

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Eficiencia económica del uso de plaguicidas
en papa en la época de verano en la zona norte
de la provincia de Cartago, Costa Rica

Tesis sometida a la consideración de la comisión del Programa
Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro
Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al
grado de:

Magister Scientiae

por

Irma Hernández Cambronero

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL
Turrialba, Costa Rica
1988

DEDICATORIA

A mi padre Mario
y a mi hermana Virginia,
cuyo grato recuerdo ha sido
estímulo en mi vida.

A mi madre Nelly
quien con su consejo
y esfuerzo me ha formado.

A mi esposo Wilbert
por su amor y comprensión.
Y a nuestro hijo...

AGRADECIMIENTO

Deseo dejar constancia de mi sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, que de una u otra forma, hicieron posible la realización de este trabajo.

Al Dr James B. French, gestor intelectual de esta investigación, por sus enseñanzas, su apoyo incondicional y su apreciable amistad.

A los miembros del Comité Asesor Dr Elkin Bustamante, M.Sc. Margarita Meseguer de Ledezma, M.Sc. José Arze Borda y Dr. Ronald Vargas por las sugerencias y la revisión del presente estudio.

Al señor Carlos Vargas Sevilla por su valiosa colaboración en las labores de campo.

A todo el personal del Proyecto Manejo Integrado de Plagas por su cordial acogida y la amistad brindada, en especial al Lic. Gustavo Calvo, a Isabel Royo, Yorleny Pérez y Floribeth Salguero.

Al Ing. Carlos R. Ramírez A. del Centro Agrícola Regional de Cartago por la colaboración brindada.

A mi esposo M.Sc. Wilbert Phillips por el apoyo y estímulo brindado durante mis estudios.

A la señorita Mayela Alvarado por su amistad y la asistencia en la labor mecanográfica.

A mis compañeros de promoción, en quienes encontré cariño y solidaridad, especialmente a Dora Flores, Josefina Espaillat, Felipe Cerón, Werner Ovalle, Leopoldo Gómez, Armando Ferrufino, y Lionel Isaac.

A mis amigos Nidia Morera, Marlen Vargas, Francisco y Helga de Mesén, Oscar y Marielos de Brenes por los gratos momentos compartidos.

Al Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) por el apoyo económico brindado durante mis estudios y muy especialmente al Dr Germán Escobar, quien hizo posible la consecución del mismo.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y a la Universidad de Costa Rica por permitirme la realización de mis estudios de maestría.

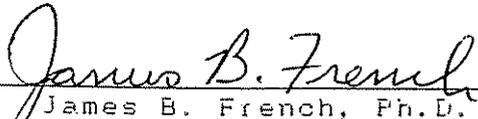
A todos los productores de papa de la provincia de Cartago, sin cuya colaboración no hubiera sido posible realizar este trabajo.

A todos ellos , MUCHAS GRACIAS.

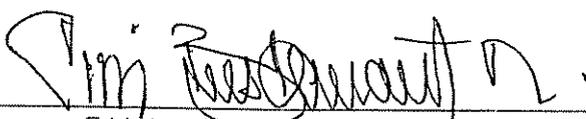
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la
Comisión de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR -
CATIE como requisito parcial para optar el grado de:

Magister Scientiae

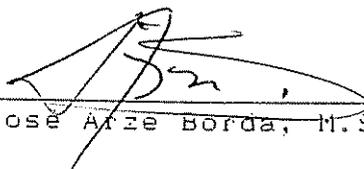
JURADO:



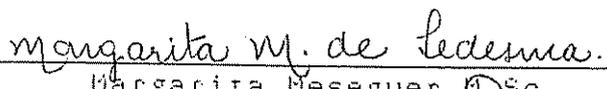
James B. French, Ph.D. Profesor Consejero



Elkin Eustamante, Ph.D. Miembro del Comité



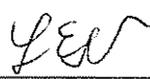
José Arze Borda, M.Sc. Miembro del Comité



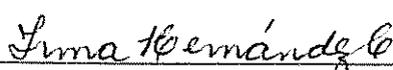
Margarita Meseguer M.Sc. Miembro del Comité



Director del Programa de Estudios de Posgrado en
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales UCR-CATIE



Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de la
Universidad de Costa Rica



Irma Hernández Cambrero
Candidata

BIOGRAFIA

La autora nació en Nandayure, Provincia de Guanacaste, Costa Rica el 25 de diciembre de 1957. Realizó sus estudios secundarios en el Liceo de Atenas. Cursó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, en donde se graduó de Bachiller en Economía Agrícola en 1982.

De setiembre de 1982 a junio de 1985 laboró en el Departamento de Producción Vegetal del CATIE en el Proyecto Módulos de Acción Concentrada CATIE/CEE.

En marzo de 1985 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el CATIE, donde obtuvo el título de Magister Scientiae en 1988.

CONTENIDO

	PAGINA
RESUMEN	x
SUMMARY	xiii
LISTA DE CUADROS	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Eficiencia Económica	4
2.2. Medición de la eficiencia económica	5
2.2.1. Fronteras de producción	6
2.2.2. Funciones de producción	7
2.2.3. Dualidad	7
2.2.3.1. Concepto de Dualidad	7
2.2.3.2. Función de Ingreso	9
2.3. Aplicaciones de la función de ingreso a la agricultura	11
2.3.1. Estimación de funciones de oferta y demanda	11
2.3.2. Estimación de elasticidades	12
2.3.3. Estimación de parámetros de eficiencia económica	14
2.4. Problemática del uso de plaguicidas en Costa Rica	18
2.5. Estimación de la productividad de los plaguicidas	21

3.	MATERIALES Y METODOS	24
3.1.	Localización	24
3.2.	Recolección de información	24
a.	Encuesta preliminar	25
b.	Seguimiento dinámico	27
3.3.	marco teórico	28
3.4.	Evaluación de la eficiencia económica relativa.....	33
3.5.	Evaluación de la eficiencia de precios absoluta.....	35
3.6.	Estimación de las elasticidades.....	36
3.7.	Modelos	36
a.	Modelo I	37
b.	Modelo II	39
3.6.	Hipótesis a probar	41
3.7.	Análisis de la información.....	43
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	45
4.1.	Descripción tecnológica del cultivo	45
4.1.1.	Preparación del terreno	45
4.1.2.	Surqueada y siembra	46
4.1.3.	Primera fertilización	47
4.1.4.	Aporca y Segunda fertilización ..	47
4.1.5.	Control de malezas	48
4.1.6.	Atomizaciones al follaje	49
4.1.7.	Cosecha	50

4.2.	Eficiencia Económica Relativa: Compara-	
	ciones entre grupos	51
4.2.1.	Modelo I	51
4.2.2.	Modelo II	54
4.3.	Eficiencia de precios absoluta	56
4.4.	Elasticidad de demanda de los plaguici-	
	das	64
5.	CONCLUSIONES	67
6.	RECOMENDACIONES	71
7.	LITERATURA CITADA	72
8.	APENDICE	79

RESUMEN

EFICIENCIA ECONOMICA DEL USO DE PLAGUICIDAS EN PAPA EN LA EPOCA DE VERANO EN LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE CARTAGO

La papa es uno de los principales cultivos hortícolas de la provincia de Cartago. Estudios realizados en esa zona (Arauz et al, 1983), hacen suponer que los agricultores están haciendo un uso excesivo de plaguicidas, lo cual, además de incrementar los costos de producción, ocasiona graves problemas ambientales.

La problemática en torno al uso de plaguicidas ha creado la necesidad de desarrollar métodos alternativos de combate, que sean más económicos y tengan un menor impacto ecológico. Dentro de este contexto, es importante saber si los agricultores son económicamente eficientes en el uso de estos insumos, ya que de ello depende la adopción de las nuevas técnicas de combate que se desarrollen.

Los objetivos de la presente investigación fueron:

- a) Caracterizar la tecnología utilizada por los agricultores en el cultivo de la papa.
- b) Evaluar la eficiencia económica del uso de plaguicidas en papa, y determinar el efecto que sobre ésta tiene el área total de la finca dedicada al cultivo, la tenencia del papal, la disponibilidad de crédito, el mes de siembra, la experiencia del agricultor y la actividad principal de la finca.
- c) Evaluar el grado de maximización de ingreso en la distribución de plaguicidas en el cultivo.
- d) Estimar las elasticidades de demanda de los plaguicidas con respecto; al precio de los mismos, al precio de la papa, y a las cantidades de insumos fijos.

El estudio se realizó en la zona norte de la provincia de Cartago, en las localidades de Tierra Blanca, Llano Grande y Pacayas, durante la época de siembra veranera comprendida entre los meses de octubre de 1986 a marzo de 1987.

Se seleccionaron 37 agricultores, los cuales fueron visitados quincenalmente durante todo el ciclo del cultivo. En cada visita se registraron las actividades realizadas, incluyendo las cantidades y costos de los insumos utilizados. Se llevaron además registros de la producción, precios del producto, plagas que se presentaron, así como información socioeconómica de las fincas.

Para evaluar la eficiencia económica relativa y sus componentes de eficiencia de precios y eficiencia técnica, se utilizó la metodología desarrollada por Lau y Yotopoulos (1971). Esta consiste en estimar una función de ingreso normalizada, (en este caso se basó en una función de producción Cobb-Douglas) conjuntamente con las funciones de demanda de los insumos variables. Para resolver el sistema de ecuaciones se utilizó el método de regresión de Zellner (técnica SYS-REG del paquete SAS).

Se comparó la eficiencia económica entre grupos de fincas. Los grupos se formaron con base en las variables mencionadas en el objetivo b. Para identificar cada grupo se introdujo dentro de la función de ingreso respectiva una variable "dummy".

Para determinar la eficiencia de precios absoluta, o el grado de maximización de ingreso en la distribución de cada uno de los insumos variables, se estimaron indirectamente las funciones de producción respectivas, se calcularon las relaciones del valor del producto marginal (VP_{Ma})/costo marginal de cada insumo (CM_{aF}) y se compararon con la unidad (una relación menor que uno indica que se está utilizando un exceso del insumo).

Se probaron dos modelos: el primer modelo consideró la mano de obra contratada, el fertilizante y los plaguicidas como insumos variables y el área total dedicada a papa, la mano de obra familiar y el capital como insumos fijos. El segundo modelo se propuso para determinar si el nivel de inversión en el cultivo influía sobre la eficiencia en el uso de plaguicidas, de ahí que consideró sólo los insumos variables utilizados después de la siembra. La inversión realizada hasta la siembra, inclusive se sumó al capital y se consideró como insumo fijo.

No se encontraron diferencias significativas en la eficiencia económica relativa, eficiencia de precios y eficiencia técnica entre grupos según el modelo I. En cuanto a la eficiencia de precios absoluta para los tres insumos en conjunto, las pruebas demostraron que los agricultores no hacían un uso óptimo de estos. Las relaciones VP_{Ma}/CM_{aF} indicaron que los insumos que estaban siendo utilizados en exceso eran los plaguicidas y fertilizantes.

De acuerdo con el modelo II tampoco existen diferencias significativas en la eficiencia económica, eficiencia técnica y eficiencia de precios entre grupos, es decir, ninguna de las variables consideradas para hacer los grupos fue fuente de diferencias en la eficiencia económica. La hipótesis de eficiencia de precios absoluta no fue rechazada lo que indicó que los agricultores sí

fueron capaces de maximizar sus ingresos una vez realizada la siembra. Esto se comprueba con la relación valor del producto marginal/costo marginal del factor, la cual es mayor que uno para los tres insumos variables, lo que significa que los agricultores son económicamente eficientes en el uso de plaguicidas.

La diferencia entre modelos evidencia la importancia de considerar el nivel de inversión en el cultivo dentro de las evaluaciones de eficiencia económica, ya que este influye en el proceso de toma de decisiones en el uso de plaguicidas.

La demanda de los plaguicidas con respecto a su precio fue elástica, que un aumento en el precio de éste insumo ocasionará una disminución, proporcionalmente mayor, en la cantidad demandada. Las elasticidades de demanda con respecto al precio de la papa fueron mayores que uno lo que indicó que un aumento en el precio de la papa produciría un aumento porcentual mayor en la demanda de los plaguicidas. Las elasticidades con respecto al área y al capital fueron positivas y menores que uno, es decir, que aumentos en las cantidades de dichos insumos, resultarían en aumentos, proporcionalmente menores, en la cantidad demandada de los plaguicidas. El coeficiente de elasticidad con respecto a la mano de obra familiar indicó que aumentos en la cantidad de mano de obra originaría disminución en la cantidad demandada de los plaguicidas.

Palabras claves:

Papa. Plaguicidas. Eficiencia económica.
Eficiencia de precios. Eficiencia técnica

SUMMARY

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF PESTICIDES IN POTATOES DURING THE DRY SEASON IN THE NORTHERN ZONE IN THE PROVINCE OF CARTAGO

Potatoes are one of the main food crops grown in the province of Cartago. Studies carry-out in this area (Arauz et al), 1983), lead us to believe that the growers are making an excessive use of pesticides. This fact, besides increasing production costs, also causes serious environmental problems.

The excessive use of pesticides has developed the need of using other control methods, through an adequate economical and ecological approach.

In this context, it is important to know if farmers are economically, efficient pesticides users, since the adoption of new developed control techniques by others will depend on this.

The objectives of the present research were:

- a) To characterize the technology used by the potato growers.
- b) To evaluate the economic efficiency of the use of pesticides on potatoes and to determine the effects that the total area of the farm dedicated to the crop, tenancy of the crop without consideration of land tenancy, credit availability, planting month, growers experience, and the main activity of the farm have on this efficiency.
- c) To evaluate the level of profit maximization on the allocation of pesticides to the crop.
- d) To estimate the demand elasticities of pesticides with respect to their cost-prices, output-price, and the fixed factors of production.

The study took place in the northern zone of the province of Cartago, in Tierra Blanca, Llano Grande, and Pacayas during summer planting, October, 1986 and March, 1987.

Thirty-seven farmers were selected, and were visited every two weeks during the entire growing season. The activities carried-out were registered during each visit, including the amounts and costs of the inputs used. Records were also kept on production, product prices, pests found, as well as socio-economic information about the farms.

in order to study relative economic efficiency and its components of price and technical efficiency, the methodology developed by Lau and Yotopoulos (1971) was used. This consists in estimating a normalized profit function or "Unit-Output-Price" profit function (based on a Cobb-Douglas production function), jointly with the input demand functions. The equation system was estimated using the Zellner's seemingly unrelated regression method (SYS-REG technique of the SAS) which accounts for the correlation in the error terms between the profit function equation and the input demand functions.

The economic efficiency between groups of farms was compared. The groups were formed based on the variables mentioned in objective b. To identify each group a dummy variable was introduced into the respective profit function.

To determine the absolute price efficiency or the level of profit maximization in the allocation of each one of the variable factors, the respective production functions were derived indirectly from the profit function. The marginal value product/marginal factor cost relation (MVP/MFC) were calculated and compared with a value of one (a relation of less than one indicates that an excess of the input is being used).

Two models were tested: the first model took into consideration the hired labor, the fertilizer and pesticides as variable inputs, and the total area dedicated to potatoes, with family labor, and capital as fixed factors. The second model was proposed to determine if the investment level in the crop influenced the efficiency in pesticides use, here only the variable inputs used after planting were considered. Investments made before planting were considered as included in capital as a fixed factor.

No significant differences were found in the relative economic efficiency, price and technical efficiency between groups according to model I. As far as the absolute price efficiency for the three variable inputs in conjunction is concerned, the tests showed that the farmers did not make optimum use of these inputs. The MVP/MFC relations indicated that the inputs which were being used in excess were pesticides and fertilizers.

According to model II, there are not any significant differences in the economic efficiency, technical and price efficiency between groups: that is to say, none of the variables considered to make the groups were a source of differences in the economic efficiency. The hypothesis of absolute price efficiency was not rejected which indicated that the growers were capable of maximizing their profit once the planting was done. This is proven with the

MVP/MFC relation, which is greater than one for the three variable inputs, indicating that the farmers are economically efficient in their use of pesticides.

The differences between models shows the importance of considering the investment level in the crop for the economic efficiency evaluations, since this factor influences in the decision making process in the use of pesticides.

Pesticide demand with respect to its price was elastic; an increase in the price of this input will cause a proportionally greater decrease in the quantity demanded. The demand elasticities with respect to potato price were greater than one indicating that an increase in the price of the potato would produce a greater percentual increase in the demand of pesticides.

The elasticities with respect to area and capital were positive and less than one; in other words, increases in the quantities of these inputs would result in proportionally lower increases in the demanded amount of pesticides. The elasticity coefficient with respect to family labor indicated that increases in the amount of labor would cause a decrease in the quantity demanded of pesticides.

Key words:

Potato. Pesticides. Economic Efficiency
Price efficiency. Technical Efficiency.

