

Evaluación agroeconómica de labranza convencional y cero bajo inundación y secano.

II: Evaluación agroeconómica

Juan G. Toro S.¹, Pablo E. Paz C.², Abelino Pitty³ y Miguel Avedillo⁴

Resumen. Hace años se está promoviendo el uso de labranza cero para conservación del suelo; ya que tienen un beneficio económico al reducir el uso de maquinaria, mano de obra y combustibles. El control de malezas se puede complicar por la disminución de la efectividad de algunos herbicidas y los cambios en la flora y la distribución de malezas. El objetivo fue comparar los beneficios técnicos y económicos del uso de la labranza cero en el cultivo del arroz bajo dos sistemas de producción. Se comparó la labranza cero con la convencional bajo los sistemas de secano y de inundación y las variedades Cuyamel 3820 y Orycica 3. Los días a floración y madurez fisiológica fueron menores en labranza cero ($P \leq 0.05$). La labranza convencional tuvo el mayor rendimiento y número de granos por panícula, y el menor peso de granos ($P \leq 0.20$). La inundación tuvo el mayor peso de granos, más granos por panícula y mayor rendimiento, y tuvo menor número de tallos totales, efectivos e inefectivos ($P \leq 0.20$). Las variedades tuvieron iguales rendimientos. Bajo condiciones de precios como las de El Zamorano, no es económicamente rentable inundar, ya que hay mayor beneficio con secano. Los tratamientos de labranza cero presentaron rentabilidades buenas, pero inferiores a las de la labranza convencional.

Palabras claves: Molinaje, *Oryza sativa*, sistemas de labranza.

Abstract. For many years the no-till farming have been promoted for soil conservation, this provides an economical benefit when the use of machinery, labor and fuels is reduced under this system. Weed control can be complicated by the reduction in the effectiveness of some herbicides and the changes in weed flora and distribution. The objective was to compare the technical and economical benefits of no-till farming in rice under two production systems. We compared no-till and conventional tillage under upland and flooded rice and Cuyamel 3820 and Orycica 3 varieties. Days to blooming and physiological maturity were less in no-till ($P \leq 0.05$). The conventional tillage had higher yield and number of grains by panicle, and less weight of grains ($P \leq 0.20$). Flooded rice had higher weight of grains, more grains per panicle and higher yield, and had less number of effective or ineffective total stalks ($P \leq 0.20$). Both varieties had equal yield. Under price conditions such as in Zamorano, it is not economically profitable to use flooded rice, because there are better benefits with upland rice. The no-till had good profit, but below the conventional tillage.

Palabras claves: Milling, *Oryza sativa*, tillage systems.

INTRODUCCION

Los principales objetivos de la labranza en el cultivo del arroz son:

- control de malezas (también puede ser químico),
 - preparación de la cama de siembra (para que la semilla germine y la plántula desarrolle el sistema radical rápidamente)
 - acondicionamiento de las propiedades del suelo (proceso físico - químicos y biológicos) (Gutiérrez, 1992)
- Lal (1992) menciona adicionalmente los siguientes:

- minimiza la tasa de percolación,
- conserva la estructura del suelo,
- reduce el trabajo y tiempo para facilitar múltiples cultivos.

Una mala preparación del terreno no provee un medio habitable para el óptimo crecimiento de la planta. Según Moody (1996), la labranza es definitiva para garantizar un establecimiento adecuado del cultivo y la obtención de densidades adecuadas. Las condiciones del sitio determinan cual es la labranza más apropiada para conseguir los objetivos del productor.

¹ Ing. Agr. juantoro@excite.com

² Ph. D. Profesor asociado, Sistemas de producción. ppaz@zamorano.edu.hn.

³ Ph. D. Profesor asociado, Malezas. apitty@zamorano.edu.hn

⁴ M.Sc. Profesor asociado, Contabilidad, economía y estadística. PO Box 93, Tegucigalpa, Hond.

Las características de cada suelo y las condiciones agroclimáticas determinan la susceptibilidad a la erosión, la labranza debe ser enfocada a controlarla (Pla y Russo, 1992). Se debe prestar atención al cultivo de arroz en secano de los trópicos, donde las condiciones de erosión y pérdida de agua son problemas mayores (Labrada, 1996). Las modificaciones que causa la labranza en el suelo en la mayoría de los casos acelera su degradación (Torcaso, 1992). Como alternativa para evitar las pérdidas de suelo se están implementando los sistemas de labranza cero y conservacionista. La labranza cero previene pérdidas de suelo por viento y agua, y reduce la energía requerida para producción. Además de la preocupación por la conservación de los suelos, los rendimientos son de prima importancia.

Mabbayad y Obordo (1975), y De Datta (1986), reportan rendimientos similares en arroz sembrado en labranza convencional y los sembrados en labranza mínima. Esto supeditado a un buen control de malezas. Este control de malezas se puede realizar con herbicidas selectivos pre y post-emergentes.

