezas en Taiwan. Revista Sugar y Azúcar. New York. 68 (10):52-55.

- COLBY, S. 1989. *Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America*. 6ed. Champaign, Illinois. 189 p.
- COMPANIA AZUCARERA VALDEZ. Registros de campo. 1988-1989. Ecuador. Depto. de Campo. 575 p.
- COMPANIA AZUCARERA VALDEZ. Estados Financieros. 1987-1989. Ecuador. Depto. de Contabilidad. sp.
- CORDONIER, P. et al. 1973. *Economía de la Empresa Agraria*. Edit. Mundi-Prensa. España. 260 p.
- CUSHING, R. 1966. Riego por Aspersión: Clave del éxito en Rodesia. *Revista Sugar y Azúcar*. New York. 61 (4):77-79.
- CHOMBART, J. et al. 1965. *Moderna Gestión de la Explotaciones Agrícolas*. Edit. Mundi-Prensa. España.
- CHARDON, F. 1962. Los Negocios Ordinarios, Azúcar e Investigación. *Revista Sugar y Azúcar*. New York. 57 (12):88-89.
- DILLON, J.L. 1977. *The Analysis of Response in Crop and Livestock Production*. Pergamon Press, Oxford, Great Britain. 213p.
- DOLL, J.P., y DRAZEM, F. 1978. *Production Economics: Theory with Applications*. 2ed. John Wiley and Sons, Inc. USA. 470p.
- DUNN, G. 1987. *Analysis of Variance and Regression*. 2ed. John Willey & Sons. New York. 435p.
- FALCONNIER, R. et al. 1975. *Caña de azúcar*. Edit. Blume. España. 380 p.
- FAO. 1988. *Anuario FAO de Producción*. Roma. 41(B2):179-180.
- HARRINGTON, L. 1982. *Ejercicios Sobre el Análisis Económico de Datos Agronómicos: Documento de Trabajo*. Economic Program. (trad. del inglés por Ma. Luisa Rodríguez y Gustavo Saín). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. 69p.
- HEADY, E. y DILLON, J. 1961. *Agricultural Production functions*. Iowa, USA. ISUPRES. 595p.
- HEADY, E., PESJEK, J. y BROWN, W. 1953. *Crop Response Surfaces and Economic Optimum in Fertilizer Use*. Iowa Agric. Bulletin 424, Ames, Iowa, ISU.

- HILTON, H. 1967. Herbicidas para Caña en Hawaii. Revista Sugar y Azúcar. New York. 62(9):79-80.
- INIA. 1976. Sistemas de Engorde de Terneros en los Regadíos de Zaragoza. Madrid, España. 1:7-20.
- JOHNSTON, J. 1960. Análisis Estadístico de los Costes. Edit. McGraw-Hill, Inc. España.
- KLEINBAUM, D. 1987. Applied Regression Analysis an Other Multivariate Methods. Pws-Kent. Boston, Massachusetts. 718 p.
- LEFFINGWELL, R. 1963. Investigación Hawaiana sobre Regadío. Revista Sugar y Azúcar. New York. 58(11):118-119.
- 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.
- MENDENHALL, W. 1987. Introducción a la Probabilidad y la Estadística. Ed. N. Grafe P. 5a ed. Iberoamérica. México, D.F. 626 p.
- MENDENHALL, W., SCHAEFFER, R.L. y WACKERLY, D. 1986. Estadística matemática con aplicaciones. Trad. del inglés por Valckx y de la Fuente. Editorial Iberoamérica, México. 731 p.
- MUMFORD, J.D. 1981. Pest Control Decision Making: Sugarbeet in England. Journal of Agricultural Economics. 32: 31-41.
- FERRIN, R.K., et al. 1976. Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México, D.F. 54p.
- REICHE CAAL, C.E., et al. 1982. Metodología Práctica para Análisis Económico de Resultados de Investigación Agrícola. Secretaría de Recursos Naturales. Programa Nacional de Investigación Agropecuaria. Tegucigalpa, Honduras. 70p.
- 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. 83p.