LISTA DE CUADROS

Cuadro No.		Página
1	Número de productores de papa y porcentaje de agricultores muestreados por localidad. Cartago, Costa Rica, 1986.....	26
2	Resultados de las pruebas de hipótesis para el Modelo I.....	52
3	Resultados de las pruebas de hipótesis para Modelo II.....	55
4	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el modelo I. Cartago, Costa Rica, 1986.....	58
5	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el modelo II. Cartago, Costa Rica, 1986.....	59
6	Estimados indirectos de los coeficientes de la función de producción Cobb-Douglas, derivadas de la función de ingreso estimada para el cultivo de la papa. Cartago, Costa Rica, 1986.....	60
7	Prueba de eficiencia de precios absoluta para fincas productoras de papa de la provincia de Cartago, Costa Rica, 1986....	62
8	Medias geométricas de los insumos variables, valor promedio de la producción y precio unitario promedio de cada insumo variable utilizado en el cultivo de la papa en Cartago, Costa Rica, 1986.....	63

En el apéndice

1A	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo I, con datos agrupados con base en el área sembrada de papa. Cartago, Costa Rica, 1986.....	94
----	--	----

2A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo II, con datos agrupados con base en el área sembrada de papa. Cartago, Costa Rica, 1986.....	95
3A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo I, con datos agrupados con base en la tenencia del papal. Cartago, Costa Rica, 1986.....	96
4A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo II, con datos agrupados con base en la tenencia del papal. Cartago, Costa Rica, 1986.....	97
5A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo I, con datos agrupados con base en el uso del crédito. Cartago, Costa Rica, 1986.....	98
6A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo II, con datos agrupados con base en el uso del crédito. Cartago, Costa Rica, 1986.....	99
7A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo I, con datos agrupados con base en el mes de siembra. Cartago, Costa Rica, 1986.....	100
8A	Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo II, con datos agrupados con base en el mes de siembra. Cartago, Costa Rica, 1986.....	101

9A	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo I, con datos agrupados de acuerdo a la importancia del cultivo dentro de la estructura de producción de la finca. Cartago, Costa Rica,.....	102
10A	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo II, con datos agrupados de acuerdo a la importancia del cultivo dentro de la estructura de producción de la finca. Cartago, Costa Rica, 1986.....	103
11A	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo I, con datos agrupados con base en los años de experiencia en papa. Cartago, Costa Rica, 1986.....	104
12A	Coefficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondientes al modelo II, con datos agrupados con base en los años de experiencia en papa. Cartago, Costa Rica, 1986.....	105

INTRODUCCION

En las últimas décadas, los plaguicidas han llegado a ser instrumentos sumamente importantes para la agricultura ya que han contribuído considerablemente a disminuir las pérdidas en los cultivos, ocasionados por las plagas.

Si bien estos productos son necesarios para el bienestar del hombre, si son usados indebidamente, son potencialmente perjudiciales. El uso inadecuado de los mismos conduce a perturbaciones graves en el ecosistema tales como la reducción de los enemigos naturales de las plagas, aparición de nuevas plagas, desarrollo de plagas resistentes, muerte de peces y vida silvestre y contaminación de aguas. Producen efectos tóxicos en los humanos, ya sea por exposición directa a los plaguicidas o por medio de residuos en las cosechas. Por último, aumenta los costos de producción lo que ocasiona, en muchos casos, baja rentabilidad en los cultivos.

En el caso de los productos hortícolas los agricultores, a pesar de contar con asistencia técnica para una dosificación adecuada, utilizan grandes cantidades de plaguicidas para proteger la inversión hecha hasta ese momento y garantizar una alta calidad del producto que le asegure mejores precios. Como consecuencia, en Costa Rica ya se han detectado niveles de plaguicidas en hortalizas que sobrepasan los límites de tolerancia establecidos en otros países (Mora et al, 1984; Rodríguez et al, 1984).

La papa constituye uno de los principales cultivos hortícolas del país, distinguiéndose la zona norte de la provincia de Cartago como la de mayor producción. Estudios realizados en fincas hortícolas del Valle Central indica que varias localidades de esta zona presentan problemas en cuanto al uso excesivo de plaguicidas (Arauz et al, 1983).

Casos como el de arriba apuntado, han originado la necesidad de evaluar la tecnología utilizada en el combate de plagas, y de considerar métodos alternativos de combate. El manejo integrado de plagas (MIP) ofrece una solución a esta problemática. El MIP es un enfoque ecológico, multidisciplinario que utiliza una variedad de técnicas compatibles en un solo sistema de manejo que promueve al máximo el uso de factores de mortalidad natural y, cuando sea necesario, la aplicación de químicos en forma selectiva.

Para desarrollar programas de manejo integrado de plagas en el cultivo de la papa, es necesario conocer los actuales métodos de combate, su eficiencia económica y los factores que influyen sobre ésta; con el fin primordial de obtener comparaciones que permitan distinguir alternativas promisorias, adoptables por los agricultores.

Asímismo es importante determinar los factores que influyen sobre la demanda de los plaguicidas con el fin de diseñar políticas de control más adecuadas para disminuir el uso de los mismos.

Los objetivos de la presente investigación son:

a). Caracterizar la tecnología utilizada por los agricultores en el cultivo de la papa en siembra veranera, en la zona norte de la provincia de Cartago.

b). Evaluar la eficiencia económica del uso de plaguicidas en el cultivo de papa veranera, y determinar el efecto que sobre ésta tiene el área total de la finca dedicada a papa, la tenencia del papal, la disponibilidad de crédito, el mes de siembra, la experiencia del agricultor y la actividad principal de la finca.

c). Evaluar el grado de maximización del ingreso en la distribución de plaguicidas en el cultivo de la papa en la zona norte de Cartago.

d). Estimar las elasticidades de demanda de los plaguicidas con respecto al precio de los mismos, al precio de la papa y a los insumos fijos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Eficiencia Económica

La eficiencia económica combina la eficiencia técnica y la eficiencia de precios. Se considera que una firma es técnicamente más eficiente que otra, si dada la misma cantidad de insumos, ésta obtiene mayor producción. Por otra parte, una firma es eficiente en precios si maximiza sus ingresos, es decir, si iguala el valor del producto marginal de cada insumo variable a su precio (Farrell, 1957; Lau y Yotopoulos, 1971).

Cuando comparamos dos o más firmas se habla de eficiencia económica relativa. De acuerdo con Herdt y Mandac (1981), las diferencias en eficiencia económica se originan de dos fuentes: 1- el fracaso de algunos productores en su intento de operar en la función de producción eficiente (eficiencia técnica) y 2- el fracaso de algunos en aplicar el nivel óptimo de insumos que maximiza sus ingresos (eficiencia de precios).

Si se considera dos firmas ineficientes en precios, pero de igual eficiencia técnica, que enfrentan precios de insumos y productos idénticos, la firma con los mayores ingresos dentro de un cierto rango de precios, es considerada la firma de mayor eficiencia económica relativa. Si ambas firmas varían en cuanto a eficiencia técnica y eficiencia de precios, la firma con mayor ingreso

es considerada la de mayor eficiencia económica relativa (Lau y Yotopoulos, 1971).

Las diferencias en eficiencia técnica entre dos firmas o grupos de firmas, según Shapiro y Muller (1977), puede deberse a tres razones. 1- Que ambas firmas enfrenten diferentes tecnologías, en cuyo caso, no habría base para analizar su eficiencia técnica, ya que este concepto se refiere a la explotación de una tecnología común. 2- Puede originarse también por disturbios aleatorios y 3- Hay productores que tienen más éxito que otros en la explotación de una misma tecnología. Sólo en este último caso podemos comparar y medir la eficiencia técnica.

2.2 Medición de la eficiencia económica

La medición tradicional de la eficiencia económica se basa en un índice de productividad parcial, usualmente de la mano de obra, aunque ocasionalmente es un índice de productividad de la tierra, o de otros insumos (Farrell, 1957; Yotopoulos, 1968). Este enfoque ignora la presencia de otros factores que también afectan la productividad. Otro enfoque más sofisticado construye índices de eficiencia que consiste de un promedio ponderado de insumos el cual es comparado con la producción. Tal índice es una relación producción-costo. Un mejor índice de la eficiencia de una firma son sus costos, pero este solo puede ser aplicado a grupos de firmas que enfrenten los mismos precios (Farrell, 1957).

La literatura menciona varios métodos para medir la eficiencia: por medio de fronteras de producción (Farrell, 1957; Seitz, 1970; Shapiro y Muller, 1977; Herdt y Mandac, 1981; Russell y Young, 1983); mediante funciones de producción (Chennareddy, 1967; Yotopoulos, 1968; Headley, 1968; Dawson, 1985), o mediante el enfoque de la dualidad (Lau y Yotopoulos, 1971). A continuación se describe cada uno de los métodos.

2.2.1. Fronteras de producción

La mayoría de los estudios realizados con la metodología de fronteras de producción utilizan el trabajo de Farrell (1957) como base. Este autor mide la eficiencia comparando los coeficientes de insumos observados en una firma, con los coeficientes de los insumos de una frontera eficiente para las mismas proporciones de los factores. Consecuentemente es necesario estimar primero una frontera de producción eficiente; la cual representa el mayor nivel de producción que se puede alcanzar con la tecnología existente. La principal limitante de este enfoque es la dificultad de especificar la función teórica eficiente. Farrell (1957) la estima a partir de observaciones de las relaciones insumo producto de un número de firmas, donde la frontera de producción eficiente está representada por las firmas con mayor producción por unidad de insumos usados.

Varios autores han generado fronteras de producción para estimar medidas de eficiencia técnica, a partir de

observaciones de fincas en operación. Para esto han usado técnicas de regresión (Herdt y Mandac, 1981; Russell y Young, 1983).

2.2.2. Funciones de producción

Este método consiste en ajustar una función de producción, de la cual se deriva el valor del producto marginal, el que finalmente se compara con el costo marginal del factor (Chennareddy, 1967; Headley, 1968), o con el costo de oportunidad del mismo (Yotopoulos, 1968). Se considera que una diferencia entre ambos, indica una utilización ineficiente de los recursos.

2.2.3. Dualidad

Utilizando el enfoque dual se pueden especificar funciones de costo mínimo o de ingreso máximo, en vez de funciones de producción (López, 1982). A partir de funciones de ingreso se pueden desarrollar pruebas de eficiencia económica (Lau y Yotopoulos, 1971). Este método será descrito seguidamente por ser el usado en el presente estudio.

2.2.3.1 Concepto de dualidad

Toda función de producción tiene una función dual que es la función de ingreso. Similarmente, dada una función de ingreso sólo puede existir una única función de producción (Lau y Yotopoulos, 1971). Decir que existe

dualidad entre ambas significa que hay una relación biunívoca e invertible entre ellas (Chambers, 1982).

Los fundamentos teóricos de la dualidad datan de 1953 (Shephard, 1953), sin embargo, es hasta en la década de los setenta que estos conceptos adquieren popularidad.

De acuerdo con López (1982), las razones de este incremento en popularidad se basan en que con la dualidad se evitan los problemas de resolver condiciones de primer orden, especificando directamente las funciones de mínimo costo o máximo beneficio, en vez de funciones de producción. De esta forma para derivar funciones de demanda de insumos y funciones de oferta de producto, no es necesario solucionar un sistema complejo de ecuaciones, ya que las mismas se obtienen por simple diferenciación de la función dual con respecto al precio del insumo y del producto, respectivamente. Esto implica menos manipulaciones algebraicas, pero sobre todo, permite especificar formas funcionales más complejas que imponen mucho menos restricciones sobre las ecuaciones que se estiman.

Una ventaja adicional de la dualidad, de mucha importancia para el investigador, es que los datos sobre precios de producto, costos totales e ingresos netos, están a menudo más disponibles que aquellos necesarios para especificar una función de producción, como son las cantidades de insumos y productos (Young, 1982).

La teoría de la dualidad presenta dos enfoques: el enfoque de la función de costo, y el enfoque de la función de ingreso. El enfoque de la función de costo permitió a algunos autores (Binswanger, 1974 y Kako, 1978) estimar las elasticidades de la demanda de los factores de producción, las elasticidades de sustitución entre ellas y el cambio técnico en la agricultura. Sin embargo, tiene la limitación que asume que los niveles de producto no son afectados por los cambios en los precios de los insumos, de modo que ignora los efectos de estos sobre la demanda de los insumos (López, 1982).

El enfoque de la función de ingreso es usado para estimar ecuaciones de demanda de insumos en forma conjunta con las respuestas de oferta y también en el análisis de la eficiencia económica relativa.

2.2.3.2. Función de ingreso

La función de ingreso expresa el ingreso maximizado de una firma como una función del precio del producto, del precio de los insumos óptimos y de las cantidades de los factores de producción fijos (Lau y Yotopoulos, 1972).

De acuerdo con Lutton (1982), esta función posee las siguientes propiedades:

a- Es positiva y linealmente homogénea en los precios de los insumos variables y en los precios de los productos.

b- Es decreciente en los precios de los insumos variables y creciente en los precios de los productos.

Los supuestos en que se basa la formulación de esta función son (Lau y Yotopoulos, 1972):

a- El objetivo principal de las empresas es la maximización del ingreso.

b- Los precios de los insumos y productos son los precios de mercado.

De la función de ingreso podemos derivar las funciones de oferta de producto y de demanda de insumos, por simple diferenciación de ésta con respecto a los precios. Para análisis empírico de situaciones de producción a corto plazo, es más apropiado trabajar con esta función que con la función de producción, debido a que la primera es una función de variables predeterminadas y econométricamente es más fácil de estimar. La segunda razón es que el sistema de ecuaciones de demanda obtenido de esta forma facilita la interpretación y el análisis (Sidhu y Baanante, 1979).

Finalmente, mediante el uso de esta función podemos estimar la eficiencia técnica y de precios de la producción y comparar la eficiencia económica relativa entre grupos de fincas (Lau y Yotopoulos, 1971).

2.3 Aplicaciones de la función de ingreso a la agricultura

2.3.1. Estimación de funciones de oferta y demanda

Las primeras aplicaciones de este enfoque a la agricultura, usaron especificaciones muy simples y restrictivas para la función de ingreso (López, 1982). Entre estos podemos citar el estudio de Lau y Yotopoulos (1972) y Yotopoulos, Lau y Lin (1976), quienes usaron una especificación de Cobb-Douglas para la función de ingreso. Ellos estimaron las funciones de demanda de insumos y funciones de oferta de producto con base en datos de la India y Taiwan, respectivamente. En el modelo del primer caso se utilizó como único insumo variable la mano de obra, mientras que en el segundo se utilizaron cuatro insumos (mano de obra, fuerza animal, tracción mecánica y fertilizantes).

Otra aplicación de este enfoque es el estudio de Sidhu y Baanante (1979) realizado con datos de la India. Ellos, usando también una especificación Cobb-Douglas, estimaron la demanda de tres insumos variables utilizados en la producción de trigo: mano de obra, fertilizante y riego.

Posteriormente estos autores (1981), con los mismos datos desarrollaron una función de ingreso translogarítmica para analizar la demanda de insumos y la oferta de trigo. Este tipo de función, comparada con una función Cobb-Douglas, permitió un análisis más desagregado de la estructura de la finca. La flexibilidad de la

translogarítmica nos permite medir los diferentes impactos que las variables exógenas (precios de los insumos variables y cantidades de insumos fijos) tienen dentro y a través de las funciones de demanda de insumos y oferta de productos.

2.3.2. Estimación de elasticidades

Las funciones de demanda estimadas con el enfoque dual, pueden ser utilizadas en la derivación de un gran número de estimados de mucha importancia en las aplicaciones de la teoría económica. A partir de la estimación conjunta de funciones de ingreso y demanda pueden obtenerse estimados indirectos de la función de producción, las elasticidades de demanda de los factores de producción y las elasticidades de oferta del producto, con respecto al costo de los insumos variables, al precio de producto y a las cantidades de los factores fijos (Lau y Yotopoulos, 1972).

La ventaja de obtener indirectamente los parámetros de la función de producción estriba en el hecho que estos tienen consistencia estadística, cualidad que no tienen las estimaciones directas debido al sesgo en las ecuaciones simultáneas (Yotopoulos, Lau y Lin, 1976).

La elasticidad mide el grado en que el precio influye sobre el aumento o disminución de la cantidad demandada u ofrecida (Boulding, 1967). La elasticidad precio o

elasticidad de la demanda es la reacción relativa de la cantidad demandada del insumo ante cambios de precio del bien (Ferguson, y Gould, 1975). Es el cambio porcentual en la cantidad vendida, originada por un cambio del 1% en el precio (Bishop, 1986).

Se dice que la demanda es elástica ($\eta > 1$), cuando un cambio porcentual en el precio origina un cambio porcentual mayor en la cantidad demandada. Es inelástica ($\eta < 1$), si el cambio porcentual en el precio origina un cambio porcentual menor en la cantidad demandada. Por último, se dice que es unitaria, si los cambios porcentuales son exactamente iguales (Ferguson y Gould, 1975).

En algunas de las investigaciones citadas anteriormente se realizaron estimaciones de las elasticidades de demanda de los factores de producción y elasticidades de oferta del producto. A continuación se detallan los resultados de las mismas.

Lau y Yotopoulos (1972), encontraron que la elasticidad de la mano de obra con respecto al costo por jornal fue mayor que la unidad, lo que indicó una respuesta bastante elástica de la mano de obra al salario. Por otro lado, encontraron que la elasticidad de demanda de la misma responde positivamente a la dotación de tierra, al igual que al precio del producto.

En el trabajo realizado por Sidhu (1974), las elasticidades de demanda de la mano de obra con respecto al salario, a la tierra, al capital y al precio del producto fueron respectivamente, -1.271, 0.663, 0.337 y 1.271. Adicionalmente, se estimaron las elasticidades de la oferta del producto con respecto al precio del mismo y se encontró que la respuesta fue bastante inelástica.

En la investigación de Sidhu y Baanante (1979), los estimados de las elasticidades de oferta de trigo y las elasticidades de demanda de fertilizante, indican una respuesta bastante elástica a los cambios de precios del trigo. De hecho, el precio del trigo fue el que más influyó en el uso de los fertilizantes. Los autores concluyeron que el precio del trigo es un instrumento político más poderoso que el precio mismo de los fertilizantes y es el que debe considerarse en las políticas tendientes a incentivar el uso de este insumo.

2.3.3. Estimación de parámetros de eficiencia económica

El conocimiento de la existencia y de la relación de la eficiencia técnica y de la eficiencia de precios entre grupos de agricultores, es de mucha importancia en la planificación de políticas agrícolas, ya que sus implicaciones se circunscriben tanto a nivel microeconómico como macroeconómico. Por ejemplo, permite medir y comparar la eficiencia de grupos de fincas de diferente tamaño, que

sirvan de base para formular recomendaciones políticas en el uso y distribución de la tierra (Lau y Yotopoulos, 1971). Asimismo, también podemos identificar posibles fuentes de diferenciación debidas a variables estructurales de la finca tales como la tenencia de la tierra (García, Sonka y Yoo, 1982), tecnología (Sidhu, 1974) y educación (Sidhu y Baanante, 1979).