Parte del éxito de las labranzas mínimas es el mejor manejo del agua para el cultivo. La evaporación puede ser modificada por el sistema de labranza. El voltear el suelo aumenta la pérdida de agua superficial, pero disminuye la pérdida de agua superficial, por la presencia de residuos del cultivo, aunque esto compite con la necesidad de usarlos en la alimentación de animales (Pla, 1990, citado por Pla y Russo, 1992)

Objetivos

- Comparar los rendimientos de las variedades de arroz Oryzica 3 y Cuyamel 3820, bajo los sistemas de labranza convencional y labranza mínima.
- Comparar el comportamiento agronómico y rendimiento de las variedades bajo inundación y bajo secano, en los sistemas de labranza anteriormente mencionados.
- Realizar una evaluación económica por medio de análisis de dominancia, evaluación de índices económicos y análisis de riesgo.

MATERIALES Y METODOS

La siembra se realizó al voleo con semilla pregerminada a razón de 100 kg/ha. El proceso de pregerminación de la semilla fue el siguiente: se sumergió en agua por 24 horas, luego de las cuales se drenó y tapó durante otras 60 horas, dándole vuelta frecuentemente para mantener uniforme la humedad.

La preparación del terreno en la parcela de labranza convencional fue dos pases de rastra integral a una profundidad promedio de 15 cm. En la labranza cero se esparcieron los residuos de la cosecha anterior.

Se realizaron tres fertilizaciones al voleo: una al momento de la siembra, la siguiente al momento del macollamiento y la última al embuchamiento. En la primera fertilización se aplicó el equivalente a 40 kg N/ha, 100 kg P_2O_5 /ha y 50 kg K_2O /ha. En la segunda y tercera aplicación se suministraron dosis iguales de 40 kg N/ha.

Antes de la siembra se suministró un riego en el campo para inducir la emergencia de las malezas. Una vez emergidas, se realizó una aplicación de Paraquat (200 g i.a./ha). Al macollamiento se realizó una aplicación de Propanil (1440 g i.a./ha) y 2,4-D Amina (1080 g i.a./ha). Aproximadamente a los 30 días después fue necesario una segunda aplicación de Propanil (2880 g i.a./ha) para el control de gramíneas.

La cosecha se realizó manualmente una semana después de madurez fisiológica y se ajustó el peso obtenido al momento de la toma de datos a 14% de humedad. Una vez secas las muestras se trilló manualmente utilizando baldes, y se limpió en un aspirador Bates, se descascaró y se pulió con aparatos de laboratorio, y se clasificó con zarandas inclinadas.

Las variables fenológicas estudiadas fueron:

Días a floración: se tomó cuando el 50% de las plantas de la subparcela mostraron flor.

Días a madurez fisiológica: se consideró que el lote había llegado a madurez fisiológica cuando el 95% de las panículas habían cambiado de verde a dorado;

Altura de la planta (cm): se midió desde la base de la planta hasta la punta de la hoja bandera.

Para los componentes de rendimiento se realizaron ocho muestras dentro de cada tratamiento para cada factor, se utilizaron unos marcos metálicos de 0.4 m X 1.25 m para definir la parcela útil; y se midieron los siguientes: Tallos por metro cuadrado, tallos efectivos por metro cuadrado, número de granos por panícula (tomando al azar diez panículas dentro de cada muestra), y peso de 1000 granos (se contaron y pesaron cinco muestras de 200 granos).

El rendimiento se calculó con base en el peso del grano de las muestras, ocho por tratamiento. El peso se ajustó a la humedad de molinado del arroz (14%).

Por razones de exceso de lluvias el grano tuvo que ser cosechado sin que estuviera seco, siendo necesario el secado en patios al sol. Esto trae el inconveniente de no tener control de la temperatura, y se causa más grano quebrado.

- Las variables de molinería medidas fueron:
- Porcentaje de grano limpio (grano limpio / grano inicial).
 - Rendimiento de molinería (grano pulido / grano limpio).
 - Índice de pilado (grano entero / rendimiento de molinería).

Para realizar el análisis económico se midieron y tomaron en cuenta todas las operaciones e intervenciones que se realizaron en cada tratamiento. Se consideraron gastos en mano de obra, insumos, riegos y maquinaria.

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico "Statistical Analysis System" (SAS®) versión 6.12.

Con las variables fenológicas se realizó análisis de varianza y separaciones de medias ($P \leq 0.10$).

Para los componentes de rendimiento se estimó el coeficiente de correlación con el rendimiento y se realizaron las ANDEVAS y separaciones de medias pertinentes.