- SHENG, Y. 1972. Tolerancia de la Caña de Azúcar a los Herbicidas con Diferentes Tipos de Propagación. Revista Sugar y Azúcar. New York. 67(5):56-58.
- STEEL, R. y TORRIE, J. 1985. Bioestadística: Principios y Fundamentos. Trad. del inglés por R. Martínez. Mc Graw Hill. Colombia. 622 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.
- 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.

Anexo 1. VARIABLES FIJAS Y MANEJABLES Y RESULTADOS POR CANTEROS.

Numero	FC	SED	VA	RH	JM	ME	MR	FE	RE	CT	BE
de											
icanteroi											
81-05	3	8	Azul	0.156	7	0.0	361	211	1,381	750,187	(581,238)
81-06	3	8	Azul	0.205	14	0.0	361	211	3,669	768,738	(303,346)
81-07	1	8	Azul	0.205	14	0.0	721	282	7,805	782,680	204,191
81-11	1	8	Azul	0.204	14	2.3	1082	282	7,813	808,313	175,829
81-16	2	8	Ragnar	0.180	7	0.0	361	282	7,441	764,984	169,810
81-29	1	8	Ragnar	0.205	14	2.3	721	282	6,352	791,917	38,850
81-31	1	8	Ragnar	0.204	14	2.3	1082	282	8,934	797,025	320,681
81-32	1	8	Ragnar	0.205	14	2.3	721	282	8,049	790,671	220,203
81-34	1	8	Ragnar	0.205	16	2.3	721	282	9,989	795,035	462,201
81-36	1	8	Azul	0.156	14	2.3	721	282	4,674	802,813	(215,068)
81-40	3	8	Azul	0.204	7	0.0	721	211	5,982	764,261	(16,732)
81-41	3	8	Ragnar	0.204	14	0.0	361	211	5,610	769,755	(66,846)
81-42	3	8	Ragnar	0.180	7	0.0	361	211	5,304	759,153	(95,000)
82-01	1	7	Azul	0.234	14	0.0	721	282	6,812	786,281	76,542
82-05	3	7	Ragnar	0.205	14	0.0	361	282	6,492	778,707	33,257
82-06	1	7	Ragnar	0.204	16	2.3	721	282	10,827	807,223	548,393
82-10	1	7	Ragnar	0.156	14	2.3	721	282	5,979	802,813	(53,304)
82-11	2	7	Ragnar	0.205	14	0.0	361	211	6,352	768,738	29,001
82-12	2	7	Ragnar	0.204	16	0.0	361	282	12,086	790,480	720,738
82-16	1	7	Ragnar	0.204	14	0.0	721	282	6,962	791,570	83,009
82-19	3	7	Ragnar	0.204	7	0.0	361	211	2,987	764,215	(389,732)
82-23	2	7	Ragnar	0.204	14	0.0	721	282	7,767	783,844	194,985
82-26	1	7	Ragnar	0.204	14	2.3	721	282	5,769	791,917	(67,283)
82-27	1	7	Ragnar	0.205	14	2.3	1082	282	5,321	797,025	(125,977)
82-29	2	7	Ragnar	0.204	7	2.3	721	282	7,745	791,137	182,171
82-30	1	7	Azul	0.234	7	2.3	721	282	4,066	776,677	(260,999)
82-38	1	7	Azul	0.204	16	2.3	721	282	7,611	807,223	155,382
82-42	3	7	Azul	0.205	7	0.0	361	211	5,065	758,187	(122,957)
82-42	3	7	Ragnar	0.204	7	0.0	361	211	3,452	764,215	(330,924)
82-43	1	7	Ragnar	0.204	16	2.3	721	282	10,088	807,223	461,659
82-44	1	7	Ragnar	0.205	14	2.3	1082	282	5,803	808,313	(81,458)
82-45	1	7	Ragnar	0.205	14	2.3	721	282	7,631	802,813	157,674
82-57	1	7	Ragnar	0.204	16	0.0	721	282	9,673	795,980	416,767
82-60	2	7	Ragnar	0.204	14	0.0	361	211	11,267	768,738	634,759
82-67	2	7	Ragnar	0.205	16	0.0	721	211	7,197	785,801	111,870
83-01	1	6	Azul	0.234	16	2.3	721	282	11,065	795,045	597,493
83-02	1	6	Azul	0.205	16	0.0	721	282	8,023	786,972	226,845
83-03	1	6	Azul	0.205	16	0.0	721	282	6,797	786,972	68,896
83-08	1	6	Ragnar	0.191	14	2.3	721	282	7,012	802,813	76,656
83-09	1	6	Ragnar	0.191	14	0.0	721	282	6,230	791,570	(11,399)
83-10	2	6	Ragnar	0.204	16	0.0	721	282	8,935	787,045	328,431
83-11	2	6	Ragnar	0.234	16	0.0	721	282	10,037	795,980	458,637
83-16	1	6	Azul	0.204	14	0.0	361	211	3,226	769,755	(363,284)
83-18	1	6	Azul	0.234	16	0.0	721	282	11,966	791,489	712,106