Dentro de éstas, la que ha recibido mayor atención en los estudios de eficiencia es el efecto del tamaño de finca. En efecto, puede existir tal relación debido a la existencia de economías de escala dentro de la función de producción (Hall y LeVein, 1978). Las economías de escala se producen a medida que se aumenta el tamaño de planta y la escala de operación, esto quiere decir que se puede reducir el costo unitario aumentando el tamaño de planta (Ferguson y Gould, 1975).

El primer estudio que analiza esta relación fue realizado por Lau y Yotopoulos (1971), con datos de finca de seis estados de la India durante el período de 1955 a 1957. Los resultados obtenidos revelaron, contrario a lo esperado, que las fincas de menor tamaño eran económicamente más eficientes.

Posteriormente Yotopoulos y Lau (1973), utilizaron esa misma información con el propósito de identificar la fuente de las diferencias anteriormente encontradas. Ellos determinaron que tales diferencias eran debidas a la

superioridad de las fincas pequeñas en cuanto a eficiencia técnica, ya que ambos grupos eran igualmente eficientes en precio.

Sidhu (1974) aplicó esta metodología en fincas productoras de trigo de la India. Este autor además de hacer las comparaciones por tamaño, estudió los efectos de la mecanización y de las variedades mejoradas sobre la eficiencia. El modelo usado consistió de un insumo variable (mano de obra total) y dos insumos fijos (área de trigo y capital). Los resultados no indicaron diferencias en eficiencia de precios o eficiencia técnica debidas a tamaño ni a grado de mecanización, pero sí en cuanto a variedad: las variedades mejoradas resultaron ser económicamente más eficientes que las variedades tradicionales. Para los dos primeros casos se probó las hipótesis de eficiencia de precios absoluta, y se encontró que ninguno de los cuatro grupos fueron absolutamente eficientes en precios, es decir, ningún grupo fue capaz de maximizar sus ingresos.

Khan y Maki, (1979) aplicaron este enfoque a datos provenientes de dos localidades de la India: Punjab y Sind, para estimar los parámetros de eficiencia técnica y de precios e identificar posibles diferencias entre fincas grandes y pequeñas. Ellos encontraron que las fincas grandes eran relativamente más eficientes que las fincas pequeñas, ya que esas eran más eficientes en precios. Esta

diferencia, de acuerdo con los autores, pudo deberse a que las primeras tienen mayores ventajas para obtener información sobre nuevos insumos y mayor acceso al crédito. En cuanto a la eficiencia de precios absoluta, con respecto a la mano de obra total, se encontró que en Punjab tanto las fincas grandes como las pequeñas maximizaban sus ingresos, mientras que en Sind, solo las primeras eran absolutamente eficientes en precio. Las fincas de menor tamaño pagaban por la mano de obra una cantidad mayor que el valor del producto marginal.

Por otra parte, Kalirajan (1981), condujo una investigación en la India con el objeto de determinar diferencias debidas a tamaño, entre las fincas que cultivaban variedades de arroz de alto rendimiento. El modelo usado incluía cuatro insumos variables (mano de obra, fertilizante, tracción animal y plaguicidas). Los resultados demostraron que tanto las fincas grandes como las pequeñas tenían igual eficiencia técnica y de precios. Además las pruebas de eficiencia de precios absoluta demostraron que ninguno de los dos grupos maximizaba sus ingresos, es decir la condición de igualar el valor del producto marginal de cada insumo a su precio, no se cumplía.

Dado que la estimación de la eficiencia mediante sistemas de ecuaciones no permite identificar los insumos que no están siendo utilizados a un nivel óptimo, este

autor introdujo una variación al método de Lau y Yotopoulos (1971), y logró determinar que los plaguicidas eran utilizados ineficientemente. El valor del producto marginal de este factor era menor a su costo lo que indicó que se usaba demasiado de este insumo.

García, Sonka y Yoo, (1982) realizaron una investigación con el propósito de determinar el efecto de la tenencia y del tamaño en fincas productoras de grano en Illinois. Para determinar el efecto de la tenencia de la tierra, se incluyó dentro del modelo una constante que relacionaba el ingreso bruto obtenido en la tierra propia y el obtenido en el área total explotada. Los resultados indicaron que las fincas grandes y las pequeñas tenían igual eficiencia económica y que existía una relación inversa entre ingreso neto y proporción de tierra propia.

La literatura no reporta estudios que analicen la relación de la eficiencia económica con el crédito, el grado de especialización o diversificación de la finca y la experiencia del agricultor.

2.4. Problemática del uso de plaguicidas en Costa Rica

El uso de plaguicidas en Costa Rica empezó simultáneamente con el uso de tecnologías modernas, durante los años 40 y 50, cuando las compañías de agroquímicos extranjeras introdujeron sus productos en el mercado internacional. Pero es a partir de la década del 70 cuando

comenzaron a utilizarse en mayor escala, aumentando la cantidad importada de 5.6 millones en ese año a 11.2 millones en 1982 (Hilje et al, 1987).

El mayor uso de plaguicidas se da en la agricultura. Hilje et al (1987), distinguen tres categorías de consumidores:

- a) Las empresas multinacionales dedicadas a cultivos de exportación, las cuales utilizan grandes cantidades de plaguicidas tanto por las características extensivas e intensivas, así como por los estándares de calidad que deben mantener.
- b) Las grandes plantaciones nacionales de café y azúcar.
- c) Los pequeños y medianos productores.

La preferencia por los plaguicidas para el combate de plagas se debe a la facilidad de aplicación y a su efecto inmediato para reducir las poblaciones de éstas, lo cual ha conducido a que el hombre haga un uso indebido de ellos y haya creado una gran dependencia hacia los mismos.

Esto ha sido comprobado por Arauz et al (1983), quienes en un estudio realizado en fincas hortícolas del Valle Central, encontraron que un 87% de los agricultores utilizan el combate químico como único medio para combatir las plagas, el 12% usan el combate químico con prácticas culturales y un 1% no utiliza métodos de combate.

Del uso indebido de los plaguicidas se originan gran cantidad de problemas. Uno de los más frecuentes es la sobredosis en su aplicación, el cual es uno de los problemas más importantes ya que a su vez contribuye a la contaminación ambiental, a la presencia de residuos en las cosechas y al desarrollo de insectos resistentes (Monge, 1986).

Arauz et al (1983), reportaron que en todas las localidades estudiadas se utilizan dosis más altas que las recomendadas, siendo las zonas de Tierra Blanca, Santa Ana y Belén las que presentaron los mayores índices de exceso. El cultivo principal en Tierra Blanca es la papa mientras que en Santa Ana y Belén son la cebolla y el tomate. Las localidades de Llano Grande y Pacayas ocuparon el cuarto y sétimo lugar, respectivamente, entre 11 sitios estudiados.

La contaminación ambiental se produce por la aplicación de productos de gran nocividad, como los organoclorados, que se caracterizan por su alta persistencia en el medio y por una marcada acumulación en las cadenas alimenticias. También contribuyen a dicho proceso, la eliminación de sobrantes y de envases vacíos en las fuentes de agua (Monge, 1986).

En cuanto a la presencia de residuos en las cosechas, en Costa Rica se han detectado niveles que sobrepasan los límites de tolerancia establecidos en otros países (Mora et al, 1984; Rodríguez et al, 1984).

La resistencia desarrollada por ciertas plagas hacia algunos productos, se ha manifestado como un problema desde hace mucho tiempo, y está avanzando en forma acelerada. Monge (1986), presenta documentación al respecto.

Otro problema derivado del mal uso de los plaguicidas son las intoxicaciones humanas. El Centro Nacional de Intoxicaciones informa que de un 15 a 30% de las intoxicaciones en Costa Rica son causadas por plaguicidas (Monge, 1986). Hilje et al (1987), ofrecen una descripción detallada de las estadísticas nacionales en este aspecto.

2.5 Estimación de la productividad de los plaguicidas

La problemática surgida con el mal uso de los plaguicidas ha generado el cuestionamiento y exámen de los métodos de combate de plagas y ha creado la necesidad de estimar los costos y beneficios de su uso.

Los costos sociales derivados del uso de plaguicidas deben ser estimados y comparados con los beneficios para facilitar una política adecuada sobre su manejo. Desafortunadamente, aún en países desarrollados no se dispone de datos confiables, por lo que ha sido difícil estimar la contribución de los plaguicidas a la productividad agrícola y los costos sociales incurridos.

Pimentel et al (1978), estimaron que en los Estados Unidos las pérdidas de cultivos debidas al ataque de

insectos aumentó de un 7% en 1940 al 13% en 1978, a pesar de que el consumo de plaguicidas fue diez veces mayor.

Pimentel et al (1980), estimaron que los costos sociales del uso de plaguicidas en los Estados Unidos es de \$839 millones anuales. Esta evaluación incluyó los costos debido a intoxicaciones humanas, pérdidas en productos pecuarios, incremento en los gastos de combate debido a la destrucción de enemigos naturales y al desarrollo de resistencia, problemas en la polinización de cultivos, pérdidas en apiarios y vida silvestre y gastos gubernamentales de control.

De acuerdo con Headley y Lewis (1967), la medición de los beneficios sociales de los plaguicidas es relativamente fácil a nivel individual, pero a nivel de comunidad o país se puede caer en una sobreestimación de los beneficios netos, ya que el agricultor no incluye los costos sociales provenientes del uso de plaguicidas.

Estos autores (1967), citan varios métodos que podrían usarse para medir la contribución de los plaguicidas a la producción agrícola. Uno de ellos es generando, bajo ciertas circunstancias, observaciones experimentales de producción con y sin plaguicida y manteniendo los demás insumos constantes. Este método puede ser aplicado también en períodos sucesivos de tiempo para observar los efectos de un plaguicida al tiempo de su introducción. Un método más sofisticado es el ajuste de funciones de producción

mediante técnicas de regresión múltiple en series de tiempo o sección cruzada.

La literatura en este campo es escasa. Uno de los trabajos realizados es el de Headley (1968), quien utilizó ese último método para estimar la productividad de los plaguicidas en los Estados Unidos, usando datos de ingreso de finca y gastos de plaguicidas del año 1963. Utilizó una función de producción Cobb-Douglas, cuyos parámetros interpretó como elasticidades de producción de los insumos variables. Para determinar el grado de desequilibrio en el uso de plaguicidas calculó el valor del producto marginal de los gastos en plaguicidas, mediante diferenciación parcial de la función de producción, y lo comparó con el costo marginal de los mismos. Los resultados indicaron que los plaguicidas fueron un insumo altamente productivo y que el valor del producto marginal del factor excedía al costo marginal por una cantidad considerable, lo que sugiere un desequilibrio nacional en el uso de plaguicidas.

En un estudio realizado en fincas productoras de arroz de India, Kalirajan (1981) incluyó los plaguicidas como uno de los insumos variables de una función de ingreso y determinó que estos estaban siendo utilizados en exceso.

3.MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El estudio se llevó a cabo en la zona norte de la provincia de Cartago, en las localidades de Tierra Blanca, Llano Grande y Pacayas durante la época de siembra veranera; correspondiente a los meses de octubre de 1986 a marzo de 1987.

Llano Grande y Tierra Blanca son distritos del Cantón Central y se encuentran a una altura de 2300 y 2100 msnm, respectivamente. Estas dos localidades se caracterizan por tener una precipitación promedio anual de 1400 mm de lluvia y una temperatura promedio de 15o C (Campos, 1987). Pacayas, distrito primero del cantón de Alvarado, tiene una altitud de 1600 msnm , una precipitación promedio de 2313 mm anuales y una temperatura promedio de 19.3oC (IFAM, 1981).

3.2 Recolección de la información

Con el propósito de conocer las fechas de siembra, identificar colaboradores y determinar posibles variables de estratificación se realizó una encuesta exploratoria, la cual sirvió de base para seleccionar la muestra definitiva para el seguimiento dinámico. A continuación se describe el procedimiento seguido en ambos casos

a. Encuesta exploratoria:

Esta encuesta se realizó en agosto de 1986 en las principales localidades productoras de papa de la zona norte de la provincia de Cartago: Cot, Sierra Blanca, Llano Grande, Potrero Cerrado, Pacayas, Capellades y Cervantes.

La selección de agricultores en las localidades citadas se realizó mediante un muestreo de marcos múltiples, que es un procedimiento que combina dos o más técnicas de muestreo. En este estudio se siguieron las técnicas denominadas Marco de Lista combinado con Muestreo por Areas.

El Marco de Lista es un registro en el que se anota, para cada localidad, los agricultores objeto de estudio. En este caso particular fue elaborado con base en las boletas originales del Censo Agropecuario de 1984.

Con el fin de lograr una adecuada representatividad de la población, se trató de encuestar aproximadamente un 20% de los agricultores incluidos en esta lista.

La selección de los agricultores se complementó con un muestreo por Areas, que consiste en dividir el área total a estudiar en N segmentos, seleccionando luego una muestra aleatoria de n segmentos (Houseman, 1976). Para esto se utilizó la segmentación territorial utilizada por la Dirección General de Estadística y Censos, contenida en los mapas disponibles de esa dependencia.

En el Cuadro 1 se anota, para cada localidad, el número de productores de papa, indicando la cantidad de agricultores muestreados y el porcentaje de éstos con respecto al total.

Cuadro 1. Número de productores de papa y porcentaje de agricultores muestreados, por localidad.
Cartago, Costa Rica, 1986.

Localidad	Número de productores	Porcentaje por localidad
Cot	69	14.5
Potrero Cerrado	69	16.0
Pierra Blanca	89	24.7
Llano Grande	115	18.3
Pacayas	117	29.0
Capellades	64	17.2
Cervantes	45	20.0
TOTAL	628	18.8

Fuente: Dirección General de Estadística y Censos. Censo Agropecuario 1984. Holetas originales.

La información recolectada incluyó : área de finca, área dedicada a papa, tenencia de la tierra, épocas de siembra, fecha de siembra veranera, años de experiencia en el cultivo de la papa, principales plagas que atacan al cultivo y las fuentes de donde el agricultor obtenía la información para el combate de las mismas.

En el apéndice A se muestra el formulario empleado en dicha encuesta .

b. Seguimiento dinámico

Como producto de la encuesta exploratoria se seleccionaron las localidades de Tierra Blanca, Llano Grande y Pacayas, debido a que existía una cantidad adecuada de agricultores que sembraron en la época propuesta para el estudio. Se seleccionaron 37 agricultores distribuidos de la siguiente forma, 16 en Tierra Blanca, 10 en Pacayas y 11 en Llano Grande.

La toma de información para cada agricultor, se inició a partir de la fecha de siembra. Las siembras se realizaron durante los meses de octubre y noviembre.

Los agricultores se visitaron quincenalmente durante todo el ciclo del cultivo (90-120 días), registrando en cada ocasión la fecha, las actividades realizadas, los insumos utilizados, la cantidad de mano de obra usada (contratada y familiar) y el valor de cada factor. Se llevó un registro mensual de las plagas que se presentaban, así como de la asistencia técnica recibida. Al final del ciclo de cultivo, se registró la producción y los respectivos precios de venta. Se recolectó además información socioeconómica de las fincas en estudio. Los formularios usados en el seguimiento dinámico se presentan en el apéndice B.

3.3 marco teórico

Para estudiar la eficiencia económica relativa y sus componentes de eficiencia técnica y de precios entre grupos, se utilizó la metodología desarrollada por Lau y Yotopoulos (1971), ya que presenta las siguientes ventajas:

1. Toma en cuenta las diferencias en las cantidades de insumos fijos y precios entre grupos.
2. Permite estimar funciones de producción indirectamente de las funciones de ingreso, las cuales tienen consistencia estadística, cualidad ausente en las estimaciones directas.
3. Evita problemas relacionados con las estimaciones directas, por ejemplo la multicolinealidad.

Esta metodología consiste, en estimar la función de ingreso conjuntamente con las funciones de demanda de los insumos variables.

La función de ingreso especificada se basó en una función de producción Cobb-Douglas porque es matemáticamente más sencilla, requiere menos observaciones que otras funciones tales como la cuadrática y la translogarítmica, y además, en pruebas realizadas por Yotopoulos, Lau y Somel (1970), resultó ser superior con respecto a este tipo de funciones.

La función de producción para las fincas en estudio puede especificarse así:

$$(1) \quad Y = F(X_1, \dots, X_m; Z_1, \dots, Z_n)$$

donde Y es la producción, X_i representa los insumos variables y Z_i los insumos fijos.

El ingreso neto (ingreso bruto-costos variables) puede ser escrito como:

$$(2) \quad \Pi = P' = p \cdot F(X_1, \dots, X_m; Z_1, \dots, Z_n) - \sum_{i=1}^m c_i' X_i$$

donde P' es el ingreso neto, p el precio unitario del producto y c_i' es el precio unitario del i -ésimo insumo variable.

Los costos fijos no se toman en cuenta para el cálculo de P' ya que estos no afectan la combinación óptima de los insumos variables.

Para la maximización del ingreso deben cumplirse las condiciones de productividad marginal (condiciones de primer orden),

$$(3) \quad p \cdot dF(X; Z)/dX_i = c_i' \quad i=1, \dots, m$$

Por definición $c_i = c_i'/p$ es el precio normalizado del i -ésimo insumo, entonces la ecuación (3) puede escribirse como:

$$(4) \quad dF/dX_i = c_i$$

por lo que la ecuación (2) puede especificarse de la siguiente forma:

$$(5) \quad P = P'/p = F(X_1, \dots, X_m; Z_1, \dots, Z_n) - \sum_{i=1}^m c_i X_i$$

donde P es definido como el ingreso normalizado por el precio unitario del producto (UOP profit).

Por otro lado, la ecuación (4) puede resolverse para obtener las cantidades óptimas de insumos denotada por X_i^* , la cual es función del precio normalizado de los insumos variables y de las cantidades de insumos fijos, es decir,

$$(6) \quad X_i^* = f_i(c, Z), \quad i=1, \dots, m$$

donde c y Z denotan los vectores de los precios normalizados de los insumos variables y las cantidades de los insumos fijos, respectivamente.