La evaluación económica de los tratamientos se hizo con la metodología de presupuestos parciales propuesta por el CIMMYT (CIMMYT, 1988) que comprende:

- 1) Presupuestos parciales y costos comunes de los tratamientos:
Los costos diferenciados fueron los siguientes: preparación del terreno y riego.
Los costos comunes fueron los siguientes: semilla, fertilizante, herbicidas y mano de obra.
- 2) Análisis de dominancia de los resultados promedios.
- 3) Selección comparativa basada en: Tasa de Retorno Marginal, Incremento porcentual de beneficios e Incremento porcentual de costos.
- 4) Análisis de sensibilidad.
Tomando como precio mínimo L. 130.00 y máximo L. 230.00, el precio más probable se consideró el de L. 180.00

La confianza de ocurrencia de los precios extremos se calculó con el teorema de Chebyshev:

$$(x - ks < \mu < x + ks) = 1 - 1/k^2$$

donde $k = (x - \mu)/s$

Para rendimientos, se analizaron los 25% peores y 25% mejores resultados de cada tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Variabes fenológicas: La altura de la planta fue afectada por los tres factores principales (Cuadro 1). Siendo menor ($P \leq 0.0001$) en las condiciones más limitantes, labranza cero y secano (Cuadro 2). La labranza cero presenta las limitantes de crecimiento radical y posible inmovilización de nutrientes (Moody, 1996). El sistema

de secano tiene como limitante la distribución y cantidad de lluvias (De Datta, 1986). La variedad Orycica resulto más alta ($P \leq 0.06$) que la Cuyamel (Cuadro 2), esto es por diferencias genéticas.

Cuadro 1. Niveles de significancia para las variables fenológicas.

Fuentes de variación	Altura de la planta	Días a floración	Días a madurez fisiológica
Labranza (L)	0.0001	0.0260	0.0453
Sistema (S)	0.0001	0.0994	0.5122
Variedad (V)	0.0566	0.8774	0.0453
L x S	(0.5590)	(0.3740)	(0.7452)
L x V	(0.3490)	(0.5410)	(0.3521)
S x V	(0.5591)	(0.8470)	(0.5022)
L x S x V	(0.6160)	(0.4460)	(0.4156)
C.V %	9.04	2.24	1.53
R ²	0.3510	0.8050	0.8098
Pr > F	0.0001	0.0665	0.0634

Nota: Los valores entre paréntesis fueron mancomunados con el error por no ser significativos.

Los días a floración y a madurez fisiológica fueron menores en labranza cero (Cuadro 2) por las condiciones de estrés anteriormente descritas, por las cuales la planta acorta su ciclo.

Según resultados obtenidos por Paz (1998)¹ en Zamorano, los tiempos a floración y madurez del arroz varían de una variedad a otra con los sistemas de cultivo. Esto lo podemos ver en los resultados de las variedades, donde la variedad Orycica 3 requirió más tiempo para madurar que Cuyamel 3820.

Cuadro 2. Medias para las variables fenológicas.

Tratamiento	Altura (cm)	Días a floración	Días a madurez fisiológica
Labranza	Convencional	95.05	130.25
	Cero	87.73	126.25
Sistema	Inundación	95.88	128.75
	Secano	86.90	127.75
Variedad	Cuyamel 3820	89.93	126.25
	Orycica 3	92.85	130.25

Componentes de rendimiento y rendimiento

La covariable tallos totales afectó a todos los componentes de rendimiento, pero no al rendimiento (Cuadro 3). Esto se debe a la capacidad compensatoria de la planta, que al tener menos tallos estos producen más individualmente y en conjunto.

El sistema de labranza tuvo efecto significativo sobre el rendimiento ($P \leq 0.0987$), los granos por panícula ($P \leq 0.0227$) y el peso de 1000 granos ($P \leq 0.0001$) (Cuadro 3). Las plantas en labranza cero tuvieron menos granos por panícula, y aunque sus granos fueron más pesados, el rendimiento fue menor (Cuadro 4). Ésto se debe a la

compactación de suelo y el menor crecimiento radical. También hubo un efecto de deficiencia de nitrógeno, ya que se observó un amarillamiento de las plantas en este sistema, por la presencia de los residuos de la cosecha anterior hay una cierta cantidad de nitrógeno inmovilizado que reduce la disponibilidad inmediata del nitrógeno para las plantas.

El sistema de cultivo influyó en todos los componentes de rendimiento y en el rendimiento ($P \leq 0.0363$). Hubo más panículas por área en seco, mientras que las panículas en labranza convencional tenían más granos y más pesados (Cuadro 4).

Cuadro 3. Niveles de significancia para los componentes de rendimiento y rendimiento.