Continuación...

84-04	1	5	Azul	0.234	16	0.0	721	282	7,248	791,489	119,638
84-10	1	5	Ragnar	0.191	16	0.0	721	282	11,611	791,489	663,581
84-14	2	5	Azul	0.191	16	0.0	721	282	7,484	791,489	151,985
84-15	2	5	Azul	0.180	7	0.0	361	282	6,544	764,984	61,533
84-19	2	5	Azul	0.234	16	0.0	721	282	10,718	791,489	549,985
84-28	3	5	Azul	0.204	14	0.0	721	282	9,174	783,844	364,333
84-29	3	5	Azul	0.205	14	2.3	721	282	7,384	791,917	133,471
84-30	3	5	Azul	0.205	14	2.3	721	282	7,637	791,917	164,018
84-32	1	5	Azul	0.156	14	2.3	721	282	6,119	790,671	(18,983)
84-33	1	5	Azul	0.180	14	2.3	721	282	7,807	790,671	193,576
84-34	1	5	Azul	0.205	14	2.3	721	282	7,034	790,671	97,420
84-35	1	5	Azul	0.204	14	0.0	721	282	6,627	791,570	42,620
84-36	3	5	Azul	0.204	7	0.0	361	211	4,912	759,153	(140,377)
84-37	3	5	Azul	0.204	7	0.0	361	211	668	759,153	(674,618)
84-38	2	5	Azul	0.180	14	0.0	361	211	1,539	751,522	(556,195)
84-39	2	5	Azul	0.180	14	0.0	361	211	1,663	751,522	(540,795)
84-40	2	5	Azul	0.180	14	0.0	361	282	3,999	778,707	(274,916)
84-41	2	5	Azul	0.180	14	0.0	361	211	2,989	771,910	(395,388)
84-42	2	5	Azul	0.180	9	0.0	721	282	9,431	777,766	410,246
84-43	2	5	Azul	0.180	9	0.0	361	282	7,521	770,191	175,512
84-47	1	5	Azul	0.205	14	2.3	721	211	4,690	783,604	(190,699)
84-49	1	5	Ragnar	0.205	16	2.3	721	282	8,976	795,608	340,520
84-50	1	5	Ragnar	0.204	9	0.0	721	282	12,377	777,766	775,854
84-51	2	5	Ragnar	0.205	16	0.0	1262	282	9,043	802,851	328,215
84-52	2	5	Ragnar	0.204	16	0.0	1262	282	8,285	802,851	234,134
84-53	2	5	Ragnar	0.234	16	0.0	721	282	12,672	791,489	794,652
84-55	2	5	Ragnar	0.205	9	2.3	721	282	13,191	795,547	853,130
84-56	2	5	Ragnar	0.191	14	0.0	721	282	7,749	791,570	180,637
84-57	1	5	Ragnar	0.204	16	2.3	721	282	10,881	795,608	580,402
84-58	1	5	Ragnar	0.204	14	2.3	721	282	12,898	790,400	832,895
84-59	3	5	Ragnar	0.204	16	2.3	721	282	11,985	795,608	712,614
84-60	1	5	Azul	0.204	16	0.0	721	282	8,642	791,489	299,987
84-61	1	5	Azul	0.205	14	0.0	721	282	5,239	786,281	(119,552)
85-01	1	4	Azul	0.204	16	2.3	1082	282	9,030	803,182	337,941
85-03	1	4	Azul	0.205	16	2.3	721	282	6,703	795,608	54,286
85-04	1	4	Azul	0.191	14	2.3	721	282	5,193	790,400	(134,869)
85-05	1	4	Azul	0.205	16	2.3	1082	282	7,926	803,182	197,674
85-06	3	4	Azul	0.205	7	0.0	361	211	1,689	732,210	(519,392)
85-07	1	4	Azul	0.156	14	2.3	721	211	4,994	783,604	(151,416)
85-09	1	4	Azul	0.205	16	2.3	1803	282	7,653	809,931	155,027
85-10	1	4	Azul	0.156	16	0.0	721	282	9,005	787,045	342,513
85-13	1	4	Ragnar	0.191	16	0.0	721	282	11,096	787,045	605,484
85-15	1	4	Ragnar	0.234	16	2.3	721	282	7,346	795,608	135,771
85-16	1	4	Ragnar	0.234	16	2.3	721	282	12,228	795,608	740,935
85-17	2	4	Azul	0.180	7	0.0	361	211	1,580	758,187	(555,221)
85-18	1	4	Azul	0.180	16	2.3	1082	282	5,875	812,723	(62,469)
85-19	1	4	Azul	0.205	14	2.3	721	282	4,729	790,671	(193,069)
85-2	1	4	Azul	0.205	16	2.3	721	282	6,728	795,608	51,158
85-21	1	4	Azul	0.204	16	2.3	721	282	9,830	807,223	427,435