Sustituyendo (6) en la ecuación (2) se obtiene la función de ingreso, la cual expresa el ingreso maximizado para cada conjunto de valores $\{p, c', Z\}$

$$(7) \quad \pi^{*'} = p \left[F(X_1^*, \dots, X_m^*; Z_1, \dots, Z_n) - \sum_{i=1}^m c_i X_i^* \right]$$

Como X_i^* es función solo de c y Z , entonces (7) puede escribirse como:

$$(8) \quad \pi^{*'} = p G^*(c_1, \dots, c_m; Z_1, \dots, Z_n)$$

entonces la función de ingreso normalizada por el precio unitario del producto (UOP profit function), está dada por la ecuación

$$(9) \quad \pi^* = \pi^{*'} / p = G^*(c_1, \dots, c_m; Z_1, \dots, Z_n).$$

Un conjunto de transformaciones duales relaciona la función de producción con la función de ingreso, la más importante, desde el punto de vista de aplicación de este estudio, es la referente al teorema de Shephard (Shephard, 1953). Este teorema permite derivar la función de demanda de los factores directamente de una función de ingreso normalizada, sin una especificación explícita de la función de producción correspondiente.

Estas funciones de demanda para los factores variables se obtienen por diferenciación de la función (9) con respecto a los precios normalizados de los mismos,

$$(10) \quad X_i^* = - d \Pi^* (c, Z) / dc_i, \quad i=1, \dots, m.$$

Para el caso de una función de producción Cobb-Douglas, con m insumos variables y n insumos fijos, la función está dada por

$$(11) \quad V = A \left(\prod_{i=1}^m X_i^{\alpha_i} \right) \left(\prod_{i=1}^n Z_i^{\beta_i} \right) \quad \text{donde } \mu = \sum \alpha_i < 1$$

Entonces la función de ingreso normalizada es:

$$(12) \quad \Pi^* = A^{(1-\mu)-1} (1-\mu) \left[\prod_{i=1}^m (c_i / \alpha_i)^{-\alpha_i(1-\mu)-1} \right] \cdot \left[\prod_{j=1}^n Z_j^{\beta_j(1-\mu)-1} \right]$$

Calculando logaritmo natural a (12),

$$(13) \quad \ln \Pi^* = \ln A^* + \sum_{i=1}^m \alpha_i^* \ln c_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^* \ln Z_i ;$$

donde

$$A^* \equiv A^{(1-\mu)-1} (1-\mu) \cdot \left(\prod_{i=1}^m \alpha_i^{\alpha_i(1-\mu)-1} \right)$$

$$\alpha_i^* = -\alpha_i (1-\mu)^{-1} < 0 \quad i=1, \dots, m$$

$$\beta_i^* = \beta_i (1-\mu)^{-1} > 0 \quad i=1, \dots, n$$

Para comparar la eficiencia económica relativa entre firmas o grupos de firmas se introduce una variable "dummy" (variable que toma valor de 1 si el grupo tiene la característica en estudio o 0 si no), dentro de la función de ingreso de cada firma o grupo, entonces la ecuación (13) se convierte en:

$$(14) \ln \pi^* = \ln A^* + \delta D_G + \sum_{i=1}^m \alpha_i^* \ln c_i + \sum_{i=1}^n \beta_i^* \ln Z_i.$$

La ecuación de demanda se definió como:

$$X_i^* = -d\pi^*/dc_i,$$

si se multiplica a ambos lados por $-c_i/\pi^*$, esta ecuación da como resultado:

$$(15) \quad -c_i X_i^* / \pi^* = d \ln \pi^* / d \ln c_i = \alpha_i^*$$

por lo que la función de demanda se convierte en

$$(16) \quad \alpha_i^* = -c_i X_i^* / \pi^* \quad i=1, \dots, m.$$

Las ecuaciones utilizadas en este estudio son las ecuaciones (14) y (16). Las α_i^* son las elasticidades de producción de los insumos variables y son los parámetros comunes a ambas ecuaciones. Las β_i^* son las elasticidades de la función de ingreso con respecto a los factores de producción fijos. Una prueba de retornos constantes a escala en todos los insumos, en el caso de una Cobb-Douglas, se convierte en una prueba de hipótesis $\sum \beta_i^* = 1$.

3.4. Evaluación de la eficiencia económica relativa

Para determinar posibles fuentes de diferencia en la eficiencia económica, se compararon diferentes grupos de fincas, cada uno identificado por una variable "dummy". Los grupos fueron definidos con base en la información socioeconómica recolectada durante el seguimiento dinámico. En los casos de los grupos según área total sembrada de papa y años de experiencia en el cultivo, estos fueron definidos complementando esta información con la obtenida en la encuesta exploratoria. En el apéndice C se presentan las tablas de frecuencia correspondientes.

3.4.1. Area total sembrada de papa

Esta variable toma en cuenta el total de área sembrada de papa durante todo el año. A los agricultores que sembraban más de 3 hectáreas se les clasificó como productores grandes y se les asignó un "dummy" identificado como Dgran. Por el contrario, los de 3 hectáreas o menos se clasificaron como pequeños productores y se les identificó con el "dummy" Dpeq.

3.4.2. Asistencia crediticia

Los que sembraron el papal en estudio con crédito se les clasificó en el grupo Dcred, los que no lo recibieron se les clasificó en el grupo Dncred.

3.4.3. Mes de siembra

Se hicieron dos grupos con base en el mes de siembra, identificando con las variables Doct y Dnov a los que sembraron en octubre y noviembre, respectivamente.

3.4.3. Tenencia del papal

Los que manejaban el papal individualmente, ya fuera en terreno propio o bajo otra tenencia (por ejemplo, rentada), se les clasificó en el grupo identificado con el "dummy" Dprop. Los que sembraron en sociedad, en terreno propio, alquilado o del socio, se les clasificó en el grupo Dmed.

3.4.5. Años de experiencia en el cultivo

Los agricultores que tenían 10 o menos años de dedicarse al cultivo de la papa se les consideró como agricultores de menos experiencia, por lo que se clasificaron en el grupo Dpexp. Por el contrario, los de más de 10 años, se les clasificó en el grupo identificado por la variable "dummy" Dmexp. El límite de 10 años fue definido con base en tablas de frecuencias obtenidas con datos de la encuesta exploratoria.

3.4.6. Actividad principal de la finca

Con base en esta variable se clasificó dentro del grupo Dpapa a los agricultores cuya actividad principal era la papa, en tanto que, a los agricultores que sembraban

papa como actividad secundaria se les clasificó en el grupo Dotro.

3.5. Evaluación de la eficiencia de precios absoluta

Para determinar la eficiencia de precios absoluta o el grado de desequilibrio en el uso de los insumos variables, se calculó la relación del valor del producto marginal (VPMa)/costo marginal del factor (CMaF) y se comparó con la unidad. Para esto se estimó indirectamente la función de producción a partir de la función de ingreso, utilizando las siguientes fórmulas derivadas de la ecuación (13)

$$\begin{aligned}\alpha_i^* &= -\alpha_i(1-\mu)^{-1} < 0 & i=1,\dots,m \\ \beta_i^* &= \beta_i(1-\mu)^{-1} > 0 & i=1,\dots,n\end{aligned}$$

donde $\mu = \sum \alpha_i^*$, y α_i es el parámetro estimado en la función de ingreso.

La relación VPMa/CMaF se obtuvo multiplicando las elasticidades de producción de los insumos variables y multiplicándolo por el producto medio. Los precios unitarios de la mano de obra, fertilizante y plaguicidas, corresponden respectivamente al precio promedio pagado por jornal, al precio promedio por kilogramo de fertilizante y al precio promedio por kilogramo de ingrediente activo de todos los plaguicidas aplicados.

3.6. Estimación de las elasticidades

Las elasticidades de demanda de los plaguicidas se obtuvieron derivando la función de demanda correspondiente, con respecto al precio de dicho insumo, al precio del producto y a las cantidades de insumos fijos.

3.7 modelos

La mayoría de las evaluaciones de eficiencia reportadas en la literatura se han realizado en granos básicos y han utilizado un modelo tradicional. En el caso de la papa, que es un cultivo intensivo y cuya inversión inicial representa aproximadamente un 60% de los costos totales, se consideró que un modelo que diferenciara estas dos etapas podría contribuir a determinar si el nivel de inversión en el cultivo influía sobre la eficiencia en el uso de insumos. Por esta razón se probaron los siguientes dos modelos:

El primer modelo consideró la mano de obra contratada, los plaguicidas y los fertilizantes como insumos variables y el área dedicada a papa, la mano de obra familiar y el capital, como insumos fijos.

El segundo modelo incluyó los mismos insumos variables solo que no consideró los costos y cantidades de los insumos aplicados antes y durante la siembra. La inversión hecha hasta la siembra se sumó al capital y se consideró insumo fijo. El ingreso neto en este modelo fue calculado

considerando únicamente los costos variables después de la siembra.

A continuación se describen ambos modelos:

a. MODELO I

Función de ingreso:

$$(1) \ln \Pi^* = \ln A^* + D_R + \delta D_G + \alpha_1^* \ln W_C + \alpha_2^* \ln P + \alpha_3^* \ln \bar{r} \\ + \beta_1^* \ln A + \beta_2^* \ln W_f + \beta_3^* \ln K ,$$

Funciones de demanda:

$$(2) \quad -W_C X_1 / \Pi^* = \alpha_1^* D_1 + \alpha_1^* D_2$$

$$(3) \quad -P X_2 / \Pi^* = \alpha_2^* D_1 + \alpha_2^* D_2$$

$$(4) \quad -F X_3 / \Pi^* = \alpha_3^* D_1 + \alpha_3^* D_2 \quad \text{donde}$$

Π^* = Ingreso normalizado (en colones) definido como ingreso bruto-costos de los insumos variables del modelo y dividido por el precio por kilogramo de papa.

D_R = Variable "dummy" regional que toma los valores de 1 o 0 para Tierra Blanca, Pacayas, Llano Grande, respectivamente

D_G = variable "dummy" que indica el grupo de fincas que se están comparando: área sembrada de papa, tenencia del papal, mes de siembra, crédito, años de experiencia y actividad principal de la finca.

W_c = Precio normalizado de la mano de obra contratada, calculado dividiendo el costo total de mano de obra contratada entre el total de jornales contratados, todo esto dividido por el precio por kilogramo de papa.

P = Precio normalizado de los plaguicidas (fungicidas, insecticidas y herbicidas) obtenido de dividir el costo total de plaguicidas entre los kilogramos totales de ingrediente activo, todo esto dividido entre el precio por kilogramo de papa.

F = Precio normalizado de los fertilizantes obtenido al dividir el costo total de fertilizante (incluyendo los fertilizantes foliares) entre los kilogramos aplicados y dividido luego entre el precio por kilogramo de papa.

A = Area de la finca dedicada a papa (en hectáreas).

W_f = Número de jornales familiares trabajados en el papal. Se asume que este es un buen indicador de la mano de obra familiar disponible.

K = Capital (en colones) = Número de bombas utilizadas en el cultivo multiplicado por el costo de mercado, más el costo de oportunidad de bueyes y tractor, en el caso de que tuvieran estos recursos.

X_1 = número de jornales contratados.

X_2 = cantidad (kilogramos de i.a) de plaguicida aplicado.

X_3 =cantidad (kilogramos) de fertilizante.

b. MODELO II

Función de ingreso:

$$(1) \ln \pi^* = \ln A^* + D_R + \delta D_G + \alpha_1^* \ln W_{cd} + \alpha_2^* \ln P_d + \alpha_3^* \ln F_d \\ + \beta_1^* \ln A + \beta_2^* \ln W_{fd} + \beta_3^* \ln KI ,$$

Funciones de demanda:

$$(2) \quad -W_{cd} X_{1d} / \pi^* = \alpha_1^* D_1 + \alpha_1^* D_2$$

$$(3) \quad -P_d X_{2d} / \pi^* = \alpha_2^* D_1 + \alpha_2^* D_2$$

$$(4) \quad -F_d X_{3d} / \pi^* = \alpha_3^* D_1 + \alpha_3^* D_2 \quad \text{donde}$$

π^* = ingreso normalizado (en colones) definido como ingreso bruto-costo de los insumos variables utilizados después de la siembra y dividido por el precio por kilogramo de papa.

D_R = Variable "dummy" regional que toma los valores de 1 o 0 para Tierra Blanca, Pacayas, Llano Grande, respectivamente

D_G = variable "dummy" que indica el grupo de fincas que se están comparando.

W_{cd} = Precio normalizado de la mano de obra contratada, calculado dividiendo el costo total de mano de obra contratada después de la siembra, entre el número de

jornales contratados después de la siembra, todo esto entre el precio por kilogramo de papa.

P_d = Precio normalizado de los plaguicidas (fungicidas, insecticidas y herbicidas) obtenido de dividir el costo de los plaguicidas aplicados después de la siembra, entre los kilogramos totales de ingrediente activo y dividido luego entre el precio por kilogramo de papa.

F_d = Precio normalizado de los fertilizantes, obtenido al dividir el costo del fertilizante aplicado después de la siembra (incluyendo los fertilizantes foliares) entre los kilogramos aplicados y dividido luego entre el precio por kilogramo de papa.

A = Area de la finca dedicada a papa (en hectáreas).

W_{fd} = Número de jornales familiares utilizados después de la siembra.

KI = Capital invertido a la siembra (en colones). Comprende los costos por insumos y mano de obra incurridos antes y durante la siembra, más el capital estimado de acuerdo a la fórmula descrita en el modelo I.

X_{1d} = número de jornales contratados.

X_{2d} = cantidad (kilogramos de i.a) de plaguicida aplicado después de la siembra.

X_{3d} =cantidad (kilogramos) de fertilizante aplicado después de la siembra.

3.8 Hipótesis a probar

i) Pruebas de eficiencia económica relativa. Esto equivale a probar que el coeficiente de la variable dummy (δD_G) es igual a cero.

$$H_0: \delta_{gran}=0$$

$$H_0: \delta_{oct}=0$$

$$H_0: \delta_{cred}=0$$

$$H_0: \delta_{prop}=0$$

$$H_0: \delta_{mexp}=0$$

$$H_0: \delta_{papa}=0$$

ii) Pruebas de eficiencia de precios relativa entre grupos. Esta prueba examina si ambos grupos igualan el VP_{Ma} al C_{MaF} en el mismo grado para todos los insumos variables en conjunto. Consiste en probar si los parámetros estimados en las funciones de demanda (α^*) de ambos grupos son iguales.

$$H_0: \alpha_{i \text{ gran}}^* = \alpha_{i \text{ peq}}^* \quad i=1,2,3.$$

$$H_0: \alpha_{i \text{ oct}}^* = \alpha_{i \text{ nov}}^*$$

$$H_0: \alpha_{i \text{ cred}}^* = \alpha_{i \text{ ncred}}^*$$

$$H_0: \alpha_{i \text{ prop}}^* = \alpha_{i \text{ med}}^*$$

$$H_0: \alpha_{i \text{ mexp}}^* = \alpha_{i \text{ pexp}}^*$$

$$H_0: \alpha_{i \text{ papa}}^* = \alpha_{i \text{ otro}}^*$$

iii) Pruebas de hipótesis de eficiencia técnica. Es una prueba conjunta de eficiencia técnica y eficiencia de precios. Si se rechaza alguna de la hipótesis anteriores, se espera rechazar esta.

$$\begin{array}{llll}
 H_0: \delta_{\text{gran}}=0 & y & \alpha_i^{\text{gran}} = \alpha_i^{\text{peq}} & i=1,2,3 \\
 H_0: \delta_{\text{oct}}=0 & y & \alpha_i^{\text{oct}} = \alpha_i^{\text{nov}} & \\
 H_0: \delta_{\text{cred}}=0 & y & \alpha_i^{\text{cred}} = \alpha_i^{\text{ncred}} & \\
 H_0: \delta_{\text{prop}}=0 & y & \alpha_i^{\text{prop}} = \alpha_i^{\text{med}} & \\
 H_0: \delta_{\text{mexp}}=0 & y & \alpha_i^{\text{mexp}} = \alpha_i^{\text{pexp}} & \\
 H_0: \delta_{\text{papa}}=0 & y & \alpha_i^{\text{papa}} = \alpha_i^{\text{otro}} &
 \end{array}$$

iv) Pruebas de hipótesis de eficiencia de precios absoluta. Esta es una prueba para determinar si las fincas de cada grupo maximizan sus ingresos, igualando el valor del producto marginal de los insumos variables al precio de mercado respectivo. Esto se hace probando si el conjunto de los parámetros estimados en cada función de demanda son iguales a sus equivalentes en la función de ingreso. Se pone como restricción la igualdad de la hipótesis ii (igualdad de eficiencia de precios), en el caso de que esta no fuera rechazada.

Restricción	Hipótesis a probar
$\alpha_i^{\text{gran}} = \alpha_i^{\text{peq}}$	$\alpha_i^{\text{gran}} = \alpha_i^{\text{peq}}$
$\alpha_i^{\text{oct}} = \alpha_i^{\text{nov}}$	$\alpha_i^{\text{oct}} = \alpha_i^{\text{nov}}$
$\alpha_i^{\text{cred}} = \alpha_i^{\text{ncred}}$	$\alpha_i^{\text{cred}} = \alpha_i^{\text{ncred}}$
$\alpha_i^{\text{prop}} = \alpha_i^{\text{med}}$	$\alpha_i^{\text{prop}} = \alpha_i^{\text{med}}$
$\alpha_i^{\text{mexp}} = \alpha_i^{\text{pexp}}$	$\alpha_i^{\text{mexp}} = \alpha_i^{\text{pexp}}$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ papa} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ otro}$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ papa} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

v) Igual a la hipótesis iv pero para los grupos con las características contrarias. Se asume que la hipótesis ii se mantiene, si esta no fuera rechazada.