Fuentes de variación	Rendimiento	Granos por panícula	Peso de 1000 granos	Tallos		
				Inefectivos	Efectivos	Totales
Tallos totales	(0.4550)	0.0009	0.0053	0.0016	0.0001	n.a. ¹
Labranza (L)	0.0987	0.0227	0.0001	0.6746	0.5464	0.5089
Sistema (S)	0.0363	0.0763	0.0061	0.1173	0.0009	0.0006
Variedad (V)	0.6426	0.9372	0.9492	0.6746	0.7250	0.8108
LxS	0.1323	(0.4467)	(0.9043)	(0.5420)	(0.5420)	(0.8476)
LxV	(0.6120)	(0.3452)	(0.2479)	0.1173	(0.2690)	0.1747
SxV	(0.4390)	0.0521	0.0073	0.1587	(0.8221)	(0.6120)
LxSxV	0.1637	(0.3278)	(0.4257)	0.1120	(0.2432)	(0.8857)
C.V%	26.41	27.07	6.47	81.87	28.30	27.29
R ²	0.1993	0.3352	0.4302	0.1766	0.1735	0.2087
Pr > F	0.0725	0.0002	0.0001	0.1239	0.0092	0.0072

Nota: Las significancias entre paréntesis no son significativas y se mancomunaron con el error.

n.a.¹= no aplica, tallos totales no puede ser covariable para sí mismo.

Cuadro 4. Medias para los componentes de rendimiento en un metro cuadrado.

Fuentes de variación	Rendimiento (g)	Peso de 1000 granos (g)	Granos por panícula	Tallos		
				Inefectivos	Efectivos	Totales
Labranza						
Convencional	608.49	21.72	103.37	36.00	457.25	493.25
Cero	544.57	23.57	86.37	39.25	477.31	516.56
Sistema						
Inundación	617.35	22.98	103.28	31.50	409.75	441.25
Secano	535.71	22.32	86.47	43.75	524.81	568.56
Variedad						
Cuyamel 3820	585.41	22.62	94.67	39.25	461.44	500.69
Orycica 3	567.65	22.67	94.78	36.00	473.13	509.12

La variedad no tuvo efecto sobre ningún factor. Esto es debido a que son variedades de orígenes comunes y su comportamiento y desempeño es muy similar, Centro Internacional de Agricultura Tropical – Instituto Colombiano Agropecuario.

La interacción del sistema de labranza con el sistema de cultivo tuvo efectos significativos sobre el rendimiento (Cuadro 5). La aireación del suelo y su menor compactación por la labranza, y los efectos de la inundación dieron el mejor rendimiento.

Cuadro 5. Separación de medias de los componentes de rendimiento y rendimiento para la interacción Labranza x Sistema.

Labranza	Sistema	Rendimiento (g/m ²)
Convencional	Inundación	668.29 a
	Secano	548.69 ab
Cero	Inundación	566.42 ab
	Secano	522.72 b

Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (Tukey, $P \leq 0.10$)

Las variedades presentaron respuestas diferentes a los sistemas de labranza (Cuadro 6). Para tallos inefectivos y tallos totales la respuesta de Cuyamel 3820 fue mejor en labranza convencional que en cero, y para Orycica 3 fue al contrario. Esto se puede deber a una mayor capacidad de desarrollo radical en suelos más compactados.

Cuadro 6. Separación de medias de los componentes de rendimiento (tallos / m²) para la interacción Labranza x Variedad.

Labranza	Variedad	Tallos	
		Totales	Inefectivos
Convencional	Cuyamel 3820	531.12 ab	43.75 a
	Orycica 3	473.37 b	28.25 b
Cero	Cuyamel 3820	488.25 ab	34.75 ab
	Orycica 3	544.87 a	43.75 a

Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (Tukey, $P \leq 0.10$)

En secano, la variedad Orycica 3 tuvo más tallos inefectivos pero a la vez tuvo la menor cantidad en inundación, eso muestra una respuesta diferente a los cambios de sistema de cultivo para esta variedad (Cuadro 7). Cuyamel 3820 no tuvo cambios significativos entre los sistemas de cultivo. Este mismo comportamiento se puede observar en los granos por panícula. No hubo diferencia en el peso del grano entre las dos variedades en inundación pero sí en secano; Cuyamel 3820 tuvo peso

diferente en los dos sistemas, mientras que Orycica 3 tuvo el mismo peso en ambos sistemas.

Cuadro 7. Separación de medias para los componentes de rendimiento en la interacción Sistema x Variedad.

Sistema	Variedad	Tallos inefectivos /m ²	Granos por panícula	Peso de 1000 granos (g)
Inundación	Cuyamel 3820	38.62 ab	91.40 ab	23.72 a
	Orycica 3	24.37 b	104.67 a	22.73 ab
Secano	Cuyamel 3820	39.87 ab	97.84 ab	21.55 c
	Orycica 3	47.62 a	85.59 b	22.60 b

Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (Tukey, $P \leq 0.10$)

La respuesta de las variedades a la labranza cambia con los sistemas de cultivo. La respuesta favorable del Orycica 3 a la labranza convencional se ve aumentada con la inundación, siendo esta combinación la de mayor rendimiento (Cuadro 8). En ésta misma combinación Orycica 3 tiene menor cantidad de tallos inefectivos comparada con la variedad Cuyamel 3820, que es la que tuvo mayor cantidad para todo el ensayo.