Continuación...

85-22	1	4	Azul	0.204	16	2.3	1082	282	8,952	812,723	311,764
85-23	1	4	Azul	0.204	16	2.3	1082	282	110,759	812,723	536,447
85-24	2	4	Azul	0.180	9	0.0	361	211	5,132	768,625	(121,056)
85-26	2	4	Azul	0.205	16	2.3	721	282	8,930	795,608	328,055
85-28	1	4	Ragnar	0.191	16	2.3	721	282	110,951	795,635	583,976
85-29	1	4	Azul	0.204	16	2.3	721	282	8,196	795,635	242,720
85-30	1	4	Azul	0.204	16	2.3	721	282	8,497	795,635	279,749
85-31	1	4	Ragnar	0.156	16	2.3	1082	282	9,061	800,001	345,991
85-32	1	4	Ragnar	0.204	16	2.3	721	282	110,529	795,635	529,041
85-33	2	4	Ragnar	0.204	16	0.0	721	282	111,661	795,980	660,148
85-34	2	4	Ragnar	0.205	16	0.0	721	282	111,010	795,980	580,002
85-35	2	4	Ragnar	0.204	14	2.3	721	282	9,290	802,813	357,203
85-36	1	4	Ragnar	0.234	16	2.3	1082	282	113,901	803,182	941,894
85-43	2	4	Azul	0.204	9	0.0	721	211	6,563	770,970	56,008
85-45	2	4	Ragnar	0.191	7	0.0	361	282	9,894	774,394	463,517
85-46	2	4	Ragnar	0.205	7	0.0	361	282	6,906	768,134	102,282
85-47	2	4	Ragnar	0.205	7	0.0	361	282	6,436	763,027	46,337
85-52	2	4	Ragnar	0.205	16	0.0	361	282	111,430	782,080	645,048
85-53	2	4	Ragnar	0.180	16	0.0	361	282	8,369	777,114	268,106
85-55	2	4	Ragnar	0.204	16	0.0	361	211	110,130	773,103	490,498
85-57	3	4	Ragnar	0.205	14	0.0	361	211	110,777	768,738	574,659
85-58	2	4	Ragnar	0.191	9	2.3	361	211	112,451	770,923	782,980
85-63	3	4	Ragnar	0.204	7	0.0	361	211	6,051	758,187	(1,808)
85-64	3	4	Ragnar	0.204	14	0.0	902	282	3,254	790,069	(379,974)
85-66	1	4	Azul	0.205	7	0.0	361	211	8,314	758,187	298,656
86-01	1	3	Ragnar	0.180	7	2.3	1443	282	112,354	810,757	748,138
86-01	1	3	Ragnar	0.180	16	0.0	1262	282	112,354	770,197	788,698
86-02	1	3	Ragnar	0.180	16	2.3	721	282	110,441	795,635	523,093
86-04	1	3	Azul	0.180	16	2.3	721	282	110,150	795,635	477,822
86-05	1	3	Azul	0.180	16	2.3	1262	282	110,355	802,707	501,034
86-06	1	3	Ragnar	0.180	16	2.3	1082	282	7,930	800,153	205,318
86-07	1	3	Ragnar	0.204	16	0.0	1082	282	9,870	792,079	456,540
86-08	1	3	Azul	0.205	16	0.0	721	282	110,645	786,972	561,359
86-09	1	3	Azul	0.180	16	0.0	721	282	9,887	786,972	435,070
86-10	1	3	Azul	0.156	16	0.0	1082	282	8,172	792,079	235,049
86-11	1	3	Azul	0.234	14	0.0	721	282	3,911	783,844	(289,570)
86-12	1	3	Azul	0.180	16	0.0	721	282	5,450	786,972	(99,351)
86-14	1	3	Azul	0.180	16	0.0	721	282	7,596	795,980	158,105
86-15	1	3	Ragnar	0.204	16	0.0	721	282	110,382	786,972	524,597
86-16	1	3	Azul	0.234	16	0.0	721	282	110,607	795,980	532,551
86-17	2	3	Ragnar	0.204	7	0.0	361	282	9,193	774,394	375,167
86-18	1	3	Ragnar	0.191	16	0.0	721	282	112,009	795,980	712,156
86-20	2	3	Ragnar	0.180	14	0.0	721	211	4,728	779,485	(187,260)
86-21	2	3	Ragnar	0.180	7	0.0	721	282	9,618	773,242	427,781
86-22	2	3	Ragnar	0.180	7	0.0	361	282	9,811	774,394	451,697
86-23	3	3	Ragnar	0.180	7	0.0	1262	211	3,125	777,964	(384,577)
86-24	2	3	Ragnar	0.180	16	0.0	721	282	110,848	791,489	563,393
86-25	2	3	Ragnar	0.204	14	0.0	361	282	8,475	786,070	273,439
86-26	2	3	Ragnar	0.204	16	2.3	1082	282	114,269	812,723	968,130
86-28	2	3	Ragnar	0.180	7	0.0	361	282	5,027	764,984	(133,526)

Continuación...