Restricción

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ gran} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ peq}$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ oct} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ nov}$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ cred} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ ncred}$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ prop} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ med}$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ mexp} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ pexp}$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ papa} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ otro}$$

Hipótesis a probar

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ peq} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ nov} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ ncred} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ prop} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ pexp} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ otro} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

vi) Prueba de hipótesis de retornos constantes a escala. Se asume igualdad en eficiencia de precios absoluta si dicha hipótesis no fuera rechazada.

Restricción

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ gran} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ peq} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ oct} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ nov} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ cred} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ ncred} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ prop} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ med} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ mexp} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ pexp} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

$$\begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ papa} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i \text{ otro} = \begin{matrix} * \\ \alpha \end{matrix} i$$

Hipótesis a probar

$$\begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 1 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 2 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 3 = 1$$

$$\begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 1 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 2 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 3 = 1$$

$$\begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 1 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 2 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 3 = 1$$

$$\begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 1 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 2 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 3 = 1$$

$$\begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 1 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 2 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 3 = 1$$

$$\begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 1 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 2 + \begin{matrix} * \\ \beta \end{matrix} 3 = 1$$

3.9 Análisis de la información

Para resolver el sistema de ecuaciones se utilizó el método de regresión desarrollado por Zellner (1962)

(Seemingly unrelated regression). Este es el método recomendado por Lau y Yotopoulos (1971), ya que los errores en las diferentes ecuaciones podrían estar correlacionadas. Este método corresponde a la técnica SYSREG del paquete de análisis estadístico SAS.

Además, para aumentar la eficiencia de la estimación en las pruebas de eficiencia de precios absoluta y retornos constantes, se incluyó como restricción la igualdad en la eficiencia de precios entre grupos, en los casos en que dicha hipótesis no hubiera sido rechazada.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Descripción tecnológica del cultivo

Las tres zonas estudiadas presentaron una tecnología similar en el cultivo de papa. La zona que presentó mayores diferencias fue Pacayas, principalmente en lo referente al control de plagas. En Llano Grande y Tierra Blanca, de acuerdo a la opinión de los agricultores, las plagas que representan los mayores riesgos en la época de siembra veranera son la polilla (Scrobipalopsis solanivora y Phthorimaea operculella), el joboto (Phyllophaga sp) y el tizón tardío (Phytophthora infestans). En Pacayas, en cambio, dadas las condiciones de mayor precipitación, las enfermedades fungosas principalmente el tizón tardío, Rhizoctonia solani, y el torbó (Rosellinia sp) fueron las más importantes desde el punto de vista de los agricultores (Encuesta exploratoria, 1986).

A continuación se describirán cada una de las actividades realizadas. Cabe recalcar que dicha descripción corresponde a las siembras veraneras, la cual se caracteriza por un menor uso de plaguicidas, comparado con las siembras de invierno.

4.1.1. Preparación del terreno

La realizaron con tractor, excepto cuando las condiciones del terreno lo impedían. En los casos en que

éste estaba sembrado de pasto, la mayoría de los agricultores aplicó una mezcla de Round-up y Gramoxone, en cantidades promedios de 1 lt/ha de cada uno. A los 10-15 días se realizó la primera arada; el rotador y la arada se pasaron aproximadamente 15 días después de ésta última.

En los casos en que el terreno presentaba malezas o residuos del cultivo anterior, el 63 por ciento de los agricultores hizo una chapia y posteriormente realizó la arada. El porcentaje restante realizó una "quema" con Gramoxone, aplicando en promedio 0,3 lt/ha, 15 días antes de la arada y rotada.

4.1.2. Surqueda y siembra

En el 100 por ciento de los casos se realizó con bueyes, aproximadamente 15 días después de la preparación del terreno. La variedad preferida fue la Atzimba, la cual fue sembrada por el 65,8 por ciento de los agricultores, el 21 por ciento de ellos sembró esta variedad junto con la variedad Irazú, el 7.8 por ciento sembró la variedad Rosita y el porcentaje restante utilizó otras variedades como la Greta y la Granola.

La semilla fue previamente tratada con un insecticida, en la mayoría de los casos se aplicó una cantidad promedio de 1,10 kg/carga (una carga=18 quintales) de volatón en polvo.

Para desinfectar el suelo se aplicó al surco los productos recomendados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 1983) para el combate de polilla, joboto y gusanos cortadores. En Tierra Blanca el 60 por ciento aplicó Lorsban granulado a razón de 1,5 paquetes (de 23 kg)/ha. En Llano Grande la preferencia estuvo dividida entre el Lorsban granulado (1,5 paquetes/ha), Thimet (25 kg/ha) y Volatón granulado (23 kg/ha), cada uno con un 33.3 por ciento de los agricultores. En Pacayas, dado que la incidencia de la polilla y del joboto fue menor, se observó una tendencia a aplicar fungicidas, de los cuales el Orthocide, aplicado en dosis de 4 kg /ha, fue el más común.

4.1.3. Primera fertilización

En Tierra Blanca el 68,5 por ciento de los agricultores fertilizó a la siembra con 713 kg/ha de la fórmula 10-30-10. El 19 por ciento aplicó 1150 kg/ha de 12-24-12 y el porcentaje restante aplicó una mezcla de ambos a razón de 1334 kg/ha en promedio. En Llano Grande, el 100 por ciento aplicó en promedio 1196 kg/ha de 10-30-10, mientras que en Pacayas fue generalizada la aplicación de 1003 kg/ha de 10-30-10.

4.1.4. Aporca y segunda fertilización

El 100 por ciento de los agricultores realizó la aporca aproximadamente a los 30-40 días después de la siembra. En la mayoría de los casos se hizo con bueyes,

excepto cuando el terreno era difícil se usó la azada. Simultáneamente con la aporca se hizo la segunda abonada, la cual difirió de una zona a otra. Así, en Tierra Blanca se aplicó en promedio 390 kg/ha de la fórmula 15-15-15. En Llano Grande el 50 por ciento aplicó en promedio 630 kg/ha de 10-30-10 y el otro 50 por ciento aplicó en promedio 350 kg/ha de una mezcla de esta fórmula con Nutrán. En Pacayas se aplicó un promedio de 690 kg/ha de 10-30-10.

El tipo de fórmula aplicada por los agricultores es la recomendada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 1983), sin embargo se notó un exceso en las cantidades utilizadas, principalmente en Llano Grande y Pacayas, ya que se recomiendan entre 920 a 1150 kg/ha.

4.1.5. Control de malezas

Por tratarse de las siembras veraneras, las malezas no constituyeron un serio problema, sin embargo, el 100 por ciento realizó esta actividad en forma preemergente. El Ministerio de Agricultura y Ganadería recomienda aplicar los herbicidas Sencor (Metribuzina) o Afalón (Linurón) en dosis de 0,75 kg/ha y 1,5 kg/ha respectivamente (MAG, 1983). En Tierra Blanca y Llano Grande se utilizaron estos herbicidas pero en dosis promedio de 0,37 kg/ha y 1,25 kg/ha respectivamente. En Pacayas, en cambio, el herbicida más utilizado fue el Gramoxone (Paraquat) en dosis promedio de 1,5 lt/ha.

4.1.6. Aspersiones al follaje

Como se mencionó anteriormente las diferencias en las condiciones climáticas entre zonas, produjo diferencias en esta actividad. En las tres zonas estudiadas las aspersiones consistieron de una mezcla de insecticida, fungicida y fertilizante foliar, sin embargo, en Llano Grande, que fue la zona más seca, se observó que los fungicidas se aplicaron únicamente en las primeras semanas de desarrollo del cultivo. En las otras dos zonas los fungicidas fueron aplicados hasta que el papal alcanzó su madurez fisiológica, si las condiciones ambientales así lo exigían. Los insecticidas, en cambio, se siguieron aplicando hasta la cosecha para proteger el tubérculo del ataque de la polilla. Por esta razón, si se considera que los insecticidas se aplicaron durante todo el ciclo de cultivo, se puede concluir que el número de atomizaciones para el control de la polilla fue excesivo, ya que mientras se recomiendan 7 atomizaciones (MAG, 1983), el total de éstas fluctuó entre 8 a 17 en Tierra Blanca, siendo 13 lo más frecuente. Entre 10 a 26 en Llano Grande con una moda de 13 y entre 7 a 15 en Pacayas, con una moda de 15.

Los insecticidas con mayor frecuencia de uso fueron el Iamarón (Metamidophos), Decis (Deltametrina) y Monitor (Metamidophos) aplicados en dosis promedio de 1,5 lt/ha, 300 ml/ha y 1,5 lt/ha, respectivamente. Muy pocos agricultores siguen la recomendación de alternar los

insecticidas, incluso se presenta el problema que muchos de ellos lo hacen basados en el nombre comercial, no en el ingrediente activo, como es el caso del iamarón que los alternan con monitor ignorando que en ambos casos están aplicando Metamidophos.

En general, en las tres zonas se aplicó insecticidas hasta dos o cuatro días antes de la cosecha. Muy pocos agricultores siguieron la recomendación de suspenderlos 15 días antes, ya que lo consideraron muy riesgoso debido a la mayor incidencia de la polilla en la época de verano.

En cuanto al uso de fungicidas, la mayor frecuencia de uso correspondió al Daconil (Clorotalonil), aplicado en dosis promedio de 1,5 lt/ha, seguido por el Dithane M-22 (Maneb) del cual se aplicó en promedio 3 paquetes de 920 g/ha.

4.1.7. Cosecha

Esta actividad está influenciada por el precio de venta del producto, más que por la madurez misma del cultivo. Se observó una marcada tendencia a cosechar la papa inmadura para lograr buenos precios. En tales casos se realizó una chapia unos días antes. En otros casos se dejó la siembra por más tiempo en espera de mejores precios, exponiendo el producto al ataque de plagas. Esta última situación trae como consecuencia un aumento en el número de aspersiones,

que redundan en aumentos en costos que no siempre son compensados con las mejoras en los precios.

El rendimiento promedio obtenido en la zona fue de 17279,75 kg/ha. Los mejores rendimientos correspondieron a Pacayas donde se obtuvo una producción promedio de 19920,2 kg/ha en contraste con 16422,5 y 16126,1 kg/ha en Tierra Blanca y Llano Grande, respectivamente. El precio promedio pagado por el producto en esa temporada fue de 15,83 colones por kilogramo.

4.2 Eficiencia económica relativa: Comparaciones entre grupos

4.2.1 Modelo I

Como lo muestra el Cuadro 2, las hipótesis nulas de igualdad en la eficiencia económica relativa, eficiencia técnica y de precios para cada clasificación, no pueden ser rechazadas. Esto implica que ninguna de las variables utilizadas para hacer los grupos son fuente de diferencia en los niveles de eficiencia económica. Los agricultores que sembraron más de tres hectáreas de papa son igualmente eficientes que los que sembraron menos de tres hectáreas. Así mismo ocurre con los otros grupos.

La aceptación de la hipótesis H_0 indica que ambos grupos maximizan sus ingresos en el mismo grado. Las elasticidades de los insumos variables estimados en las funciones de demanda son iguales para ambos grupos. La

Cuadro 2. Resultados de las pruebas de hipótesis para el Modelo I

Hipótesis a probar	Valores de F por grupo					
	Área sembrada de papa ¹	Tenencia del papal ²	Crédito ³	Mes de siembra ⁴	Experiencia ⁵	Importancia del cultivo en la finca ⁶
i. Prueba de eficiencia económica relativa	1.4872 N.S.	0.4379 N.S.	1.7953 N.S.	0.9874 N.S.	0.0586 N.S.	0.0348 N.S.
ii. Prueba de eficiencia de precios	0.7183 N.S.	0.48 N.S.	1.0581 N.S.	1.0791 N.S.	1.7114 N.S.	1.2194 N.S.
iii. Prueba de eficiencia técnica	1.0285 N.S.	0.3893 N.S.	1.0303 N.S.	1.2506 N.S.	1.4667 N.S.	0.9150 N.S.
iv. Prueba de eficiencia de precios absoluta	1.9485 N.S.	2.5389 *	3.2382 *	3.5204 *	2.4522 *	2.9750 **
v. Prueba de retornos constantes a escala	10.72 **	3.9143 *	3.9009 *	1.1085 N.S.	6.1150 **	3.9750 *

N.S.= no significativo

* = significativo a $\alpha=0.05$ ** = significativo a $\alpha=0.01$ ¹ Agricultor con área sembrada ≤ 3 has ($n_1= 19$) vs agricultor con área sembrada >3 has($n_2= 18$)² Agricultor con papal a medias ($n_1= 10$) vs agricultor con papal propio ($n_2= 27$)³ Agricultores que no recibieron crédito ($n_1= 25$) vs agricultores que si recibieron ($n_2= 12$)⁴ Agricultores que sembraron en octubre ($n_1= 21$) vs agricultores que sembraron en noviembre ($n_2= 16$)⁵ Agricultores con experiencia ≤ 10 años ($n_1= 13$) vs agricultores con experiencia > 10 años ($n_2= 24$)⁶ Agricultores cuya actividad principal es la papa ($n_1= 25$) vs agricultores dedicados a otra actividad ($n_2= 12$)

hipótesis iii no puede rechazarse, como era de esperarse, dada la aceptación de las hipótesis i y ii.

La hipótesis iv, que prueba si cada grupo individualmente es capaz de maximizar sus ingresos, igualando el valor del producto marginal de los insumos variables a su precio, es rechazada a un nivel de probabilidad de 5% para todas las clasificaciones, excepto para los grupos por área sembrada. Esto indica que los agricultores de la región no están utilizando los insumos variables a un nivel óptimo.

La igualdad de la eficiencia económica entre grupos se debe a que, como se mencionó anteriormente, la tecnología utilizada por los agricultores es muy similar entre grupos y es independiente de características tales como el área sembrada, la tenencia del papal o la disponibilidad de crédito, como sí podría suceder con otros cultivos. La papa es un cultivo intensivo más que extensivo, producido por agricultores que siembran también otras hortalizas durante todo el año, lo que les da un capital rotativo de trabajo. Sumado a esto está la interacción que se da entre los agricultores de la región, los cuales suelen asociarse para producir la tierra o intercambian conocimientos, razón por la que ni la tenencia del papal ni los años de experiencia arrojaron diferencias en cuanto a la eficiencia.

La hipótesis v de retornos constantes a escala, es rechazada para todos los grupos, excepto para el grupo según mes de siembra. Esta será analizada más adelante.

Los resultados de la regresión del sistema de ecuaciones de ingreso y demanda, para cada clasificación se presentan en los Cuadros del 1A al 6A del apéndice.

4.2.2. Modelo II

Para este modelo todas las comparaciones, excepto la de los grupos por crédito y mes de siembra, no presentaron significancia en las tres primeras hipótesis, lo que indica que no existe diferencias en la eficiencia económica relativa, técnica y de precios entre esos grupos (Cuadro 3).

En la clasificación de acuerdo al crédito la hipótesis i se rechaza a un nivel de probabilidad de 1%. Esto sugiere que los agricultores con crédito, son económicamente más eficientes una vez que han invertido cierto capital, como ocurre después de la siembra. Sin embargo, contrario a lo esperado, no se pueden rechazar las hipótesis ii ni iii, es decir, no existe diferencia en la eficiencia de precios y técnica entre ambos grupos. No se encontró explicación a esta anomalía.

En cuanto a la comparación según mes de siembra, resultó que la hipótesis nula de eficiencia económica relativa no puede rechazarse, es decir, ambos grupos son iguales en eficiencia económica. Las hipótesis nula de eficiencia de

Cuadro 3. Resultados de las pruebas de hipótesis para el modelo II ^{1/}

Hipótesis a probar	Valores de F por grupo					Importancia del cultivo en la finca ⁷
	Área sembrada de papa ²	Tenencia del papal ³	Crédito ⁴	Mes de siembra ⁵	Experiencia ⁶	
i. Prueba de eficiencia económica relativa	0.7882 N.S.	1.5756 N.S.	5.68 **	0.9133 N.S.	0.1463 N.S.	0.0023 N.S.
ii. Prueba de eficiencia de precios	0.8799 N.S.	0.6655 N.S.	0.4620 N.S.	3.4464 **	1.9014 N.S.	1.1192 N.S.
iii. Prueba de eficiencia técnica	1.0504 N.S.	0.7730 N.S.	1.7028 N.S.	3.2918 **	1.4871 N.S.	0.8840 N.S.
iv. Prueba de eficiencia de precios absoluta	0.7713 N.S.	1.0576 N.S.	1.4239 N.S.	0.6224 N.S.	0.5943 N.S.	0.7254 N.S.
v. Prueba de retornos constantes a escala	6.1389 **	4.965*	5.2084 *	2.6406 N.S.	5.14 *	4.2725 *

N.S.= no significativo

* = significativo a = 0.05

** = significativo a = 0.01

¹ Considerando los gastos después de la siembra. Lo invertido hasta la siembra se suma al capital.² Agricultor con área sembrada ≤ 3 has (n₁= 19) vs agricultor con área sembrada >3 has (n₂= 18)³ Agricultor con papal a medias (n₁= 10) vs agricultor con papal propio (n₂= 27)⁴ Agricultores que no recibieron crédito (n₁= 25) vs agricultores que si recibieron (n₂= 12)⁵ Agricultores que sembraron en octubre (n₁= 21) vs agricultores que sembraron en noviembre (n₂= 16)⁶ Agricultores con experiencia ≤ 10 años (n₁= 13) vs agricultores con experiencia > 10 años (n₂= 24)⁷ Agricultores cuya actividad principal es la papa (n₁= 25) vs agricultores dedicados a otra actividad (n₂= 12)

precios relativa y de eficiencia técnica son rechazadas a un nivel de probabilidad de 1%. Esto implica que los agricultores que sembraron en octubre y los que sembraron en noviembre maximizan sus ingresos en diferente grado.

