

EVALUACIÓN DE DOS VARIEDADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), EN DOS SISTEMAS DE MANEJO DE SUELOS EN SAPECHO ALTO- BENI

Evaluation of two rice varieties (*Oryza sativa* L.) in two soil management systems in Sapecho Alto, Beni

Cynthia Chipana Valero¹, Félix Fernando Manzaneda Delgado², Carlos Eduardo Choque Tarqui³

RESUMEN

La introducción de variedades mejoradas y un nuevo sistema de producción, contribuirán a mejorar los rendimientos así mismo los ingresos económicos a las familias productoras. El presente estudio se llevó en la localidad de Sapecho ubicado en el municipio de Palos Blancos de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, con el objetivo de evaluar la producción de dos variedades de arroz MAC FL 18 y Estaquilla Blanca, en dos sistemas de manejo de suelos y la reparación del terreno bajo método semimecanizado: suelo A (chaqueo sin quema) y suelo B (chaqueo con quema). El análisis estadístico empleado fue la prueba "T" de Student para muestras independientes, con el cual se determinó si existe o no diferencias entre los promedios de los grupos comparados. Con los resultados se pudo evidenciar que existen diferencias estadísticas para las variables de estudio fenológica, agronómicas y rendimiento, se llegó a la conclusión de que la práctica del chaqueo sin quema favorece en la fertilidad del suelo A donde se obtuvo rendimientos; en la variedad MAC FL 18 de 4 814.595 kg ha⁻¹ y en Estaquilla Blanca de 4 703.529 kg ha⁻¹. Mientras que en las prácticas con quema, suelo B los rendimientos fueron para MAC FL 18 de 2 388.643 kg ha⁻¹ y en Estaquilla Blanca de 3 089.260 kg ha⁻¹. En cuanto al análisis económico, para el tratamiento sin quema se obtuvo una relación beneficio costo B/C para la variedad MAC FL 18 de 1.90 y en Estaquilla Blanca 1.63 siendo más rentable en la primera. En el caso del chaqueo con quema se logró un B/C de 1.02 en la variedad MAC FL 18 y 1.13 en Estaquilla Blanca.

Palabras clave: sistema de producción, manejo de suelo, chaqueo, quema.

ABSTRACT

The introduction of improved varieties and a new production system will contribute to improve yields as well as the economic income of the producer families. The present study was carried out in Sapecho, located in the municipality of Palos Blancos in the Sud Yungas province of the department of La Paz, with the objective of evaluating the production of two rice varieties MAC FL 18 and Estaquilla Blanca, in two soil management systems and soil repair under a semi-mechanized method: soil A (chaqueo without burning) and soil B (chaqueo with burning). The statistical analysis used was Student's t-test for independent samples, which was used to determine whether or not there are differences between the averages of the groups compared. The results showed that there are statistical differences for the phenological, agronomic and yield study variables, and it was concluded that the practice of slashing without burning favors soil fertility A where yields were obtained; in the MAC FL 18 variety of 4,814.595 kg ha⁻¹ and in Estaquilla Blanca of 4,703.529 kg ha⁻¹. While in the practices with burning, soil B yields were 2 388.643 kg ha⁻¹ for MAC FL 18 and 3 089.260 kg ha⁻¹ for Estaquilla Blanca. Regarding the economic analysis, for the treatment without burning, a B/C cost/benefit ratio of 1.90 was obtained for MAC FL 18 and 1.63 for Estaquilla Blanca, the former being more profitable. In the case of slashing with burning, a B/C of 1.02 was obtained for MAC FL 18 and 1.13 for Estaquilla Blanca.

Keywords: production system, soil management, chaqueo, burning.

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. chipanacynthia@gmail.com

² Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: [0000-0002-0169-2411](https://orcid.org/0000-0002-0169-2411). ffmanzaneda@umsa.bo

³  Docente Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. ORCID: [0000-0003-4825-5283](https://orcid.org/0000-0003-4825-5283). eduard.charly@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cereales de mayor consumo e importancia, tanto en el ámbito nacional como internacional, aproximadamente más de la mitad de la población mundial tiene como base de su alimentación a este cereal. En Bolivia se produce en siete departamentos excepto Oruro y Potosí, siendo Santa Cruz, Beni, La Paz y Cochabamba, los departamentos que producen, para la venta comercial, y el resto de los departamentos son, para consumo doméstico. La participación en producción es para Santa Cruz con el 70.0 %, Beni aporta con el 11.0 %, La Paz 8.5 %, Cochabamba con 6.6 %; Pando 3.2 %, Tarija 0.4% y Chuquisaca 0.3 % (MDPyEP, 2013).