Cuadro 8. Separación de medias de los componentes de rendimiento y rendimiento por metro cuadrado para la interacción Labranza x Sistema x Variedad.

Labranza	Sistema	Variedad	Tallos inefectivos	rendimiento (g)
Convencional	Inundación	Cuyamel 3820	53.00 a	603.98 ab
		Orycica 3	10.50 b	732.60 a
	Secano	Cuyamel 3820	34.50 ab	580.95 ab
		Orycica 3	46.00 ab	516.44 b
Cero	Inundación	Cuyamel 3820	24.25 ab	616.68 ab
		Orycica 3	38.25 ab	516.16 b
	Secano	Cuyamel 3820	45.25 ab	540.05 ab
		Orycica 3	49.25 ab	505.41 b

Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (Tukey, $P \leq 0.10$)

Relación entre los componentes de rendimiento y el rendimiento: No se observa una correlación significativa ($P \leq 0.20$) entre los tallos totales, tallos inefectivos y tallos efectivos con el rendimiento (Cuadro 9). Esto es debido al efecto compensatorio de la planta con el cual la producción no es afectada por estos factores.

Existe una relación positiva y significativa ($P \leq 0.02$) entre los granos por panícula y el rendimiento (Cuadro 9), que indica que a más granos por panícula mayor es el rendimiento.

Períodos de sequía pueden ocasionar que el grano se fisure, por lo que la humedad constante mejora el porcentaje de grano entero.

Cuadro 9. Correlaciones entre los componentes de rendimiento por metro cuadrado y el rendimiento (g/m^2).

Parámetro		Tallos / m^2			Granos por panícula	Peso 1000 granos (g)
		Totales	Inefectivos	Efectivos		
Rendimiento	R -	0.06284	-0.01599	-0.06395	0.31554	-0.18253
	Pr > F	0.6218	0.9002	0.6157	0.0111	0.1489

El peso de mil granos tuvo una relación negativa con el rendimiento, poco intensa y significativa ($P \leq 0.15$). Con granos más pesados el rendimiento se redujo, esto es por el efecto compensatorio anteriormente descrito.

Molinaje: El grano limpio fue afectado por el sistema de cultivo, por las interacciones de sistema de cultivo por el sistema de labranza por la variedad (Cuadro 10).

Cuadro 10. Niveles de significancia de los parámetros de molinaje.

Fuentes de variación	Grano limpio	Rendimiento de molinería	Índice de pilado
Labranza (L)	0.9995	0.1128	0.0070
Sistema (S)	0.0091	0.9600	0.0017
Variedad (V)	0.5289	0.6119	0.7401
L x S	0.1375	(0.4723)	(0.5321)
L x V	(0.2833)	0.0587	(0.7674)
S x V	0.1851	(0.3186)	(0.2977)
L x S x V	(0.3385)	0.0663	0.3488
C.V %	4.24	3.67	3.75
R^2	0.6071	0.6447	0.8227
Pr > F	0.0607	0.1640	0.0158

La mayor cantidad de grano limpio se obtuvo en inundación (Cuadro 11), y se debió a menos malezas y por la menor cantidad de grano vano, en comparación con el seco.

El índice de pilado, es influido por los sistemas de labranza y de cultivo (Cuadro 11). Los índices más altos fueron encontrados en los sistemas que retienen más humedad, la labranza cero y la inundación (Cuadro 12).

Cuadro 11. Porcentajes promedios para los parámetros de molinería.

Fuentes de variación	Grano limpio	Rendimiento de molinería	Índice de pilado
Labranza			
Convencional	92.07	53.88	36.36
Cero	91.82	56.60	40.75
Sistema			
Inundación	94.37	55.21	41.37
Secano	89.52	55.27	35.74
Variedad			
Cuyamel 3820	92.40	55.63	38.36
Orycica 3	91.50	54.85	38.75

Cuadro 12. Separación de medias de los parámetros de molinería para la interacción Labranza x Variedad.

Labranza	Variedad	Rendimiento de molinería (%)
Convencional	Cuyamel 3820	52.60 b
	Orycica 3	55.17 ab
Cero	Cuyamel 3820	58.67 a
	Orycica 3	54.52 ab

Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (Tukey, $P \leq 0.10$)

Los rendimientos de molinería son susceptibles a los cambios en la variedad de arroz en la interacción de labranza por sistema de producción (Cuadro 13). En general los rendimientos más altos fueron en labranza cero. Los rendimientos de molinería menores fueron en labranza convencional excepto en Orycica 3 seco, y esta combinación de variedad y sistema de producción tuvo el menor rendimiento en labranza cero.

Cuadro 13. Separación de medias de los parámetros de molinería (porcentajes) para la interacción Labranza x sistema x Variedad.