Por otra parte, la hipótesis iv no puede ser rechazada para ninguno de los grupos, lo cual significa que cada grupo individualmente, maximiza sus ingresos. Esto es importante pues considera que los productores de papa son capaces de optimizar el uso de sus recursos una vez realizada la siembra, la cual representa la mayor inversión en el cultivo.

Los resultados del sistema de ecuaciones para cada grupo se muestran en los cuadros 7A-12A del apéndice.

4.3. Eficiencia de precios absoluta

Dado que las comparaciones entre grupos no evidenciaron diferencias importantes en la eficiencia económica, se procedió a analizar más a fondo la eficiencia de precios absoluta para evaluar el nivel de uso de los insumos con respecto a sus precios, y determinar si los estaban utilizando en exceso, particularmente los plaguicidas. Debido a que el sistema de ecuaciones no permite hacer estas determinaciones se derivó para cada modelo la función de producción indirecta implícita en la función de ingreso respectiva. Con este fin se eliminó la variable "dummy" que distinguía cada grupo y se corrieron nuevamente ambos modelos.

Los resultados de la regresión conjunta de las funciones de ingreso y demanda para cada modelo se muestran en los Cuadros 4 y 5. Se reportan los resultados de la regresión simple por mínimos cuadrados, sólo para ofrecer una comparación con los resultados de regresión por el método de Zellner. Los coeficientes de los insumos variables, mano de obra contratada, plaguicidas y fertilizantes son negativos, como se esperaba, pero no significativos en el modelo I. En cambio en el modelo II sí tienen significancia, lo que indica que los plaguicidas y los fertilizantes adquieren importancia una vez hecha la inversión de la siembra, mientras que la mano de obra, a pesar de ser significativo, tiene menor importancia relativa.

En cuanto a los insumos fijos, el coeficiente del área sembrada de papa es positivo, pero estadísticamente significativo solo en el modelo I. El coeficiente de la variable capital es positivo y fuertemente significativo en el modelo II. Vale recordar que en este modelo se consideró como parte del capital la inversión hecha hasta la siembra, inclusive. La mano de obra familiar mostró coeficientes negativos y estadísticamente no significativos.

El Cuadro 6 presenta las elasticidades de la función de producción, derivadas de las funciones de ingreso anteriormente descritas. Para ambos modelos la suma de las

Cuadro 4. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y las funciones de demanda de insumos para el Modelo I. Cartago Costa Rica, 1986.

Función de Ingreso	Parámetro	Estimados de regresión	
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción
Constante	$\ln A^*$	10.9475** (2.0798)	9.9093** (1.7831)
Dummy/región	D_R	-0.2304 (0.2269)	-0.1727 (0.1944)
		-0.4731* (0.2631)	-0.3120 (0.2255)
Mano de obra contratada	α_1^*	-0.3688 (0.3285)	-0.3230 (0.2816)
Plaguicidas	α_2^*	0.0035 (0.0607)	-0.0126 (0.0520)
Fertilizante	α_3^*	0.0118 (0.0966)	-0.0170 (0.0827)
Area en papa	β_1	0.7579** (0.2249)	0.7190** (0.1927)
Mano de obra Familiar	β_2	-0.01329 (0.0206)	-0.0011 (0.0176)
Capital	β_3	-0.0157 (0.2185)	0.0670 (0.1872)
<u>FUNCIONES DE DEMANDA</u>			
Mano de obra contratada	α_{1D}^*	-0.0095** (0.0028)	-0.0095** (0.0028)
Plaguicidas	α_{2D}^*	-0.1157** (0.0319)	-0.1157** (0.0319)
Fertilizante	α_{3D}^*	-0.1556** (0.0262)	-0.1556** (0.0262)

Error estandar entre paréntesis

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$

Cuadro 5. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumo para el Modelo II. Cartago, Costa Rica. 1986.

Función de Ingreso	Parámetro	Estimados de regresión	
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Una restricción $\alpha_{iD} = \alpha_i^*$
Constante	$\ln A^*$	5.2458* (2.7228)	1.2499** (2.1547)
Dummy/región	D_R	-0.2249 (0.2100) -0.4221* (0.2196)	-0.1243 (0.1737) -0.2991 (0.1823)
Mano de obra contratada	α_1^*	-0.1402 (0.2364)	-0.0093** (0.0030)
Plaguicidas	α_2^*	-0.0186 (0.0623)	-0.0778** (0.0166)
Fertilizante	α_3^*	0.0096 (0.086)	-0.0456** (0.007)
Area en papa	β_1	0.3231 (0.2465)	0.0516 (0.2063)
Mano de obra Familiar	β_2	-0.0125 (0.0140)	-0.0088 (0.0111)
Capital	β_3	0.4309* (0.2291)	0.7333** (0.1921)
<u>FUNCIONES DE DEMANDA</u>			
Mano de obra contratada	α_{1D}^*	-0.0092** (0.0027)	-0.0093** (0.0027)
Plaguicida	α_{2D}^*	-0.0840** (0.0156)	-0.0778** (0.0147)
Fertilizante	α_{3D}^*	-0.0478** (0.0062)	-0.0456** (0.0059)

Error estandar entre paréntesis

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$

Cuadro 6. Estimados indirectos de los coeficientes de la función de producción Cobb-Douglas, derivados de la función de ingreso estimada para el cultivo de papa. Cartago, Costa Rica, 1986.

Factor de producción	<u>Parámetros estimados de la función de producción</u>		
		Modelo I	Modelo II
Mano de obra contratada	α_1^*	0.2388	0.0083
Plaguicidas	α_2^*	0.0126	0.0403
Fertilizante	α_3^*	0.0093	0.0687
Area en papa	β_1	0.5315	0.0455
Mano de obra familiar	β_2	-0.0008	-0.0078
Capital	β_3	0.0495	0.6470
Retornos a escala ($\alpha_1^* + \alpha_2^* + \alpha_3^* + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$)		0.8409	0.8020

elasticidades son menores que la unidad, lo que indica que se dan retornos a la escala decrecientes. De acuerdo con esto, con la tecnología usada actualmente por los agricultores, no es rentable aumentar el área sembrada de papa a nivel de finca, en la zona, ya que los retornos a la inversión aumentarán en tasa decreciente.

El Cuadro 7 presenta las relaciones valor del producto marginal (VP_{Ma})/costo marginal del factor (C_{MaF}) para cada insumo y cada modelo, calculada a partir de la función de producción y la información contenida en el Cuadro 8.

Estas relaciones nos indican cuál o cuáles insumos están en desequilibrio. Notamos que para el modelo I la relación VP_{Ma}/C_{MaF} para la mano de obra contratada es mayor que uno lo que indica que este es un insumo altamente productivo. Por otro lado, existe un desequilibrio en el uso de plaguicidas y fertilizantes ya que están siendo utilizados a un nivel superior al óptimo, es decir se evidencia un uso excesivo de los mismos.

En el caso del modelo II la situación es inversa, ya que el retorno por colón invertido para los insumos variables es mayor que uno, indicando que estos insumos no están siendo utilizados en exceso. Sin embargo, los índices de productividad de la mano de obra y plaguicidas son casi igual a la unidad y según los resultados no se encuentran diferencias significativas en el uso eficiente de estos tres insumos en conjunto.

Cuadro 7. Prueba de eficiencia de precios absoluta 1/ para fincas productoras de papa de la provincia de Cartago, Costa Rica, 1986.

Insumo variable	Modelo I	Modelo II
	$\frac{VP_{Ma}}{C_{MaF}}$ <u>2/</u>	$\frac{VP_{Ma}}{C_{MaF}}$
Mano de obra contratada	33.37	1.78
Plaguicidas	0.057	1.93
Fertilizante	0.072	12.93

1/. La eficiencia de precios implica que $VP_{Ma}/C_{MaF}=1$

2/. VP_{Ma}/C_{MaF} = Valor del producto marginal/costo marginal del factor

$$VP_{Ma_{xi}}/C_{MaF_{xi}} = (\alpha_i^*) \cdot (Y/P_{xi} X_i) \quad i=1,2,3.$$

donde α_i^* = coeficiente de elasticidad de la función de ingreso
 Y = media geométrica del valor de la producción
 P_{xi} = precio promedio unitario del insumo i
 X_i = media geométrica de la cantidad de insumo i

Cuadro 8. Medias geométricas de los insumos variables, valor promedio de la producción y precio unitario promedio de cada insumo utilizado en el cultivo de papa en Cartago, Costa Rica. 1986.

Insumo variable	Modelo I		Modelo II	
	Media geométrica	Precio	Media geométrica	Precio
Valor de la producción	239 169.30		239 169.30	
Díaño de obra contratada (jornales)	7.53	227.27	4.85	229.40
Plaguicidas (kilogramos)	103 777.00	0.51	54 720.00	0.09
Fertilizante (kilogramos)	2 465.00	12.57	259.82	4.89

Los resultados del modelo II contradicen lo afirmado por Arauz et al (1983) en cuanto a que en la zona se da un uso excesivo de plaguicidas. Sin embargo, ese estudio no distingue entre épocas de siembra, y como ya se mencionó, en la época de siembra en que se realizó el presente estudio (siembra veranera) los agricultores utilizan menos plaguicidas que en la siembras de invierno. De ahí la importancia de realizar estudios similares que contemplen y comparen ambos ciclos de siembra.

La diferencia en los resultados obtenidos con ambos modelos evidencian también la importancia de tomar en cuenta la dinámica del uso de plaguicidas después de la siembra. Esto comprueba que el agricultor es eficiente en el uso de este insumo, una vez que ha invertido parte del capital en el cultivo de papa en época veranera.

4.4. Elasticidades de demanda de los plaguicidas

La elasticidad de demanda de los plaguicidas con respecto a su precio, obtenida de derivar la función de demanda de este insumo, fue de $-1,0126$ y $-1,0778$ para el modelo I y II, respectivamente. Estos resultados indican una respuesta elástica de la demanda de los plaguicidas a su precio. En otras palabras, un cambio porcentual en el precio de los plaguicidas origina un cambio porcentual mayor en la cantidad demandada de este insumo. Se observa además que no hay mucha diferencia en las respuestas antes y después de la siembra.

Basados en lo anterior, se puede concluir que una política efectiva para desestimular el uso de plaguicidas y para tratar de incluir los costos sociales en las decisiones sobre su uso, es aumentar los precios de dichos insumos.

En muchos países subdesarrollados existe la tendencia de subvencionar los costos de los plaguicidas para estimular el desarrollo agrícola. De acuerdo con Rosset (1987), muchos métodos de control de plagas, que son económicos en términos de ahorro de divisas, (por ejemplo el control biológico, producción de productos microbiales o uso de extractos vegetales) no pueden competir a nivel de finca con el uso de plaguicidas subvencionados.

En el caso de la papa, cuyos productores responden significativamente a cambios en los precios de los plaguicidas, una política de este tipo tendría efectos negativos sobre el desarrollo de programas de Manejo Integrado de Plagas ya que ocasionaría un aumento en el uso de este insumo.

Las elasticidades de demanda con respecto al precio del producto son 1,3526 y 1,1327 para el modelo I y II respectivamente, lo que demuestra, una respuesta significativa sobre la demanda de los plaguicidas a cambios en el precio de la papa. Estos resultados sugieren que el impacto del precio sobre el uso de plaguicidas es de mucha importancia y pone de manifiesto que el agricultor, de

alguna forma, toma la decisión de aplicar plaguicidas basado en el precio (esperado) del producto. Un aumento en el precio de la papa ocasionaría un aumento, porcentualmente mayor en la cantidad demandada de los plaguicidas

Las elasticidades con respecto a los insumos fijos fueron menores que la unidad para ambos modelos, lo que refleja una respuesta bastante inelástica de la demanda de los plaguicidas al área sembrada, a la mano de obra familiar y al capital. Los valores para estos factores fijos fueron respectivamente 0,7190, -0,0011 y 0,067 para el modelo I y 0,0516, -0,0088 y 0,7333 para el modelo II. Aumentar el área sembrada y el capital invertido implica un aumento en el uso de plaguicidas. Aumentos en la cantidad de mano de obra familiar implica una disminución en el uso de los plaguicidas (aunque esta variable no es significativa). El signo negativo del coeficiente de la mano de obra familiar sugiere la posibilidad de que este recurso podría usarse como sustituto para los plaguicidas. Por ejemplo podría utilizarse la mano de obra familiar en labores de monitoreo de plagas para aplicar los plaguicidas más selectivamente, o realizando prácticas culturales que desfavorezcan el desarrollo de las mismas.

5. CONCLUSIONES

1. La tecnología utilizada en el cultivo de la papa fue similar en las tres zonas estudiadas, excepto en lo referente al control de plagas. Debido a las diferencias climáticas entre zonas, en Pacayas se dió mayor importancia al combate del tizón tardío (Phytophthora infestans), mientras que en Llano Grande y Pacayas se puso mayor énfasis en el control de la polilla (Scrobipalopsis solanivora y Phthorimaea operculella), consideradas por los agricultores las plagas de más riesgo en las siembras veraneras.

2. Para el combate de plagas, los agricultores utilizaron los productos y dosis recomendadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, sin embargo se observó que el número de aplicaciones, especialmente de insecticidas, fue mayor que el recomendado.

3. El área total sembrada de papa, la asistencia crediticia, la tenencia del papal, la experiencia del agricultor en el cultivo y la actividad principal de la finca, no fueron fuente de diferencia en los niveles de eficiencia económica relativa, eficiencia técnica relativa y eficiencia de precios relativa, en el modelo I.

4. No se encontraron diferencias en la eficiencia económica relativa, eficiencia técnica y eficiencia de precios entre grupos en el modelo II, excepto para el grupo

de acuerdo a la disponibilidad de crédito. En este caso, se encontró diferencias significativas en la eficiencia económica relativa, pero no en la eficiencia técnica relativa y eficiencia de precios como era de esperarse, lo cual no pudo ser explicado.

5. El análisis de eficiencia de precios absoluta para los tres insumos en conjunto, demostró que de acuerdo al modelo I (tradicional), los productores de papa de la zona no utilizaron los insumos variables a un nivel óptimo. Por el contrario, de acuerdo con el modelo II, que consideró sólo los insumos variables utilizados después de la siembra, todos los grupos, individualmente, maximizaron sus ingresos.

6. El análisis de eficiencia de precios absoluta para cada insumo variable demostró que de acuerdo al modelo I los agricultores utilizaron en exceso los plaguicidas y fertilizantes. Sin embargo, cuando se consideró la inversión realizada en la siembra (modelo II), el resultado fue que los agricultores no hicieron un uso excesivo de estos insumos.

7. Para evaluar la eficiencia económica de los plaguicidas en el cultivo de papa, es más adecuado utilizar modelos similares al II, que consideran el nivel de inversión en el cultivo, ya que esta influye en el proceso de toma de decisiones sobre el uso de plaguicidas

8. En la producción de papa veranera se dieron retornos decrecientes a la escala, lo que indica que con la tecnología usada por los agricultores, no es rentable aumentar el tamaño del área sembrada por finca.

9. La demanda de los plaguicidas con respecto a su precio fue elástica, por lo que un aumento en los precios de los plaguicidas ocasionará una disminución, porcentualmente mayor, en la cantidad demandada y, por consiguiente, una disminución en el gasto total de plaguicidas.

10. Las elasticidades de demanda de los plaguicidas con respecto al precio de la papa fueron mayores que uno (elástica), lo cual indica que un aumento en el precio de la papa producirá un aumento porcentual mayor en la cantidad demandada. Esto demuestra la importancia que el precio del producto ejerce sobre la decisión de aplicar plaguicidas.

11. Las elasticidades de demanda de los plaguicidas con respecto al área sembrada y al capital fueron positivas y menores que la unidad (inelástica). Aumentos en las cantidades de dichos recursos fijos ocasionará aumentos en la cantidad demandada de los plaguicidas, aunque en menor proporción

12. La respuesta de los plaguicidas a la mano de obra familiar fue negativa e inelástica. Esta tendencia sugiere

que un aumento de la mano de obra familiar podría originar una disminución en el uso de plaguicidas.

6. RECOMENDACIONES

1. Se deben realizar estudios similares al presente que incluyan las épocas de siembra de invierno y verano para determinar si hay diferencias en la eficiencia económica entre ambas épocas.

2. Es recomendable incentivar métodos alternativos de control de plagas, como son las prácticas culturales (eliminación de residuos de cosechas, rotación de cultivos, buena preparación del suelo, etc) que favorecen la disminución del inóculo de las principales plagas.

3. Para el control de la polilla, se recomienda desarrollar y difundir métodos para la determinación de los niveles de infestación de dicha plaga, con el objeto de hacer un uso más racional de los insecticidas.

7.LITERATURA CITADA

- ARAUZ, L.F.; CARAZO, E.; MORA, D. 1983. Diagnóstico sobre el uso y manejo de plaguicidas en las fincas hortícolas del Valle Central de Costa Rica. Informe Preeliminar. Agronomía y Ciencia (C.R.) 1(3):37-49.
- BINSWANGER, H. 1974. A cost function approach to the measurement of elasticities of factor demand and elasticities of substitution. American Journal of Agricultural Economics (E.E.UU.). 56(2):377-386.
- BISHOP, C.E.; FOUSSAINT, W.O 1986. Introducción al análisis de economía agrícola. México, Limusa. 262 p.
- BOULDING, K.E. 1976. Análisis económico. 9a. ed. trad. J. Bramtot; A. Iglesias. Madrid, Alianza, 1063 p.
- CAMPOS, M. 1987. Características climáticas de la Zona Norte de la provincia de Cartago. Boletín Meteorológico Mensual (C.R.). 4(11):3-6.
- CHAMBERS, R.G. 1982. Relevance of duality theory to the practicing agricultural economist: Discussion. Western Journal of Agricultural economics (E.E.UU.). 7(2):373-377.