En la región de Alto Beni, la actividad arrocera se caracteriza por su producción de manera tradicional (bajo chaqueo), que muestran un índice de rendimiento de 1.5 a 2.0 t ha⁻¹ (arroz paddy) en variedades locales como Estaquilla Blanca. Este bajo rendimiento en la zona es atribuido a las prácticas culturales de manejo de suelos como de cultivo, calidad de semilla, variedad, prácticas de post cosecha y la falta de tecnología (Pardo, 2020).

El sistema de producción del cultivo de arroz, se adapta a las condiciones topográficas, edáficas, climáticas y principalmente de costos; la elección debe tomarse con la finalidad de minimizar los daños ambientales y obtener una adecuada producción, para asegurar su competitividad, sostenibilidad y adaptación al cambio climático.

Por la tecnología utilizada, los sistemas de producción del cultivo de arroz se dividen en tres: manual, combinado o semimecanizado y mecanizado. En el sistema manual se utiliza únicamente herramientas y fuerza humana en todo el proceso de producción hasta la cosecha. En el sistema mecanizado, gran parte del proceso productivo se realiza con maquinaria, y en el mismo se ha diferenciado la mecanización bajo riego y a secano, entre estos dos existe una gama intermedia amplia de situaciones en las que se combinan, en parte o en todo el proceso productivo, actividades manuales y mecanizadas, esto es lo que denominamos sistema combinado o semimecanizado (Viruez y Taboada, 2013). El objetivo del trabajo es evaluar la producción dos variedades de arroz, bajo dos prácticas de manejo de suelos (chaqueo con quema y sin quema), ambos bajo labranza semimecanizado, utilizando variedades mejoradas MAC FL 18 y en Estaquilla Blanca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Sapecho (Figura 1), dependiente de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés (Alto Beni). Ubicado en el municipio de Palos Blancos, cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz (Bolivia). La zona presenta una altitud 450 m s.n.m., con coordenadas geográficas de 15° 32' Latitud Sur y 67° 23' de Longitud Oeste, a 276 km de la ciudad de La Paz, presenta una temperatura que oscila entre los 27 a 32°C (Lucias, 2017).

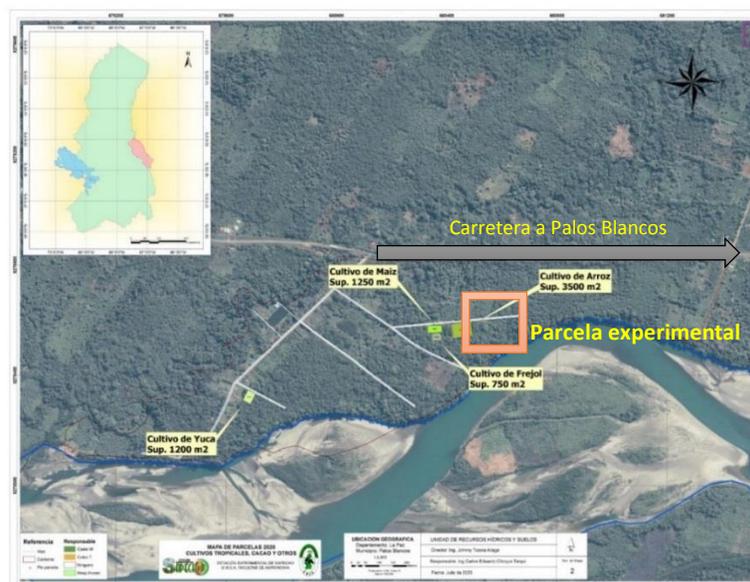


Figura 1. Ubicación geográfica del área experimental.

Metodología

Material vegetal

Se emplearon dos variedades de arroz: MAC FL 18 material genético procedente del CIAT con rendimientos promedio bajo riego de 9 a 10 t ha⁻¹ y a seco de 5 a 6 t ha⁻¹ y Estaquilla Blanca material genético local es la más aceptada y adaptada en la región del Alto Beni.