Labranza	Sistema	Variedad	Rendimiento de molinería (%)
Convencional	Inundación	Cuyamel 3820	53.95 b
		Orycica 3	54.90 b
	Secano	Cuyamel 3820	51.25 ab
		Orycica 3	55.45 ab
Cero	Inundación	Cuyamel 3820	55.65 ab
		Orycica 3	56.35 ab
	Secano	Cuyamel 3820	61.70 a
		Orycica 3	52.70 ab

Medias de la misma columna seguidas por la misma letra no son diferentes significativamente (Tukey, $P \leq 0.10$)

Análisis económico

Se consideró como precio más probable el de L. 180.00 el quintal, ya que lo más cercano a la realidad es que las políticas del gobierno no logren que el precio del arroz se quede en su punto más bajo y por lo tanto haya

un incremento. La producción de arroz de la costa norte hondureña fue destruida casi por completo con el paso del huracán "Mitch", por lo cual la especulación de precios es lo esperado.

Al calcular la probabilidad de ocurrencia para estos precios se encontró que el intervalo entre el mínimo y el máximo tiene una probabilidad de ocurrir de 75%.

Presupuesto de costos comunes y diferenciales de los tratamientos

El mayor retorno al capital, administración y el riesgo fue obtenido con labranza convencional Orycica 3 inundado (Cuadro 14). El mayor rendimiento obtenido en este sistema y el precio estimado del producto, permiten compensar los altos costos de la labranza y de la inundación. El tratamiento de labranza cero inundado Cuyamel 3820 tuvo el segundo mejor retorno, debido a los menores costos incurridos, por no necesitar labranza, y a su buen rendimiento. Aunque entre ambos tratamientos hay diferencia económica no se puede olvidar que no tienen diferencia estadísticamente significativa en sus rendimientos.

Cuadro 14. Análisis de los costos que varían (L./ha) y costos totales (L./ha) para el escenario más probable (L=Lempiras).

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Beneficio bruto	Costos		Total costos	Beneficios netos
			comunes	diferenciales		
L. / ha						
Convencional-inundación-Cuyamel 3820	6040	23918.40	6101.24	5750.50	11851.74	12066.66
Convencional-inundación-Orycica 3	7326	29019.96	6101.24	5750.50	11851.74	17159.22
Convencional-secano-Cuyamel 3820	5801	22971.90	6101.24	416.50	6517.74	16454.44
Convencional-secano-Orycica 3	5164	20449.44	6101.24	416.50	6517.74	13931.70
Cero-inundación-Cuyamel 3820	6167	24421.32	6101.24	1833.60	7934.84	16486.48
Cero-inundación-Orycica 3	5161	20437.56	6101.24	1833.60	7934.84	12502.72
Cero-secano-Cuyamel 3820	5401	21387.96	6101.24	0.00	6101.24	15286.72
Cero-secano-Orycica 3	5054	20013.84	6101.24	0.00	6101.24	13912.60

Cuadro 15. Análisis de dominancia para el escenario más probable (L=Lempiras).

Tratamiento	Costos (L./ha)	Beneficios (L./ha) ^{BA}
Cero-secano-Cuyamel 3820	6101.24	15286.72
Cero-secano-Orycica 3	6101.24	13912.60 D
Convencional-secano-Cuyamel 3820	6517.74	16454.22
Convencional-secano-Orycica 3	6517.74	13931.70 D
Cero-inundación-Cuyamel 3820	7934.84	16486.48
Cero-inundación-Orycica 3	7934.84	12502.72 D
Convencional-inundación-Cuyamel 3820	11851.74	12066.66 D
Convencional-inundación-Orycica 3	11851.74	17159.22

^{BA} = Beneficios acompañados por una D son dominados.

Análisis de dominancia

Los altos rendimientos de los tratamientos de Cuyamel 3820 inundación en ambas labranzas, le permitieron ser dominante, y para los tratamientos de labranza convencional secoano Orycica 3 y labranza cero secoano Cuyamel 3820 la combinación de buenos rendimientos y bajos costos les permitió ser dominantes también (Cuadro 15).

Es de recordar que las diferencias entre la mayoría de los rendimientos no son estadísticamente significativas, por lo tanto la dominancia de los tratamientos puede cambiar.

Análisis marginal comparativo

La operación de labrar el suelo en secoano para la variedad Cuyamel 3820, nos remunera 280.3% lo invertido en los costos adicionales (Cuadro 16). Este retorno es muy superior a lo que se podría obtener en cualquier otro tipo de inversión en ese plazo (140 días). Por lo tanto es económicamente aconsejable labrar a pesar de que no hay diferencia significativa entre los rendimientos de los

productores por el incremento porcentual en costos que tiene (33%), por lo tanto no es recomendable.