- CHENNAREDDY, V. 1967. Production efficiency in South Indian agriculture. Journal of Farm Economics (EE.UU.). 49(4):816-821.
- DAWSON, P.J. 1985. Measuring technical efficiency from production functions: Some further estimates. Journal of Agricultural Economics (G.B.). 34(1):31-40.
- FARRELL, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. Journal of Royal Statistical Society (G.B.). 120(3):253-279.
- FERGUSON, C.E.; GOULD, J.P. 1975. Teoría microeconómica. México, Fondo de Cultura Económica. 550 p.
- GARCIA, P.; SONKA, S.; YOO, M.S. 1981. Farm size, tenure and economic efficiency in a sample of Illinois grain farms. American Journal of Agricultural Economics(EE.UU.). 64(1):119-122.
- HALL, B.F.; LeVEEN, P.E. 1978. Farm size and economic efficiency: The case of California. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 60(4):589-600.
- HEADLEY, J.C.; LEWIS, J.N. 1967. The pesticide problem: an economic approach to public policy. Estados Unidos, J. Hopkins Press. 141 p.
- HEADLEY, J.C. 1968. Estimating the productivity of agricultural pesticides. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 50(1):13-23.

- HERDI, R.W.; MANDAC, A.M. 1981. Modern technology and economic efficiency of Philippine rice farmers. Economic Development and Cultural Change (EE.UU.). 39(2):375-399.
- HILJE, L.; CASILLO, L.; IHRUPP, L.A.; WESSLING, I. 1987. El uso de los plaguicidas en Costa Rica. EUNED, San José. 149 p.
- HOUSEMAN, E.E. 1976. El muestreo por áreas en la agricultura. Washington, USDA. Statistical Reporting Service. D.R. 85 p.
- INSTITUTO DE FOMENTO Y ASESORIA MUNICIPAL. 1981. Cantones de Costa Rica. San José, Costa Rica, IFAM, Departamento de Planificación. p. 126.
- KALIRAJAN, K. 1981. The economic efficiency of farmers growing high-yielding, irrigated rice in India. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 36(3):566-570.
- KHAN, M.; MAKI, D.R. 1979. Effects of farm size on economic efficiency: The case of Pakistan. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 61(1)64-69.
- KAKO, I. 1978. Decomposition analysis of derived demand for factor inputs: The case of rice production in

- Japan. American Journal of Agricultural Economics (E.E.UU.). 60(4):628-635.
- LAU, L.J.; YOTOPOULOS, P. 1971. A test for relative efficiency and application to Indian agriculture. American Economics Review (E.E.UU.). 61(1):94-109.
- LAU, L.J.; YOTOPOULOS, P. 1972. Profit, supply and factor demand function. American Journal of Agricultural Economics (E.E.UU.). 54(1):11-18.
- LOPEZ, R.E. 1982. Applications of duality theory to agriculture. Western Journal of Agricultural Economics (E.E.UU.). 2(7):353-365.
- LUTTON, T.J. 1982. Input demand formulations and duality theory. Agricultural Economics Research (E.E.UU.). 34(4):15-22.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1983. Manual de recomendaciones: Cultivos Agrícolas de Costa Rica. MAG. Boletín Técnico no.62. p. 159-167.
- MONGE, L.A. 1985. Manejo racional de insecticidas: resistencia y rotación. Cartago, ITCR. 74 p.
- MORA, L.; CARAZO, E.; FUENTES, G.; CONSIENLA, H.; RODRIGUEZ, L. 1984. Análisis de residuos de plomo en repollo de Costa Rica. Agronomía Costarricense (C.R.) 8(2):161-165.

PIMENTEL, D.; KRUMMEL, F.; GALLAHAN, D.; HOUGH, J.;
MERRIL, A.; SCHREINER, I.; KOSIOL, F.; BACK, E.;
YEN, D.; FIANCE, S. 1978. Benefits and cost of
pesticide use in U.S. food production. Bioscience
(E.E.UU.). 12(28):772-784.

PIMENTEL, D.; ANDOW, D.; DYSON-HUDSON, R.; GALLAHAN, D.;
JACOBSON, S.; IRISH, M.; KROOP, S.; MOSS, A.;
SCHREINER, I.; SHEPARD, M.; THOMPSON, F.; VINZANI,
B. 1980. Enviromental and social costs of
pesticides: a preliminary assessment. Oikos.
34(2):126-140.

RODRIGUEZ, L.D.; CARAZO, E.; CONSTENLA, M.; FUENTES, G.
1984. Determinación de residuos del insecticida
methamidophos en lechuga. In Congreso Agronómico
Nacional. (6, 1984, San José, Costa Rica).
Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos.
v 1, p. 330-331.

ROSSEI, P. 1987. Precios, subvenciones y niveles de daño
económico. Manejo Integrado de Plagas, Revista del
Proyecto MIP/CATIE (C.R.). 6:27-35.

RUSSELL, N.P.; YOUNG, I. 1983. Frontier production
functions and the measurement of technical efficiency.
Journal of Agricultural Economics (G.B.). 34(2):139-
149.

- SELRZ, W.D. 1970. The measurement of efficiency relative to a frontier production function. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 52(4):505-511.
- SHAPIRO, K.H.; MULLER, J. 1977. Sources of technical efficiency: the roles of modernization and information. Economics Development and Cultural Change (EE.UU.). 25(2):293-305.
- SHEPHARD, R.W. 1953. Cost and production function. Princeton, Princeton University Press.
- SIDHU, S.; BAANANTE, C.A. 1979. Farm level fertilizer demand for mexican wheat varieties in the Indian Punjab. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 61(3):455-462.
- SIDHU, S.; BAANANTE, C.A. 1981. Estimating farm level input demand and wheat supply in the Indian Punjab using a translog profit function. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 63(2):237-246.
- YOIOPOULOS, P.A. 1968. On the efficiency of resource utilization in subsistence agriculture. Food Research Institute Studies. 8:125-135.
- YOIOPOULOS, P.A.; LAU, L.J.; SOMEL, K. 1970. Labor intensity and relative efficiency in Indian Agriculture. Food Research Institute Studies. 9:43-55.

- YOIOPOULOS, P.A.; LAU, L.J. 1973 A test for relative economic efficiency: Some further results. American Economic Review (EE.UU.). 63(1):214-223.
- YOIOPOULOS, P.A.; LAU, L.J; LIN. W.L. 1976. Microeconomics output supply and factor demand functions in the agriculture of the province of Taiwan. American Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 58(2):333-339.
- YOUNG, D.L. 1982. Relevance of duality theory to the practicing agricultural economist: Discussion. Western Journal of Agricultural Economics (EE.UU.). 7(2):367-372.
- ZELLNER, A. 1962. An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and test for agregation bias. JASA. Journal of the American Statistics Association (EE.UU.). (57):348-375.

APPENDICE

APENDICE A
ENCUESTA PRELIMINAR

Nombre del agricultor _____

Ubicación de la finca: Lugar _____ Segmento _____

Dirección (donde sea más probable localizarlo) _____

Area de la finca _____ Area en papa _____

Epoas de siembra _____

Fecha aproximada de siembra veranera _____

Años que tiene sembrando papa _____

Enfermedades y plagas más comunes _____

Fuentes de información sobre el control de plagas _____

Está dispuesto a colaborar _____

Observaciones: _____

APENDICE B

Formularios utilizados en el Seguimineto Dinámico

REGISTRO PERIÓDICO DE ACTIVIDADES
INFORME No.1

SEÑOR _____ LUGAR _____

Llene por favor los espacios en blanco o marque con una "X" los cuadros, después de que realice la preparación del terreno donde sembrará papa.

I. PREPARACION DEL TERRENO

a) Chapia y quema

Cultivo anterior _____ Área a sembrar _____ manzanas.

Fecha de inicio _____ La terminó el _____

Mano de obra del agricultor o de su familia _____ jornales

Mano de obra pagada _____ jornales. Costo por jornal ₡ _____

Utilizó herbicidas? Sí No

HERBICIDA UTILIZADO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
_____	_____	₡ _____
_____	_____	₡ _____
_____	_____	₡ _____

b) Aradura

Fecha de inicio _____ La terminó _____

Bueyes propios Bueyes prestados Manual

Bueyes alquilados Costo de alquiler ₡ _____

Tractor Costo ₡ _____

Mano de obra del agricultor o su familia _____ jornales

Mano de obra pagada _____ jornales Costo por jornal ₡ _____

c) Surqueada

Fecha de inicio _____ La terminó _____

Manual Con bueyes Con tractor

Costo de bueyes ₡ _____

Costo ₡ _____

Mano de obra del agricultor o de su familia _____ jornales.

Mano de obra pagada _____ jornales Costo por jornal ₡ _____

Aplicó algún producto al suelo? Sí No

PRODUCTO APLICADO	FECHA DE APLICACION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
_____	_____	_____	₡ _____
_____	_____	_____	₡ _____
_____	_____	_____	₡ _____

Anote otras actividades realizadas en la preparación de terreno que no hayan sido indicadas anteriormente.

SEÑOR: _____ LUGAR _____

Llene por favor los espacios en blanco, después de que realice la siembra.

II. SIEMBRA

Fecha de inicio _____ Terminó _____

Variedad _____ Cantidad _____ Costo de semilla _____

Distancia de siembra: Entre surcos _____ cm Entre semilla _____ cm

Mano de obra del agricultor y de su familia _____ jornales.

Mano de obra pagada _____ jornales. Costo por jornal ₡ _____.

PLAGUICIDAS Y FERTILIZANTES APLICADOS DURANTE LA SIEMBRA

PRODUCTO APLICADO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
_____	_____	₡ _____
_____	_____	₡ _____
_____	_____	₡ _____
_____	_____	₡ _____

De dónde obtiene la semilla? _____

Dónde y como la almacenó? _____

Qué le aplica a la semilla durante el almacenamiento? _____

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
_____	_____	₡ _____
_____	_____	₡ _____

Qué rendimiento espera usted obtener en esta siembra? _____

Qué precio supone usted que podrá obtener por su cosecha en ese momento?

INFORME # 3

Nombre _____ Lugar _____
 Fecha visita _____

CONTROL DE MALEZAS

CONTROL MANUAL

Fecha	# jornales contratados	Costo por jornal	# de jornales del agricultor
_____	_____	_____	_____

CONTROL QUIMICO

Fecha	Herbicida	Cantidad	Costo unitario	Jornales del agricultor	Jornales contratados	Costo por jornal
_____	_____	_____	₡ _____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

APORCA

Fecha de la aporca _____ Días de la siembra _____
 Número de jornales contratados _____ Costo por jornal ₡ _____
 Número de jornales del agricultor o su familia _____
 Aplicó fertilizante? Si _____Cuál _____

Cantidad	Costo/unidad	# de jornales		Costo/jornal
		Del agricultor	contratados	
_____	_____	_____	_____	_____

REGISTRO PERIODICO DE ACTIVIDADES
 INFORME N° 5
 COSECHA

Nombre del Agricultor: _____ Lugar _____

CHAPIA

Fecha _____ N° de jornales _____ Costo/jornal _____

QUEMA

Fecha _____ N° de jornales _____ Costo/jornal _____

ARRANCA

Fecha _____ N° de jornales _____ Costo/jornal _____

CATEGORIA	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Fecha _____ N° de jornales _____ Costo/jornal _____

CATEGORIA	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Fecha _____ N° de jornales _____ Costo/jornal _____

CATEGORIA	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

INFORME MENSUAL

Nombre _____ Lugar _____

Fecha _____

1. Plagas o enfermedades que se presentaron este mes? _____

2. A quién solicitó información sobre como controlarlas? _____

3. Se presentó algún técnico a ver su papal este mes?

Si _____ Institución o casa comercial _____

No _____

4. Asistió este mes a días de campo, charlas o conferencias sobre el cultivo de la papa? _____

5. Le solicitaron los agricultores vecinos información sobre el control de Plagas y enfermedades de la papa? _____

6. Recibió este mes consejos de algún agricultor vecino? _____. Cómo se llama ese agricultor? _____

7. Rendimiento esperado _____

8. Precio esperado _____

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROYECTO MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

INFORMACION GENERAL

Nombre _____

Lugar _____

Fecha _____

I Tenencia de la Tierra

1. El terreno donde siembra la papa es:

____ Propio

____ Alquilado

____ Al Socio

____ Otro. Especifique _____

2. Si tiene tierra propia, detalle a continuación el área y su distribución, en el caso de tener más de una finca.

Lugar donde se ubica la finca

Area

Actividad a que la dedica

3. Además de la tierra propia, trabaja en tierra alquilada?
(No incluya el papal en estudio)

____ No

____ Sí

Area alquilada _____

Costo de alquiler ₡ _____

Actividad (en) _____

II. Información del Papal en Estudio

1. El papal es:

Propio A medias con el socio A medias con el dueño de la tierra
 Otro (especifique) _____

2. Si usted trabaja a medias, quién toma las decisiones de manejo? _____

3. Cómo se reparten los costos y beneficios? _____

4. Trabaja con crédito? _____

5. Además de este papal, ¿Siembra usted papa en otros lugares?

Lugar	Area	Mes de Siembra	Tenencia Terreno	Tenencia Papal
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

III. Otras Actividades

1. A qué otro cultivo y/o actividades se dedica? _____

2. La papa es para usted una actividad

Principal
 Unica
 Secundaria La principal es _____

3. De los cultivos y/o actividades a que usted se dedica, cuál considera más rentable?

IV. Experiencia

1. Cuántos años hace que usted siembra papa? _____

2. Cómo se inició en esta actividad? _____

3. A dónde adquirió usted los conocimientos sobre este cultivo? _____

APENDICE C

Tablas de frecuencias para las variables seleccionadas
para hacer los grupos

AREA TOTAL SEMBRADA DE PAPA

TAMANO (HAS)	FRECUENCIA DEL SONDEO	FRECUENCIA SEGUIMIENTO
Menos de 1 ha	16	5
De 1 a 3 has	77	14
De 3.1 a 8.0 has	13	15
Más de 8.1 has	6	3

AÑOS DE EXPERIENCIA EN EL CULTIVO DE PAPA

No. DE AÑOS	FRECUENCIA DEL SONDEO	FRECUENCIA SEGUIMIENTO
De 1 a 5	15	4
De 6 a 10	31	9
De 11 a 15	23	13
De 16 a 20	7	3
De 20 a 30	25	5
Más de 30	13	3

ACTIVIDAD PRINCIPAL DE LA FINCA

ACTIVIDAD	FRECUENCIA SEGUIMIENTO
Papa	13
Papa y Cebolla	9
Semilla de papa	2
Cebolla	5
Ganadería	4
Flores	1
Hortalizas	1
Comercio	1

Cuadro 1A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al modelo I, con datos agrupados con base en el área sembrada de papa. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de Regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_{Dgran} = \alpha^*_{Dpeq}$	2 restricciones $\alpha^*_{Dgran} = \alpha^*_{Dpeq}$
Constante	$\ln A^*$	10.5478 **	9.5290 **	9.5218 **	9.1346 **
Dummy/región	D_n	-0.2024	-0.1426	0.1426	-0.0735
Dummy/grupo	δD_g	-0.4663	-0.3143	0.3143	-0.2108
M.O. contratada	α^*_1	0.2597	0.2605	0.2755	0.4126 *
Plaguicidas	α^*_2	-0.2659	-0.2170	-0.2170	0.0098 *
Fertilizante	α^*_3	-0.0089	-0.0233	-0.0233	-0.0687 *
Area en papa	β_1	-0.0009	-0.0302	-0.0302	-0.1174 **
M.O. familiar	β_2	0.6318 *	0.5892 *	0.5892 *	0.5353 *
Capital	β_3	-0.0122	-0.0003	-0.0003	-0.0048
		-0.0203	0.0606	0.0606	0.0224
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O. contratada	$\alpha^*_1 D_{gran}$	-0.0098 *	-0.0098 *	-0.0095	-0.0098 **
	$\alpha^*_1 D_{peq}$	-0.0093	-0.0093	-0.0095	-0.0098 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{gran}$	-0.1501 **	-0.1501 **	-0.1157	-0.0688 **
	$\alpha^*_2 D_{peq}$	-0.0831 *	-0.0831 **	-0.1157	-0.0688 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{gran}$	-0.1709 *	-0.1709 *	-0.1556	-0.1174 **
	$\alpha^*_3 D_{peq}$	-0.1412	-0.1412	-0.1556	-0.1174 **

* Significativo a $\alpha = 0,05$

** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 2A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo II, con datos agrupados con base en el área sembrada de papa. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha_i^* D_{gran} = \alpha_i^* D_{peq}$	2 restricciones $\alpha_i^* D_{gran} = \alpha_i^* D_{peq}$ $\alpha_i^* = \alpha_i^* D_{gran}$
Constante	$\ln A^*$	5.7973	2.1303	2.1018	1.8983
Dummy/región	D_R	-0.2173 -0.4557 *	-0.1708 -0.4017 *	-0.1708 -0.4017 *	-0.1188 -0.3504
Dummy/grupo	δD_g	0.1856	0.1875	0.2461	0.2245
M.O. contratada	α^*_1	-0.1125	-0.0189	-0.0189	-0.0094
Plaguicidas	α^*_2	-0.0034	-0.0196	-0.0196	-0.0762
Fertilizante	α^*_3	-0.0026	-0.0059	-0.0059	-0.0408
Área en papa	β_1	0.3074	0.0484	0.0484	-0.0322
M.O. familiar	β_2	-0.0081	0.0022	0.0022	-0.0033
Capital	β_3	0.3701	0.6628 *	0.6628 *	0.6601
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O. contratada	$\alpha^*_1 D_{gran}$	-0.0095 *	-0.0095 *	-0.0093 **	-0.0093 **
	$\alpha^*_1 D_{peq}$	-0.0090 *	-0.0090 *	-0.0093 **	-0.0093 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{gran}$	-0.1023 *	-0.1023 *	-0.0840 **	-0.0762 **
	$\alpha^*_2 D_{peq}$	-0.0667 *	-0.0667 *	-0.0840 **	-0.0762 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{gran}$	-0.0490 *	-0.0490 *	-0.0478 **	-0.0451 **
	$\alpha^*_3 D_{peq}$	-0.0466 **	-0.0466 **	-0.0478 **	-0.0451 **

