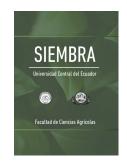
Eficiencia económica de la producción de trigo a pequeña escala en el estado de Jigawa, Nigeria

Economic efficiency of small-scale wheat production in Jigawa state, Nigeria



Mohammed Sanusi Sadiq¹, Muhammad Makarfi Ahmad², Emmanuel Nkwi Gama³, Abbas Aliyu Sambo⁴

Siembra 11 (1) (2024): e5570

Recibido: 22/09/2023 / Revisado: 20/02/2024 / Aceptado: 01/05/2024

- https://orcid.org/0000-0003-4336-5723
- ² Bayero University Kano, Department of Agricultural Economics. Gwarzo road. P.M.B. 3011. Kano, Nigeria.
- amakarfi@gmail.com
- https://orcid.org/0000-0003-4565-0683
- ³ Federal University Dutse, Department of Agricultural Economics & Extension. Ibrahim Aliyu Way Bye-Pass. P.C. P.M.B 7156. Dutse, Nigeria.
- \boxtimes gamaemmanuel@gmail.com
- https://orcid.org/0000-0003-4532-7982
- https://orcid.org/0009-0006-2977-4968
- * Autor de correspondencia: sadiqsanusi30@gmail.com

SIEMBRA

https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA ISSN-e: 2477-5788

Periodicidad: semestral vol. 11, issue 1, 2024 siembra.fag@uce.edu.ec

DOI: https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.5570



Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

Resumen

El país más poblado de África no ha logrado producir más alimentos para una población en rápido crecimiento. Nigeria produjo 420.000 toneladas métricas de trigo en 2020, estando aún lejos de cubrir su déficit anual de 4,6 millones de toneladas métricas de trigo. Por tanto, aumentar la producción de trigo es un reto para que el país satisfaga las necesidades alimentarias de su creciente población. En la literatura actual se evidencia un aumento de investigaciones sobre trigo en diferentes partes de Nigeria, pero existe una escasez de información sobre la eficiencia económica de la producción de trigo en la zona de estudio, y en el país en general. Para cubrir estas lagunas empíricas y de conocimiento, se analizó la eficiencia económica de la producción de trigo en el estado nigeriano de Jigawa. La información fue obtenida a través de una encuesta, con un cuestionario estructurado, y un programa de entrevistas, a 341 agricultores de trigo activos seleccionados mediante una técnica de muestreo multietápico. Los datos recogidos fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial. Los resultados empíricos muestran que a pesar de que la producción de trigo es rentable en la zona estudiada, los agricultores no alcanzaron los objetivos fijados de maximización de la producción, minimización de costos y maximización de beneficios, como lo demuestran los índices obtenidos de eficiencia técnica, de costos y económica, respectivamente. Sin embargo, estos objetivos se vieron dificultados por los riesgos humanos inducidos, a saber, la discriminación de género que afecta al acceso de las mujeres a los recursos productivos, la escasa productividad laboral debida a la disminución de los rendimientos marginales asociada a la vejez, el consumo de capital provocado por el aumento de los ingresos, la escasa priorización de la empresa triguera como negocio y, el tamaño de los hogares vulnerables. Además, las limitantes identificadas que intervienen en los vínculos que afectan a la eficiencia económica de los cultivadores de trigo fueron los riesgos de comercialización del producto, tecnológicos, de gestión y de infraestructura. Por tanto, para que la producción de trigo sea sostenible a largo plazo, los responsables políticos tienen la responsabilidad de concentrarse más en los riesgos tecnológicos y de comercialización que dificultan la producción de trigo en la zona estudiada, tal y como establece empíricamente esta investigación.