Análisis de suelo

Se tomó diferentes muestras de suelo de las dos parcelas en estudio antes de la siembra, a una profundidad de 20 cm al azar, las cuales se mezclaron muy bien y así se obtuvo dos muestras representativas cada una de 1 kg, para realizar su respectivo análisis físico y químico. El mismo se lo realizó en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.

Preparación del terreno

La preparación de terreno se realizó el mes de febrero del 2020, se procedió con las siguientes actividades: rozado, tumbada y limpieza de la parcela con de una retroexcavadora, posterior a las actividades realizadas se procedió con la labranza mecanizada.

Roturado del terreno: actividad realizada con el tractor agrícola de doble tracción con su respectivo arado de vertedera, cuya finalidad fue cortar, voltear y desmenuzar la tierra.

Mullido: Implementación de tractor agrícola de doble tracción con rastra de disco cuyo propósito fue mullir y alisar la tierra superficial, paralelamente a estas actividades se dejó el suelo nivelado, homogéneo y listo para la siembra.

Variables de estudio

El ensayo de respuesta de las variedades de arroz (MAC FL 18 y Estaquilla Blanca) fueron desarrolladas en dos prácticas de manejo de suelos: suelo A (chaqueo sin quema) y suelo B (chaqueo con quema) bajo el sistema de producción semimecanizado, constó de dos grupos de poblaciones de plantas independientes por variedad. El análisis estadístico empleado fue la prueba T Student para muestras independientes, el mismo se utilizó para determinar si

existen diferencias significativas entre la media de los grupos comparados.

Los tratamientos estudiados fueron variedades; MAC FL 18 y Estaquilla blanca. Manejo de suelo; suelo con quema y sin quema. La parcela experimental se ha dividido en cuatro unidades cada una de 906.5 m², dos de ellas en las que se había realizado la quema y las siguientes sin quema de la misma manera las variedades son distribuidas para ambos casos.

La siembra se realizó el 10 de marzo del 2020, con una sembradora manual regulada para 8 a 10 semillas por golpe, con una densidad de siembra de 70 cm entre hileras y 30 cm entre plantas, cuya finalidad es que cada planta aproveche al máximo la luz, agua y nutrientes del suelo, se utilizó 11 kg de semilla por variedad en estudio. La fertilización se aplicó de manera foliar en la fase de macollamiento con Algafol 32-10-10. El control de malezas se efectuó manual, con el uso de azadón y desbrozadora, dicha actividad se desarrolló en dos ocasiones durante el ciclo vegetativo. El control de plagas se realizó con insecticida CYPERTIN 250 EC en una dosis de 6 ml por 20 litros de agua. La cosecha se realizó en la fase de madurez fisiológica la cual se pudo evidenciar en sus hojas que tomaron un color amarillento pajizo al igual que la panícula, la misma fue de forma manual por espigueado (muñequado) con la ayuda de un cuchillo, cortando solamente la panícula, luego se procedió con las siguientes actividades: trilla, secado y pelado del grano de arroz.

Las variables en estudio son: días a la floración, días a la cosecha, altura de planta, largo de panícula y rendimiento en kilogramo por hectárea, los mismos no dependen solamente de la variedad, sino que también del manejo agronómico y del sistema de producción del cultivo, siendo los siguientes:

Número de panícula o espigas por m²: cantidad de panículas existentes por golpe, el mismo se multiplicó por el número de golpes existentes en 1 m², se hizo la misma acción en cada muestra tomada al azar:

$$\text{Número de panículas por m}^2 = \frac{\text{Número panículas}}{\text{golpe}} \cdot \frac{\text{Número golpes}}{\text{m}^2} \quad [1]$$

Número de granos por panícula o espiga: consiste en dividir el número total de los granos que representaba la muestra de 1 m², entre el número total de panículas de la muestra 1 m², considerando los granos llenos, vanos, verdes y otros:

$$\text{Número granos por panícula} = \frac{\frac{\text{Total granos}}{\text{m}^2}}{\frac{\text{Número panículas}}{\text{m}^2}} \quad [2]$$

Porcentaje de granos maduros: El porcentaje de granos maduros se realizó introduciendo en agua todos los granos de la panícula, contabilizando así los granos que se sumergieron al fondo:

$$\text{Granos maduros (\%)} = \frac{\text{Número granos maduros}}{\text{Número granos por macollo}} \cdot 100 \quad [3]$$

Peso de 1000 granos: Se pesaron 1 000 granos al 13 % de humedad por unidad de muestreo. El dato se expresó en gramos.