* Significativo a $\alpha = 0,05$

** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 3A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo 1, con datos agrupados con base en la tenencia del papal. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión		
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_{Dpro} = \alpha^*_{Dmed}$
Constante	$\ln A^*$	11.3897 **	10.1759 **	10.1201 **
Dummy/región	D_R	-0.2567 -0.4622	-0.1889 -0.3202	-0.1889 -0.3202
Dummy/grupo	δD_g	-0.2103	-0.1438	-0.0681
M.O. contrada	α^*_1	-0.4219	-0.3472	-0.3472
Plaguicidas	α^*_2	0.0199	-0.0055	-0.0055
Fertilizante	α^*_3	0.0464	-0.0046	-0.0046
Área en papa	β_1	0.7738	0.7260 *	0.7260 *
M.O. familiar	λ_2	-0.0049	0.0012	0.0012
Capital	λ_3	-0.0267	0.0598	0.0598
FUNCIONES DE DEMANDA				
M.O. contradada	$\alpha^*_1 D_{med}$	-0.0140 *	-0.0140 *	-0.0095 **
	$\alpha^*_1 D_{pro}$	-0.0078 *	-0.0078 *	-0.0095 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{med}$	-0.0772	-0.0772	-0.1157 **
	$\alpha^*_2 D_{pro}$	-0.1299 **	-0.1299 **	-0.1157 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{med}$	-0.1237 *	-0.1237 *	-0.1556 **
	$\alpha^*_3 D_{pro}$	-0.1675 **	-0.1675 **	-0.1556 **

* Significativo a $\alpha = 0,05$

** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 4A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo II, con datos agrupados con base en la tenencia del papal. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_i \text{ Dmed} = \alpha^*_i \text{ Dpro}$ i	2 restricciones $\alpha^*_i \text{ Dmed} = \alpha^*_i \text{ Dpro}$ i $\alpha^*_i = \alpha^*_i \text{ Dpro}$ i
Constante	$\ln A$	5.5083 *	2.0458	2.0027	1.5627
Dummy/región	\hat{D}_n	-0.2430 -0.4355	-0.1869 -0.3772	-0.1869 -0.3772	-0.1288 -0.3292
Dummy/grupo	σD_g	-0.2073	-0.2335	-0.1745	-0.0053
M.O. contratada	α^*_1	-0.2199	-0.1266	-0.1266	-0.0096 *
Plaguicidas	α^*_2	-0.0174	-0.0396	-0.0396	-0.0771 **
Fertilizante	α^*_3	0.0541	0.0505	0.0505	-0.0453 **
Área en papa	$\hat{\beta}_1$	-0.3382	0.1149	0.1149	0.0922
M.O. familiar	$\hat{\beta}_2$	-0.0081	0.0005	0.0005	-0.0072
Capital	$\hat{\beta}_3$	0.4327	0.7063 **	0.7063	0.7003 *
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O. contratada	$\alpha^*_1 \text{ Dpro}$	-0.0076 **	-0.0076 **	-0.0093	-0.0094
	$\alpha^*_1 \text{ Dmed}$	-0.0136 **	-0.0136 **	-0.0093	-0.0094
Plaguicidas	$\alpha^*_2 \text{ Dpro}$	-0.0917 **	-0.0917 **	-0.0840	-0.0771
	$\alpha^*_2 \text{ Dmed}$	-0.0633 **	-0.0633 **	-0.0840	-0.0071
Fertilizante	$\alpha^*_3 \text{ Dpro}$	-0.0489 **	-0.0489 **	-0.0478	-0.0453
	$\alpha^*_3 \text{ Dmed}$	-0.0447 **	-0.0447 **	-0.0478	-0.0453

* Significativo a $\alpha = 0,05$

** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 5A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al modelo I, con datos agrupados con base en el uso de crédito. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión		
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^* Dcred = \alpha^* Dncred$ i i
Constante	$\ln A^*$	10.4772 **	9.6938 **	9.7233 **
Dummy/región	D_n	-0.3026 -0.4273	-0.2538 -0.3046	-0.2538 -0.3046
Dummy/grupo	δD_g	0.2624	0.2656	0.1750
M.O. contratada	α^*_1	-0.4530	-0.4073	-0.4073
Plaguicidas	α^*_2	0.0141	-0.0014	-0.0014
Fertilizante	α^*_3	-0.0007	-0.0250	-0.0250
Area en papa	β_1	0.6960 **	0.6756 **	0.6756 **
M.O. familiar	β_2	-0.0126	-0.0001	-0.0001
Capital	β_3	0.0570	0.1141	0.1141
FUNCIONES DE DEMANDA				
M.O. contratada	$\alpha^*_1 Dcred$	-0.0072	-0.0072)	-0.0095 **
	$\alpha^*_1 Dncred$	-0.0106 **	-0.0106 **	-0.0095 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 Dcred$	-0.0764	-0.0764	-0.1157 **
	$\alpha^*_2 Dncred$	-0.1345 **	-0.1345 **	-0.0095 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 Dcred$	-0.1065 *	-0.1065 *	-0.1556 **
	$\alpha^*_3 Dncred$	-0.1792 **	-0.1792	-0.1556 **

* Significativo a $\alpha = 0,05$
 ** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 6A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo II, con datos agrupados con base en el uso del crédito. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_i \text{ Dcred} = \alpha^*_i \text{ Dncred}$	2 restricciones $\alpha^*_i \text{ Dcred} = \alpha^*_i \text{ Dncred}$ $\alpha^*_i = \alpha^*_i \text{ Dcred}$
Constante	$\ln A^*$	3.4737	0.3580	0.3732	-0.0919
Dummy/región	D_n	-0.3728	-0.3505	-0.3505	-0.2639
		-0.3447	-0.3135	-0.3135	-0.2701
Dummy/grupo	δD_g	0.4354*	0.4408 *	0.3942 *	0.3280
M.O. contratada	α^*_1	-0.2536	0.2035	0.2035	-0.0094 **
Plaguicidas	α^*_2	0.0125	-0.0039	-0.0039	-0.0744 **
Fertilizante	α^*_3	-0.0195	-0.0164	-0.0164	-0.0445 **
Area en papa	β_1	0.1667	-0.0278	-0.0278	-0.0346
M.O. familiar	β_2	-0.0147	-0.0051	-0.0051	-0.0117
Capital	β_3	0.6106	0.8655 **	0.8655 **	0.8372 **
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O. contratada	$\alpha^*_1 \text{ Dcred}$	-0.0071	-0.0071	0.0093 **	-0.0095 **
	$\alpha^*_1 \text{ Dncred}$	-0.0103 **	-0.0103 **	0.0093 **	-0.0095 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 \text{ Dcred}$	0.0625 *	0.0625 *	-0.0840 **	-0.0744
	$\alpha^*_2 \text{ Dncred}$	-0.0944 **	-0.0944 **	-0.0840 **	-0.0744
Fertilizante	$\alpha^*_3 \text{ Dcred}$	-0.0434 **	-0.0434 **	-0.478 **	-0.0445
	$\alpha^*_3 \text{ Dncred}$	0.4989 **	0.4989 **	-0.478 **	-0.0445

* Significativo a $\alpha = 0,05$

** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 7A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo 1, con datos agrupados con base en el mes de siembra. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión		
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_{Doct} = \alpha^*_{Dnov}$
Constante	$\ln A^*$	11.0586	10.0163 **	10.0514 **
Dummy/región	D_R	-0.3518 -0.4765	-0.3924 -0.3068	-0.3924 -0.3068
Dummy/grupo	δD_g	-0.1603	-0.2450	-0.3068
M.O. contratada	α^*_1	-0.4377	-0.4445	-0.4445
Plaguicidas	α^*_2	0.0088	-0.0041	-0.0041
Fertilizante	α^*_3	0.0143	-0.0134	-0.134
Area en papa	β_1	0.7783 *	0.7575 *	0.7575 *
M.O. familiar	β_2	-0.0149	-0.0041	-0.0041
Capital	β_3	0.0093	0.1178	0.1178
FUNCIONES DE DEMANDA				
M.O. contratada	$\alpha^*_1 Doct$	-0.0064 **	-0.0064 **	-0.0095
	$\alpha^*_1 Dnov$	-0.0136 **	-0.0136 **	-0.0095
Plaguicidas	$\alpha^*_2 Doct$	-0.0866 *	-0.0866 *	-0.0866
	$\alpha^*_2 Dnov$	-0.1539 **	-0.1539 **	-0.0866
Fertilizante	$\alpha^*_3 Doct$	-0.1303 **	-0.1303 **	0.1556 **
	$\alpha^*_3 Dnov$	-0.1889 **	-0.1889 **	0.1556 **

* Significativo a $\alpha = 0,05$

** Significativo a $\alpha = 0,01$

Cuadro 8A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo II, con datos agrupados con base en el mes de siembra. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión		
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha_i = \alpha_i \text{ Doct}$ $i \quad i$
Constante	$\ln A *$	5.7883	2.0597	1.4051
Dummy/región	β_R	-0.3757 -0.4337	-0.4017 -0.3434	-0.2753 -0.2898
Dummy/grupo	δDg	-0.1938	-0.2151	-0.1644
M.O. contratada	α^*_1	-0.2277	-0.1551	-0.0136 **
Plaguicidas	α^*_2	-0.0099	-0.0365	-0.0811 **
Fertilizante	α^*_3	0.0153	0.0235	-0.0563 **
Area en papa	β_1	0.3933	0.1773	0.1218
M.O familia	β_2	-0.0137	-0.0068	-0.0116
Capital	β_3	0.4157	0.7159 **	0.7228 **
FUNCIONES DE DEMANDA				
M.O contratada	$\alpha^*_1 \text{ Doct}$	-0.0063 *	-0.0063 *	-0.0063 *
	$\alpha^*_1 \text{ Dnov}$	-0.0131 **	-0.0131 **	-0.0063 *
Plaguicidas	$\alpha^*_2 \text{ Doct}$	-0.0725 **	-0.0725 **	-0.0725 **
	$\alpha^*_2 \text{ Dnov}$	-0.0991 **	-0.0991 **	-0.0725 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 \text{ Doct}$	-0.0366 **	-0.0366 **	-0.0366 **
	$\alpha^*_3 \text{ Dnov}$	-0.0623 **	-0.0623 **	-0.0366 **

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$

Cuadro 9A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo I, con datos agrupados de acuerdo a la importancia del cultivo dentro de la estructura de producción de la finca. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión		
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_{papa} = \alpha^*_{Dentro}$ i i
Constante	$\ln A^*$	10.9386 **	9.8939 **	9.9143 **
Dummy/región	D_R	-0.1959 -0.4478	-0.1712 -0.3091	-0.1712 -0.3019
Dummy/grupo	δD_g	0.1110	0.0379	0.0078
M.O. contratada	α^*_1	-0.3337	-0.3195	-0.3195
Plaguicidas	α^*_2	0.0153	-0.0127	-0.0127
Fertilizante	α^*_3	-0.0007	-0.0173	-0.0173
Area en papa	β_1	0.7619 **	0.7183 **	0.7183 **
M.O familia	β_2	-0.016	-0.0016	-0.0016
Capital	β_3	-0.0282	0.0649	0.0649
FUNCIONES DE DEMANDA				
M.O contratada	$\alpha^*_1 D_{papa}$	-0.0084 *	-0.0085 *	-0.0095 **
	$\alpha^*_1 D_{otro}$	-0.0117 *	-0.0117 *	-0.0095 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{papa}$	-0.0808 *	-0.0808 *	-0.1157 **
	$\alpha^*_2 D_{otro}$	-0.1884 **	-0.1884 **	-0.1157
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{papa}$	-0.1356 **	-0.1356 **	-0.155667 **
	$\alpha^*_3 D_{otro}$	-0.1975 **	-0.1975 **	-0.1356

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$

Cuadro 10A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo II, con datos agrupados de acuerdo a la importancia del cultivo dentro de la estructura de producción de la finca. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^* D_{papa} = \alpha^* D_{otro}$ i i	2 restricciones $\alpha^* D_{papa} = \alpha^* D_{otro}$ i i $\alpha^* = \alpha^* D_{papa}$ i i
Constante	$\ln A^*$	5.3238	1.9330	1.9852	1.5420
Dummy/región	D_R	-0.2072 -0.4251	-0.1917 0.4077	-1.1917 0.4077	-0.1424 -0.3539
Dummy/grupo	δD_g	0.0763	0.0086	-0.0686	-0.0581
M.O. contratada	α^*_1	-0.1462	-0.0914	-0.0914	-0.0609 **
Plaguicidas	α^*_2	-0.0086	-0.0417	-0.041767	-0.0779 **
Fertilizante	α^*_3	0.0056	0.0207	0.020783	-0.0455 **
Area en papa	β_1	0.3378	0.1291	0.1292	0.0976
M.O familia	β_2	-0.0134	-0.0025	-0.0025	-0.0075
Capital	β_3	0.4179	0.6943 *	0.694318 *	0.702728 **
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O contratada	$\alpha^*_1 D_{papa}$	-0.0083 *	-0.0083	-0.0093 **	-0.0094 **
	$\alpha^*_1 D_{otro}$	-0.0113 *	-0.0113 *	-0.0093 **	-0.0094 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{papa}$	-0.0687 **	-0.0687 **	-0.0840 **	-0.0779 **
	$\alpha^*_2 D_{otro}$	-0.1159 **	-0.115961**	-0.0840 **	-0.0779 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{papa}$	-0.0456 **	-0.0456 **	-0.0478 **	-0.0455 **
	$\alpha^*_3 D_{otro}$	-0.0522 **	-0.0522**	-0.0478 **	-0.0456 **

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$

Cuadro 11A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo I, con datos agrupados con base en los años de experiencia en dicho cultivo. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^*_i D_{mexp} = \alpha^*_i D_{pexp}$	2 restricciones $\alpha^*_i D_{mexp} = \alpha^*_i D_{pexp}$ $\alpha^*_i = \alpha^*_i D_{mexp}$
Constante	$\ln A^*$	10.9956 **	9.7273 **	9.6025 **	9.0661 **
Dummy/región	D_R	-0.2248 -0.4487	-0.1892 -0.3778	-0.1892 -0.3778	-0.1366 -0.2905
Dummy/grupo	δD_g	-0.0403	-0.0466	0.145815	0.200128
M.O. contratada	α^*_1	-0.3672	-0.3243	-0.3243	-0.0096 **
Plaguicidas	α^*_2	0.0037	-0.0162	-0.0162	-0.0643
Fertilizante	α^*_3	0.0157	-0.0345	-0.0345	-0.1154
Area en papa	β_1	0.7655 **	0.6847 **	0.6847 **	0.7019 **
M.O familia	β_2	-0.0119	-0.0045	-0.0045	-0.0128
Capital	β_3	-0.0200	0.0932	0.0932	0.0428
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O contratada	$\alpha^*_1 D_{mexp}$	-0.0074 *	-0.0740 *	-0.0095 **	-0.0096 **
	$\alpha^*_1 D_{pexp}$	-0.0134 **	-0.0134 **	-0.0095 **	-0.0096 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{mexp}$	-0.1375 **	-0.1375 **	-0.1157 **	-0.0643 **
	$\alpha^*_2 D_{pexp}$	-0.0755	-0.0755	-0.1157 **	-0.0643 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{mexp}$	-0.1859 **	-0.1859 **	-0.1556**	-0.1154 **
	$\alpha^*_3 D_{pexp}$	-0.0998 *	-0.0998 *	-0.1556 **	-0.1154 **

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$

Cuadro 12A. Coeficientes estimados de la función de ingreso Cobb-Douglas y de las funciones de demanda de insumos para el cultivo de papa, correspondiente al Modelo II, con datos agrupados con base en los años de experiencia en dicho cultivo. Cartago, Costa Rica, 1986.

Función de ingreso	Parámetro	Estimados de regresión			
		Ecuación simple de mínimos cuadrados	Sin restricción	1 restricción $\alpha^* D_{pexp} = \alpha^* D_{mexp}$	2 restricciones $\alpha^* = \alpha^* D_{mexp}$
Constante	$\ln A^*$	5.5166	1.8991	1.8078	1.4599
Dummy/región	D_R	-0.2185 -0.4169	-0.1844 -0.4201	-0.1844 -0.0421	-0.3896 -0.3896
Dummy/grupo	δD_G	-0.0595	-0.0649	0.0743	0.1649
M.O. contratada	α^*_1	-0.1637	-0.0741	-0.0741	-0.0093
Plaguicidas	α^*_2	-0.0015	-0.0391	-0.0391	-0.0780
Fertilizante	α^*_3	0.0183	0.0086	0.0086	-0.0458
Area en papa	β_1	0.3588	0.1086	0.1086	0.0806
M.O familia	β_2	-0.0111	-0.0030	-0.0030	-0.0079
Capital	β_3	0.4102	0.6994	0.6994	0.7016
FUNCIONES DE DEMANDA					
M.O contratada	$\alpha^*_1 D_{mexp}$	-0.0072 *	-0.0072 *	-0.0093 **	-0.0093 **
	$\alpha^*_1 D_{pexp}$	-0.0131 **	-0.0131 **	-0.0093 **	-0.0093 **
Plaguicidas	$\alpha^*_2 D_{mexp}$	-0.0962 **	-0.0962 **	-0.0840 **	-0.0780 **
	$\alpha^*_2 D_{pexp}$	-0.0615 *	-0.0615 *	-0.0840 **	-0.0780 **
Fertilizante	$\alpha^*_3 D_{mexp}$	-0.0567 **	-0.0567 **	-0.0477 **	-0.0458 **
	$\alpha^*_3 D_{pexp}$	-0.0312 **	-0.0312	-0.0477 **	-0.0458 **

* Significativo a $\alpha = 0.05$

** Significativo a $\alpha = 0.01$