Palabras clave: eficiencia, economía, trigo, agricultores, Nigeria

Abstract

Africa's most populous country has failed to grow more food for its fast-rising population. With 420,000 metric tons of wheat produced in Nigeria in 2020, the country is still far from bridging its 4.6 million metric tons annual wheat gap. Increasing wheat production is a challenge for the nation to fulfill the food requirements of its growing population. So far literature has shown a rise in research on wheat in different parts of Nigeria, with a paucity of information on the economic efficiency of wheat production in the study area, and the country in general. To bridge these knowledge and empirical gaps, this research investigates the economic efficiency of wheat production in Jigawa State of Nigeria using information gathered from a survey elicited by a well-structured questionnaire coupled with an interview schedule from 341 active wheat farmers selected through a multi-stage sampling technique. Both descriptive and inferential statistics were used to analyze the data collected. Empirically, despite the wheat enterprise being profitable in the study area, farmers didn't achieve the targeted goals of output maximization, cost minimization, and profit maximization as evident respectively by the technical, cost, and economic efficiency indexes. However, these goals were challenged by induced human risks viz. gender discrimination that affects women's access to productive resources, poor labor productivity due to diminishing marginal returns associated with old age, capital consumption triggered by increased income, poor prioritization of wheat enterprise as a business, and vulnerable household size. Furthermore, the identified constraints mediating the links that affected the economic efficiency of wheat farmers were price/marketing, technological, managerial, and infrastructural risks. Therefore, for long-run sustainable wheat production, the responsibility lies on policymakers to concentrate more on marketing and technological risks challenging wheat production in the study area as empirically established by this research.

Keywords: efficiency, economic, wheat, farmers, Nigeria

1. Introducción

La reciente invasión rusa a Ucrania ha impactado la cadena de suministro mundial de trigo, elevando los precios a niveles históricos (Sadiq et al., 2022a). Según datos sobre comercio exterior del Buró Nacional de Estadísticas [NBS, por sus siglas en inglés], Nigeria importó trigo durum (duro) por un valor de 1,29 billones de nairas en 2021 (Alabi, 2022), lo que representa un aumento del 71,1 % respecto a los 756.920 millones registrados en 2020, y más del triple de los 401.310 millones registrados en 2019. Este producto representa el 6,2 % del gasto total en importaciones de Nigeria, convirtiéndose en el segundo mayor contribuyente y la importación de alimentos más cara (Alabi, 2022). Adicionalmente, el país requiere cinco millones de toneladas de trigo, pero solo produce el 2,06 % de esa cantidad (Startup Tips Daily Media, 2023). Según Ekkot (2021), la producción de trigo en Nigeria ha sido tan baja que, en los últimos diez años, el país ha producido menos del 2 % de su consumo total de trigo. Datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos muestran que, a medida que el consumo de trigo a nivel mundial aumentó entre 2010 y 2020, Nigeria no logró incrementar su producción y en su lugar aumentó drásticamente sus importaciones para compensar la escasez de suministro (Ekkot, 2021). Se estima que la producción de trigo en Nigeria es de 2,5 millones de toneladas métricas, lo que resulta insuficiente para un país que se considera la potencia de África (Yammama, 2023). Si Nigeria no logra aumentar su ritmo de crecimiento en la producción de trigo, la situación podría empeorar.

El rápido crecimiento demográfico, el aumento de la urbanización, el incremento de los ingresos y el cambio en las preferencias alimentarias desde cereales tradicionales hacia productos a base de trigo, son los principales factores que impulsan la demanda interna de trigo (Hailekiros et al., 2018; Koondhar et al., 2016; Tleubayev et al., 2022). Aunque el país tiene potencial para aumentar su producción de trigo, la industria enfrenta numerosos desafíos, como los altos costos de insumos (semillas, biocidas y fertilizantes), la falta de maquinaria agrícola, el elevado costo del combustible, la inestabilidad en los precios de los productores y la división de grandes explotaciones en unidades más pequeñas. A pesar de los esfuerzos de los fitomejoradores durante las últimas tres décadas para desarrollar variedades innovadoras y de alto rendimiento, la producción de trigo en Nigeria ha seguido estando por debajo de la demanda, lo que ha obligado al país a recurrir a la importación.

La base para lograr la seguridad alimentaria nacional y los objetivos de reducción de la pobreza radica en una producción eficiente, especialmente en las áreas con mayor potencial de producción de cultivos básicos (Asfaw et al., 2019). Sin embargo, la producción agrícola ineficiente y las disparidades en la eficiencia de los productores disuaden a los agricultores de aumentar la producción (Asfaw et al., 2019; Chen et al., 2022;

Sadiq et al. 3/25

Dessale, 2019). Cuando hay ineficiencia, los intentos de introducir nuevos conocimientos pueden no tener el efecto deseado porque los conocimientos disponibles no se utilizan de forma eficaz. La ineficiencia impide que los beneficios de los insumos adicionales se materialicen, lo que podría generar mayores ganancias a partir de los recursos existentes. Aumentar la eficiencia permitiría a los agricultores maximizar su producción con la tecnología y los insumos disponibles. Además, si el objetivo es aumentar la productividad agrícola y los ingresos de los hogares rurales, eliminar las ineficiencias existentes podría ser más rentable que implementar nuevas tecnologías (Dessale, 2019). Las ganancias en productividad agrícola a través de una mayor eficiencia son cada vez más significativas en nuestra sociedad.