Rendimiento (kg ha⁻¹): El rendimiento del arroz se determinó multiplicando los cuatro componentes (1x2x3x4) determinado para cada 1 m² evaluado, expresado a través de la siguiente Ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4}{10\,000} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \quad [4]$$

Para la evaluación del rendimiento, se tomó 1 m² de cada muestra tomada al azar, según Alvarado (2004), la determinación del rendimiento de arroz se establece mediante el cálculo de cuatro componentes; Número de panículas, número de granos por panícula, porcentaje de granos maduros y peso de mil gramos por m².

Análisis económico

Se ha realizado el análisis económico, para establecer las bases de una adecuada distribución de los recursos disponibles entre las distintas actividades. Está dirigido a evaluar flujos y resultados económicos, que como el análisis agronómico y social serán un criterio para la toma de decisiones en las distintas actividades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico y químico del suelo

Los resultados de los análisis físicos químicos del suelo del ensayo se observan en la [Tabla 1](#), se realizó posterior a la habilitación del terreno, en ambos sistemas de manejo de suelos. En el análisis se reporta: moderado contenido en fósforo, materia orgánica; alto contenido de nitrógeno; alta cantidad de potasio; pH débilmente alcalino y CIC alto, en el suelo A (manejo de suelo bajo chaqueo sin quema), estos resultados muestran un suelo de moderada fertilidad que cumple con los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz, mientras que el suelo B (manejo de suelo bajo chaqueo con quema) muestra los siguientes resultados: moderado contenido en fósforo, materia orgánica; contenidos alto de nitrógeno, cantidades moderadas de potasio, pH ligeramente ácido y CIC moderado, estos resultados muestran un suelo de moderada fertilidad.

Tabla 1. Resultados del análisis físico químico del suelo de las parcelas experimentales.

Parámetro	Unidad	Suelo A (manejo sin quema)	Suelo B (manejo con quema)
Arena	%	26	19
Textura Limo	%	45	47
Arcilla	%	29	34
Clase textural	-	FY	FYL
PH en H ₂ O relación 1:5	-	7.51	6.52
Potasio intercambiable	meq 100gS ⁻¹	1.09	0.60
Capacidad de intercambio catiónico	meq 100gS ⁻¹	20.95	14.06
Nitrógeno total	%	0.33	0.29
Materia orgánica	%	3.6	3.3
Fósforo disponible	ppm	8.41	7.10

Elaboración propia en base a datos obtenidos por el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía.

Villarroel (1988), señala que los suelos franco arcillosos, presentan en algunos casos características físicas poco deseables, pero con un manejo adecuado estos suelos son altamente productivos, en general considerándolos como suelos agrícolas de muy buena calidad. En cambio, a los suelos franco arcillo limoso se los considera como suelos excelentes. En ambas muestras se puede evidenciar que el fósforo se encuentra en cantidades moderadas, estos resultados

guardan relación con lo que sostienen los estudios de Salinas y Sanz (1981) quienes señalan que en los suelos ácidos del trópico americano el fósforo se encuentra en cantidades muy bajas debido a la disponibilidad de calcio y los pH ligeramente ácidos. Los resultados obtenidos para el pH se encuentran dentro del rango aceptable, el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP (2007) afirma que el arroz prospera mejor en

suelos débilmente ácidos a neutro (pH 6.0-7.0). Aunque también puede cultivarse arroz en forma satisfactoria en suelos problemáticos que sean débilmente alcalinos (pH 7.0-7.5).

Los promedios de las características agronómicas de las variedades MAC FL 18 y Estaquilla Blanca desarrolladas en diferentes prácticas de manejo de suelos bajo el sistema semimecanizado se detallan en la [Tabla 2](#).