86-29	2	3	Ragnar	0.234	7	0.0	361	282	4,384	764,984	(215,999)
86-32	2	3	Ragnar	0.234	14	0.0	361	282	8,729	778,707	314,021
86-33	2	3	Ragnar	0.160	16	2.3	721	282	9,782	795,043	427,414
86-34	3	3	Ragnar	0.180	14	0.0	1443	211	5,877	783,634	(49,981)
86-35	2	3	Azul	0.205	16	2.3	721	282	113,331	795,035	870,363
86-37	2	3	Ragnar	0.205	7	2.3	361	211	11,292	766,558	642,830
86-38	2	3	Ragnar	0.191	9	0.0	361	211	7,835	762,932	216,304
86-40	3	3	Ragnar	0.204	14	0.0	361	282	6,645	778,707	51,924
86-41	3	3	Ragnar	0.191	7	0.0	721	211	6,486	763,533	47,399
86-42	2	3	Ragnar	0.204	7	0.0	361	282	11,280	767,544	641,463
86-43	2	3	Ragnar	0.234	7	0.0	361	282	11,059	767,544	613,628
86-46	3	3	Ragnar	0.205	14	0.0	1443	211	5,274	783,078	(122,063)
86-47	3	3	Ragnar	0.205	14	0.0	902	211	3,798	777,417	(297,921)
86-51	3	3	Ragnar	0.204	14	0.0	361	211	7,471	768,738	164,951
87-01	2	2	Ragnar	0.180	16	0.0	1082	282	113,393	792,079	884,154
87-02	2	2	Ragnar	0.156	16	2.3	721	282	11,416	795,045	631,838
87-03	1	2	Ragnar	0.204	16	2.3	1082	282	110,592	800,001	537,829
87-04	2	2	Ragnar	0.204	16	2.3	1082	282	14,877	812,723	1,046,471
87-05	1	2	Ragnar	0.204	16	2.3	721	282	113,780	807,223	941,089
87-06	2	2	Ragnar	0.180	16	0.0	1082	282	113,388	792,079	882,107
87-07	1	2	Ragnar	0.180	16	2.3	721	282	113,506	795,045	901,026
87-08	1	2	Ragnar	0.156	16	2.3	1082	282	9,056	800,153	336,285
87-09	2	2	Ragnar	0.180	16	2.3	1082	282	110,845	800,153	556,720
87-10	2	2	Ragnar	0.234	16	2.3	361	282	111,832	790,070	703,470
87-11	2	2	Ragnar	0.204	14	0.0	721	282	7,743	786,281	184,031