Los costos adicionales por inundar en labranza cero son de L. 1833.60, los beneficios incrementales de L. 1199.76, lo cual nos da una tasa de retorno marginal de 65.4%. La inundación en labranza cero es una excelente inversión que se podría recomendar al tener el sistema de labranza cero.

Análisis de sensibilidad

Sensibilidad al precio: Los precios del arroz y en general de los granos básicos dependen de las políticas que adopte el gobierno ante la crisis originada por el huracán "Mitch". Se plantea la alternativa que haya una intervención del gobierno tan eficaz que los precios queden al mínimo (L. 115.00 el quintal), esta sería la alternativa de precio menor. Si el gobierno no interviene los precios o trata de mediar, los precios se aumentarían y el precio podría ser mayor a L. 230.00 el quintal, este sería el escenario de precio mayor.

Para el escenario de mayor precio de venta esperado la única inversión recomendable sería la de labrar en

Cuadro 16. Análisis marginal comparativo para el escenario más probable (L=Lempiras).

Tratamientos	Costo		Beneficio		Incremento porcentual de costos	Incremento porcentual beneficios	Tasa de retorno marginal
	Costos	marginal	Beneficios	marginal			
	L. / ha				%		
Labraza cero-secano-Cuyamel 3820	6101.24		15286.72				
Labraza convencional-secano-Cuyamel 3820	6517.74	416.50	16454.22	1167.50	6.4	7.1	280.3
Labraza cero-inundación-Cuyamel 3820	7934.84	1417.10	16486.48	32.26	17.9	0.2	2.3
Labraza convencional-inundación-Orycica 3	11851.74	3916.90	17159.22	672.74	33.0	3.9	17.2

tratamientos (Cuadro 2).

El cambio de labranza convencional secoano Cuyamel 3820 a labranza cero inundación Cuyamel 3820, sólo retorna 2.3% más de beneficios de lo invertido adicional en los costos, la inversión adicional no es recompensada suficientemente como para ser recomendado ese cambio (Cuadro 16).

La inversión realizada para cambiar de labranza cero inundación Cuyamel 3820 a labranza convencional inundación Orycica 3 paga sus costos y nos retorna 17.2% más (Cuadro 16), ese retorno en un año es casi 45%, pero este cambio difícilmente sería aceptado por

secano para Cuyamel 3820 (Cuadro 17). Aunque los otros dos cambios ofrecen tasas de retorno marginal buenas tienen incrementos porcentuales de los costos arriba de lo aceptado generalmente por los productores y bajos incrementos porcentuales de beneficios, o sea aunque el costo incremental es significativo el incremento en los beneficios no lo es.

En el caso del peor precio el único cambio que ofrece una tasa de retorno marginal es el de labrar en secoano para la variedad Cuyamel 3820, y la tasa que ofrece es alta. Los incrementos en costos y beneficios son adecuados.

Todas las recomendaciones hechas en este análisis son por diferencias económicas notables, indiferentemente de las diferencias estadísticas. La estadística ayuda a detectar diferencias pero en producción la parte económica tiene gran peso.

Sensibilidad al rendimiento: Con el máximo rendimiento obtenido, sólo los tratamientos de labranza convencional inundación Orycica 3 y labranza cero seco Cuyamel 3820 resultaron dominantes, y el retorno por labrar e inundar es de 29.7%. Pero la recomendación de

este cambio sería difícilmente aceptado porque implica un 48.5% más de costos y los beneficios sólo aumentan 6.7% (Cuadro 19).

Con rendimientos bajos los tratamientos dominantes fueron los de labranza cero seco Orycica y labranza convencional seco Orycica. Al tener rendimientos bajos todos los tratamientos con inundación son dominados. En esta situación el retorno obtenido por labrar el suelo es de 716.7% (Cuadro 20). Este cambio es recomendable porque el retorno marginal es excelente, el incremento en costos es bajo y el de los beneficios es alto (Cuadro 20).

Cuadro 17. Análisis marginal comparativo para el escenario del mayor precio de venta del arroz (L=Lempiras).

Tratamientos	Costo		Beneficio		Incremento porcentual de costos	Incremento porcentual beneficios	Tasa de retorno marginal
	Costos	marginal	Beneficios	marginal			
	L. / ha				%		
Cero-secano-Cuyamel 3820	6101.24		21227.82				
Convencional-secano-Cuyamel 3820	6517.74	416.50	22835.32	1607.50	6.4	7.0	386.0
Cero-inundación-Cuyamel 3820	7934.84	1417.10	23270.18	434.86	17.9	1.9	30.7
Convencional-inundación-Orycica 3	11851.74	3916.90	25217.82	1947.64	33.0	7.7	49.7

Cuadro 18. Análisis marginal comparativo para el escenario del menor precio de venta del arroz (L=Lempiras).