El análisis efectuado para el ensayo muestra diferencias significativas para días a floración, altura de planta, largo de panícula, número de panículas por metro cuadrado, número de granos por panícula, porcentaje de granos maduros y rendimiento promedio a medida que se fueron desarrollando, en cambio para las características días a la cosecha y peso de mil granos no existen diferencias significativas, los mismos son atribuidos a la constitución genética que presenta cada variedad.

Tabla 2. Promedios de los resultados de las variedades desarrolladas en dos sistemas de manejo de suelos.

Características agronómicas	MAC FL 18	Estaquilla Blanca	MAC FL 18	Estaquilla Blanca
	Suelo A (manejo sin quema)	Suelo B (manejo con quema)	Suelo A (manejo sin quema)	Suelo B (manejo con quema)
Días a la floración	107.00	117.00	87.00	97.00
Días a la cosecha	149.00	149.00	128.00	128.00
Altura de planta (cm)	89.52	66.67	108.15	101.70
Largo de panícula (cm)	27.23	23.86	22.95	20.80
Número de panículas por m ²	132.67	107.00	72.17	62.50
Número de granos por panícula	165.47	122.90	213.53	178.10
Porcentaje de granos maduros	72.85	63.04	88.40	81.77
Peso de mil granos	29.50	28.96	34.16	33.06
Rendimiento promedio (t ha ⁻¹) arroz paddy	4.81	2.38	4.70	3.08

A partir de los resultados obtenidos, se observa que las variedades de arroz desarrolladas en el suelo A (manejo de suelo bajo chaqueo sin quema) presentaron un menor número de días a la floración, mayor altura de planta, mayor largo de panícula, mayor número de panículas por m², mayor número de granos por panícula, mayor porcentaje de granos maduros y por ende mayor rendimiento a comparación de las que se desarrollaron en el suelo B (manejo de suelo bajo chaqueo con quema). La diferencia en los días a la cosecha entre ambas variedades es atribuida a las características genéticas que estas presentan.

Vera (2016) bajo el sistema de producción tradicional (a secano) en el municipio de Apolo, cuyas características de suelo son inferiores a los que se obtuvo en el suelo B, obtuvo un rendimiento promedio de 1.891 t ha⁻¹ (arroz paddy), en la variedad MAC FL 18 el mismo lo atribuye a la falta de suministro de agua durante el ciclo vegetativo, ya que algunos autores señalan que esta variedad es cultivada mayormente en suelos inundados o con riego, cuyos resultados son similares y en algunos casos inferiores a los que se

obtuvo en el suelo B (manejo de suelo bajo chaqueo con quema). CIAT (2020) señala que la variedad MAC FL 18 es considerada de ciclo tardío y cuyo promedio se encuentra entre los 137 días, considerado variedad de porte intermedio cuya altura alcanza los 112 cm y cuyo rendimiento promedio es de 9 a 10 t ha⁻¹ bajo riego y 5 a 6 t ha⁻¹ a secano. Así mismo los resultados en la variedad Estaquilla Blanca, según Cosme (2009) bajo el sistema húmedo de producción en Alto Beni, con condiciones de suelo similar al suelo B, obtuvo un rendimiento promedio de 2.972 t ha⁻¹ (arroz paddy), que resulta ser superior a los reportados por (ECOTOP, 2017) que señala que el rendimiento de arroz variedad Estaquilla Blanca, bajo sistema tradicional (a secano) se encuentra entre los 1.5-2.0 t ha⁻¹ (arroz paddy).

Rendimiento

En la [Tabla 3](#), se presenta el rendimiento de la variedad MAC FL 18 y Estaquilla Blanca, bajo el tratamiento de con y sin quema (suelo B y A), y el sistema de producción semimecanizado.

Tabla 3. Medias del rendimiento del cultivo de arroz en dos tipos de suelo.

Variedad	Tipo de suelo	N	Media (kg ha ⁻¹)	Desviación estándar (kg ha ⁻¹)	Desviación error promedio	T cal	P>t	Sig.
MAC FL 18	Suelo A	30	4814.595	1780.0588	324.9928	6.824	0.0001	**
	suelo B	30	2388.643	789.4706	144.1369			
Estaquilla Blanca	Suelo A	30	4703.529	1521.8507	277.8507	4.360	0.0001	**
	suelo B	30	3089.26	1340.2121	244.6881			

Para ambos casos los resultados de la prueba estadística indican que existen diferencias altamente significativas, entre las variedades desarrolladas en diferentes tipos de suelo para la variable rendimiento del cultivo de arroz.