87-13	2	2	Ragnar	0.180	14	0.0	721	282	9,185	786,281	360,546
87-14	2	2	Ragnar	0.234	9	2.3	1082	282	12,191	789,551	741,824
87-16	2	2	Ragnar	0.180	14	0.0	721	282	5,964	786,281	(40,427)
87-17	1	2	Azul	0.204	16	2.3	1082	282	110,961	812,723	564,863
87-18	1	2	Ragnar	0.234	16	2.3	1082	282	110,931	812,723	558,673
87-19	3	2	Azul	0.180	14	0.0	721	211	8,369	781,391	263,391
87-21	2	2	Ragnar	0.180	16	2.3	721	282	9,531	795,035	397,306
87-22	1	2	Ragnar	0.234	16	2.3	721	282	6,239	795,608	(3,007)
87-23	1	2	Ragnar	0.156	16	2.3	721	282	9,022	795,608	337,972
87-24	2	2	Ragnar	0.180	14	0.0	721	282	7,639	786,281	168,668
87-25	2	2	Ragnar	0.204	7	0.0	361	282	5,996	764,984	(13,688)
87-26	2	2	Ragnar	0.180	7	0.0	361	282	4,362	764,984	(216,664)
87-27	2	2	Ragnar	0.205	9	0.0	721	282	12,138	784,304	733,544
87-28	2	2	Ragnar	0.156	7	0.0	721	282	5,625	772,558	(68,019)
87-29	2	2	Ragnar	0.205	7	0.0	721	282	9,023	772,558	353,167
87-30	3	2	Ragnar	0.191	14	2.3	1262	282	8,893	801,762	312,077
87-30	2	2	Ragnar	0.191	14	0.0	902	282	7,298	790,069	121,804
87-32	2	2	Ragnar	0.191	14	0.0	1262	282	6,514	797,643	16,433
87-33	3	2	Ragnar	0.234	14	2.3	902	282	7,747	794,187	176,501
87-34	2	2	Ragnar	0.204	14	2.3	721	282	6,001	790,400	(36,049)
87-35	3	2	Ragnar	0.180	14	2.3	721	282	7,960	802,813	191,298
87-36	2	2	Ragnar	0.180	14	0.0	721	282	7,378	791,570	129,822
87-37	2	2	Ragnar	0.204	7	0.0	721	282	113,957	772,558	977,448
87-38	2	2	Ragnar	0.180	14	0.0	1262	282	8,950	790,128	327,646
87-39	2	2	Ragnar	0.205	7	0.0	361	211	8,672	764,213	316,323

Continuación...