Tratamientos	Costo		Beneficio		Incremento porcentual de costos	Incremento porcentual beneficios	Tasa de retorno marginal
	Costos	marginal	Beneficios	marginal			
	L. / ha				%		
Cero-secano-Cuyamel 3820	6101.24		7563.29				
Convencional-secano-Cuyamel 3820	6517.74	416.50	8158.79	595.50	6.4	7.3	143.0

Cuadro 19. Análisis marginal comparativo para el escenario del mayor rendimiento (L=Lempiras).

Tratamientos	Costo		Beneficio		Incremento porcentual de costos	Incremento porcentual beneficios	Tasa de retorno marginal
	Costos	marginal	Beneficios	marginal			
	L. / ha				%		
Cero-secano-Cuyamel 3820	6101.24		23733.40				
Convencional-inundación-Orycica 3	11851.74	5750.5	25439.58	1706.2	48.5	6.7	29.7

Cuadro 20. Análisis marginal comparativo para el escenario del menor rendimiento (L=Lempiras).

Tratamientos	Costo		Beneficio		Incremento porcentual de costos	Incremento porcentual beneficios	Tasa de retorno marginal
	Costos	marginal	Beneficios	marginal			
	L. / ha				%		
Cero-secano-Cuyamel 3820	6101.24		8028.04				
Convencional-inundación-Orycica 3	6517.74	416.50	11013.18	2985.140	6.4	27.1	716.7

CONCLUSIONES

Los tratamientos de labranza cero e inundación, donde hubo mayor disposición de agua para la planta, proporcionaron mejor calidad de grano y mayores rendimientos de molinería.

El ciclo y la altura de la planta fueron reducidos por las condiciones más estresantes que son labranza cero y secano.

En suelos no labrados se pueden obtener rendimientos superiores al promedio mundial de 3.7 t/ha, aunque son inferiores a los obtenidos en labranza convencional.

La labranza cero presenta menos granos por panícula, pero estos granos son más pesados.

Bajo condiciones de costos similares a los de El Zamorano la inundación no es económicamente rentable por los altos costos que ella implica.

El beneficio proporcionado por los tratamientos cambió con los precios, pero económicamente el mejor tratamiento fue el mismo en los tres escenarios plantados (labranza convencional secano Cuyamel 3820).

RECOMENDACIONES

Realizar ensayos de cantidad y fraccionamiento de fertilizante en labranza cero, esto es por la deficiencia de nitrógeno observada antes del llenado de grano.

Cuando se realicen ensayos que incluyan pruebas de molinaje, controlar la temperatura de secado y la humedad de cosecha del grano.

Explorar variantes del sistema de labranza cero aplicables a diferentes sistemas de producción de arroz, como: transplante, secano favorecido, SRI (System of rice intensification).

La recomendación económica para cualquier escenario de precios es cultivar arroz en labranza convencional bajo el sistema de secano utilizando la variedad Cuyamel 3820.

Cuando se esperan rendimientos máximos el tratamiento recomendado es la siembra de la variedad Cuyamel 3820 bajo sistema de labranza cero y en secano.

Cuando se esperen rendimiento mínimos se recomienda labranza convencional bajo secano y usando la variedad Orycica 3.

LITERATURA CITADA

- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México, CIMMYT. 79 p.
- De Datta, S. K. 1986. Producción de arroz; Fundamentos y prácticas. Trad. Manuel Guzmán Ortíz y Zulai Marcela Fuentes Ortega. Rev. Arturo Sánchez Duron. Ed. Limusa. México. 690 p.
- Gutiérrez J.R. 1992. Objetivos de la labranza. Pag 5-6. *In* R. Saenz. Manual de sistemas de labranza para América Latina. FAO-INTA. Boletín de Suelos de la FAO 66. Argentina.
- Labrada, R. 1996. The need for integrated weed management in rice production. Pag. 259-271. *In* B. Auld, y K. Kim (eds) Weed management in rice. FAO, Roma.
- Lal, R. 1992. Tillage systems in the tropics: Management options and sustainability implications. FAO Soil Bulletin 71, Roma. 206 p.
- Mabbayad, B; R. Obordo. 1975. Preparación de las tierras. Pag. 99-104. *In* Cultivo del arroz: manual de producción. Escuela de Agricultura, Universidad de Filipinas. Limusa, México.
- Moody, K. 1996. Weed management in upland rice. Pag 89-98. *In* B. Auld; K. Kim, (eds) Weed management in rice. Eds. FAO, Roma.
- Pla, I.; J.L. Russo. 1992. Elección del sistema de labranza. Pag. 9-19. *In* R. Saenz. Manual de sistemas de labranza para América Latina. FAO-INTA. Boletín de Suelos de la FAO 66. Argentina.
- Torcasso, F. 1992. Labranza convencional. Pag. 21-29. *In* R. Saenz. Manual de sistemas de labranza para América Latina. FAO-INTA. Boletín de Suelos de la FAO 66. Argentina.