Análisis económico

Para realizar la evaluación del análisis económico, se obtuvo los costos de producción, tomando en cuenta el desembolso en efectivo que se hace en la adquisición de los factores de producción empleados durante todo el proceso productivo del cultivo. Estas incluyen los costos fijos más los costos variables. El ingreso bruto fue calculado en base al precio de mercado, el mismo fue de 0.85 USD kg⁻¹ (1USD = 6.82 Bs) de arroz MAC FL 18 (en blanco) y 0.73 USD kg⁻¹ de arroz Estaquilla Blanca (en blanco), multiplicado por el total de

kilogramos producido por cada variedad. Estos parámetros nos permiten el cálculo del beneficio neto y finalmente determinamos la relación beneficio/costo para las dos variedades.

Cabe destacar que del arroz cosechado aproximadamente 20 % es cáscara y 10% es afrocho, ambos elementos son eliminados en el proceso de descascarado y pulido respectivamente, el resto del 70 % está formado por el arroz, blanco compuesto de granos enteros y partidos. También se debe ajustar el rendimiento al 5 % atribuido a posibles riegos de pérdida.

La [Tabla 4](#) presenta el análisis económico de las variedades desarrolladas en el sistema de manejo de suelo A, en el cual se realizó la preparación de suelo mediante práctica semimecanizada.

Tabla 4. Análisis económico de la producción de arroz en el suelo A (manejo de suelo bajo chaqueo sin quema).

Variedad	Rendimiento arroz paddy (kg ha ⁻¹)	Rendimiento arroz blanco (kg ha ⁻¹)	Rendimiento ajustado al 5 % (kg ha ⁻¹)	Precio (USD kg ⁻¹)	Ingreso o beneficio bruto (USD)	Costo de producción (USD)	Ingreso o beneficio neto (USD)	Beneficio costo (B/C)
MAC FL 18	4 814.59	3 370	3 201	39.56	126 646.445	66 605.484	60 040.961	1.90
Estaquilla Blanca	4 703.53	3 292	3 132	34.10	106 823.706	65 306.956	41 516.750	1.63

El análisis beneficio/costo muestra que las variedades de arroz que se desarrollaron en el suelo A (manejo de suelo bajo chaqueo sin quema) lograron una mayor rentabilidad, lo cual indica que se recupera la inversión inicial y además se adquiere una ganancia adicional, claramente se puede observar que la variedad MAC FL 18 obtuvo mayor rentabilidad, con un B/C=1.90 es

decir que por cada USD invertido recupera 0.90 USD, seguido de la variedad Estaquilla Blanca con un B/C= 1.63 es decir que por cada USD invertido recupera 0.63 USD. La [Tabla 5](#) presenta el análisis económico de las variedades desarrolladas bajo sistema de manejo de suelo B, en el mismo se realizaron prácticas de preparación de suelos semimecanizada.

Tabla 5. Análisis económico de la producción de arroz en el suelo B (manejo de suelo bajo chaqueo con quema).

Variedad	Rendimiento arroz paddy (kg ha ⁻¹)	Rendimiento arroz blanco (kg ha ⁻¹)	Rendimiento ajustado al 5 % (kg ha ⁻¹)	Precio (USD kg ⁻¹)	Ingreso o beneficio bruto (USD)	Costo de producción (USD)	Ingreso o beneficio neto (USD)	Beneficio costo (B/C)
MAC FL 18	2 357.83	1 672	1 588	39.56	62 832.728	61 660.984	1 171.744	1.02
Estaquilla Blanca	2 962.15	2 162	2 054	34.10	70 054.017	62 101.556	7 952.461	1.13

El análisis beneficio/costo muestra que las variedades de arroz que se desarrollaron en el suelo B (manejo de suelo bajo chaqueo con quema) solo lograron recuperar la inversión y no se tiene ganancia alguna, se puede evidenciar que la variedad MAC FL 18 fue la más afectada, debido al bajo rendimiento alcanzado por esta variedad a pesar de tener buenos antecedentes de producción.