87-40	3	2	Ragnar	0.204	7	0.0	361	282	7,414	774,394	151,478
87-41	3	2	Ragnar	0.180	7	0.0	361	282	9,496	774,394	414,203
87-42	3	2	Ragnar	0.205	14	0.0	1267	211	3,310	782,524	(368,041)
87-43	3	2	Ragnar	0.205	14	0.0	361	211	6,457	769,755	38,842
88-01	1	1	Ragnar	0.234	16	5.0	2164	282	12,569	823,549	767,922
88-02	1	1	Ragnar	0.180	16	5.0	2164	282	16,032	823,549	(1,187,224)
88-03	1	1	Ragnar	0.180	16	5.0	2164	282	13,714	823,549	905,442
88-04	3	1	Ragnar	0.205	16	5.0	2164	282	14,098	823,549	946,519
88-05	1	1	Ragnar	0.180	14	2.3	2164	282	11,135	820,699	574,859
88-06	2	1	Ragnar	0.204	14	5.0	2164	282	13,322	820,421	847,723
88-07	2	1	Ragnar	0.234	16	5.0	1803	282	13,312	818,442	849,455
88-08	2	1	Azul	0.180	14	5.0	1803	282	10,595	815,314	512,988
88-09	2	1	Azul	0.205	16	2.3	1803	282	7,995	818,332	193,341
88-11	2	1	Azul	0.191	7	5.0	1803	282	4,827	803,520	(192,910)
88-12	2	1	Azul	0.234	14	2.3	1803	282	7,740	813,124	162,355
88-13	3	1	Azul	0.234	7	5.0	1803	282	1,942	804,712	(557,049)
88-16	3	1	Azul	0.191	14	2.3	1803	282	11,641	805,566	656,056
88-19	2	1	Azul	0.205	16	2.3	1443	282	12,372	810,757	740,818
88-20	2	1	Ragnar	0.204	14	2.3	1803	282	12,108	805,566	707,313
88-21	2	1	Ragnar	0.205	16	2.3	1443	282	14,186	804,966	971,030
88-22	2	1	Ragnar	0.191	9	2.3	1443	282	13,794	794,795	931,599
88-23	2	1	Ragnar	0.234	7	2.3	1443	282	11,353	802,137	617,344
88-25	2	1	Azul	0.204	14	2.3	1443	282	7,616	813,813	443,596
88-26	3	1	Ragnar	0.234	7	2.3	1443	282	4,969	791,826	(163,863)
88-27	2	1	Ragnar	0.204	14	5.0	1984	282	9,767	833,306	387,856
88-33	2	1	Ragnar	0.205	14	2.3	1443	282	10,502	813,813	498,034
88-34	2	1	Ragnar	0.204	7	2.3	1984	282	6,733	797,878	44,968
88-37	3	1	Ragnar	0.204	14	2.3	1673	282	6,544	816,563	766
88-39	3	1	Ragnar	0.180	14	2.3	2164	282	5,942	824,812	(83,348)
88-40	3	1	Ragnar	0.205	7	2.3	1082	211	13,259	739,897	913,461
88-42	3	1	Ragnar	0.191	14	0.0	2164	282	6,190	802,541	(27,592)
88-43	3	1	Ragnar	0.205	14	2.3	2164	282	7,737	824,812	142,087
88-44	3	1	Ragnar	0.234	14	2.3	2164	282	2,777	810,532	(457,049)

Anexo 2. CANTEROS ELIMINADOS POR EXCEPCIONALES.

VARIABLE	NIVEL	# DE CANTEROS ELIMINADOS
Edad (ED)	9-15 años	18
Jornales por ha (JM)	23	5
Variedad (VA)	Barbados	3
	PR 1039	4
Riego (MR)	2,500	1
Total de Canteros Eliminados		31 (12% del total)