CONCLUSIONES

A partir del comportamiento agronómico reflejado en el rendimiento del cultivo de arroz se establece que hay diferencias entre las medias de las variedades, de acuerdo a la práctica de manejo de suelos en el que se desarrolló bajo la preparación de terreno semimecanizado, ya que los mejores resultados obtenidos, corresponden a las variedades MAC FL 18 (introducida) con un rendimiento de 4 814.595 kg ha⁻¹ (arroz paddy) seguida de Estaquilla Blanca (local) con un rendimiento de 4 703.529 kg ha⁻¹ (arroz paddy) desarrolladas en el suelo A (manejo de suelo bajo chaqueo sin quema). Frente al suelo B (chaqueo con quema) donde los rendimientos fueron para MAC FL 18 de 2 388.643 kg ha⁻¹ y en Estaquilla Blanca de 3 089.260 kg ha⁻¹.

El desarrollo de las variedades bajo diferentes prácticas de manejo de suelos fue altamente significativo, según el análisis físico y químico, se evidencia la diferencia entre ambos suelos en relación a la textura y nutrientes disponibles; se observa la degradación del suelo B a causa del chaqueo con quema y el aumento de fertilidad del suelo A causa del chaqueo sin quema practicado en la región. Se recomienda una adecuada preparación de terreno con maquinaria y actividades manuales, la misma mejora las propiedades físicas del suelo, facilitando en manejo del cultivo e incrementa el área de producción y la productividad, reduciendo el tiempo de operación. Con respecto al análisis económico, los mejores resultados lo obtuvieron las variedades desarrolladas en el suelo A con un beneficio/costo superior a las variedades desarrolladas en el suelo B donde prácticamente solo recuperó la inversión con un mínimo de ganancia.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Chaves, A. 2004. Maquinaria y mecanización agrícola. San José, Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. p. 267-271.
- CIAT (Centro de Investigación Agrícola tropical).2020. Arroz - Mac FL 18. Santa Cruz, Bolivia.
- Cosme Ajpi, EN. 2009. Evaluación de la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo sistema húmedo en época de estiaje, en la zona de Alto Beni (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p. 103. Consultado 3 dic. 2021. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/4900>
- ECOTOP (Asesoría en Producción Ecológica y Desarrollo Rural). 2017. Cultivo de arroz sin quema (en línea). (archivo de video). La Paz, Bolivia. 1 video, 15 min. 15 seg. Consultado 20 ene. 2021. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=1gVLfaHU3fw>
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2007. Manual del Cultivo de Arroz. 2 ed. Guayaquil, Ecuador.
- Lucias Loayza, L. 2017. Caracterización agromorfológica de copoazú (*Theobroma grandiflorum* Schum.) en la Estación Experimental de Sapecho Alto Beni-La Paz (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p. 846. Consultado 27 de jul. 2020. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/15322>
- MDPyEP, 2013. Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural. Boletín Informativo Arroz Nº 6. Asociación de Ingenios Arroceros del Norte Integrado.
- Pardo Mendoza, D. 2020. Evaluación del comportamiento agronómico del arroz (*Oryza sativa* L.) variedad paya en dos sistemas de chaqueo con quema y sin quema en la Estación Experimental Sapecho (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. Consultado 14 dic. 2021. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/24914/T-2782.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salinas, J; Sanz, J. 1981. Síntomas de deficiencia de macronutrientes y nutrientes secundarios en pastos tropicales. Cali, Colombia, CIAT. 32 p. (serie 04sp-02.01).
- Vera Ferrufino, ML. 2016. Evaluación del comportamiento agronómico de 5 variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) 3 introducidas y 2 locales en la comunidad de Huaratumo del municipio de Apolo provincia Franz Tamayo (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. p. 124. Consultado 6 de sep. 2020. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/7635>
- Villarroel, J. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelo en laboratorio. Cochabamba, Bolivia, AGRUCO. 47 p. (Serie Técnica Nº10).
- Viruez, J; Taboada, R. (Edits.). 2013. Producción de Arroz en Bolivia Conocimiento Técnico para un Manejo Eficiente y Rentable. Santa Cruz, Bolivia, CIAT-FENCA. 123 p.

Artículo recibido en: 21 de junio 2021

Aceptado en: 16 de abril 2022