Los pequeños agricultores en el área de estudio son desfavorecidos y poseen tierras pequeñas y no rentables, familias numerosas y suelos con baja productividad, lo que les impide satisfacer adecuadamente las necesidades alimentarias de sus hogares. Las prácticas agrícolas basadas en cereales han seguido siendo tradicionales y no comerciales, lo que impide satisfacer la creciente demanda de alimentos y energía de la población. Para maximizar la producción, los agricultores deben adoptar tecnologías actuales o utilizar los recursos de manera eficiente debido a la presión de una población en constante crecimiento, a la degradación ambiental y a la expansión de tierras agrícolas marginales (Dessale, 2019). En la zona de estudio, los pequeños agricultores producen una gran cantidad de trigo, pero utilizan insumos y técnicas agronómicas de manera muy diferente y generan un rendimiento mucho menor que los grandes agricultores. Sin embargo, no está claro cuán eficiente es cada categoría por tamaño de explotación y cuáles son las fuentes de ineficiencia. Dado que este subsector es crucial para los ingresos agrícolas y la economía rural, la integración regional está promoviendo mayores niveles de competencia que requieren mayor eficiencia en la producción y distribución. El subsector es crucial para las estrategias del país relacionadas con el logro de la autosuficiencia alimentaria, la creación de empleo rural y la reducción de la pobreza, por lo que es importante determinar la eficiencia económica en la producción de trigo.

Dado el conocimiento limitado sobre la producción de trigo, numerosos investigadores han estudiado la eficiencia de diversos cultivos en Nigeria. Sin embargo, el análisis de la eficiencia en la producción de trigo en el país se ha centrado en factores idiosincráticos y estimaciones de pseudo-beneficios, lo que subestima los beneficios potenciales de mejorar el desempeño general de los productores. Con base en revisiones de literatura publicada, hay poca o ninguna información sobre la eficiencia económica de la producción de trigo en la zona de estudio y en el país en general. Ante este contexto, esta investigación busca determinar la eficiencia económica de los pequeños agricultores de trigo en el estado de Jigawa, Nigeria. Los objetivos específicos son estimar los costos y beneficios de la producción de trigo, determinar la eficiencia técnica, de costos y económica de las explotaciones, y analizar las limitaciones que afectan la producción de trigo y su impacto en el desempeño general de los agricultores.

2. Métodos

2.1. Área de estudio

El estado de Jigawa es uno de los 36 estados del país y comparte fronteras con los estados de Kano y Katsina al oeste, el estado de Bauchi al este y el estado de Yobe al noreste. También tiene una frontera internacional con la región de Zinder en la República de Níger al norte, lo que representa una oportunidad especial para la actividad comercial transfronteriza (Jigawa State Government [JSG], 2017). Se encuentra en la región noroeste del país, entre las latitudes 11°N y 13°N, y las longitudes 8°E y 10,15°E. Es el octavo estado más poblado en términos de composición étnica, con una mayoría de habitantes de origen hausa y fulani (JSG, 2017). Según Sadiq y Sani (2022), el volumen de lluvias varía normalmente entre 600 y 1.000 mm durante la temporada de lluvias, que va de mayo a septiembre. La región sur del estado presenta precipitaciones más intensas que la región norte (Sadiq y Sani, 2022). La superficie del estado de Jigawa es de aproximadamente 22.410 km², con una población estimada en 2006 de 4.361.002 habitantes (National Population Commission [NPC], 2006), con una proyección actual de 4.884.322 habitantes en 2021, considerando una tasa de crecimiento del 3 %. Dunas de diversos tamaños que se extienden varios kilómetros en algunas áreas contribuyen a la geografía ondulada del estado. Los ríos Hadejia, Kafin-Hausa e Iggi son los principales ríos de la región, y otros afluentes en el noreste alimentan grandes humedales. Los ríos Hadejia y Kafin-Hausa atraviesan el estado de oeste a este a través de los humedales de Hadejia-Nguru antes de desembocar en la cuenca del lago Chad. La economía del

estado sigue dependiendo en gran medida de la agricultura, y debido a su clima semiárido, los trabajadores migran con frecuencia a estados cercanos, como Kano, en busca de empleo temporal (JSG, 2021). Uno de los recursos naturales más valiosos del estado es su gran extensión de tierras fértiles, aptas para casi todos los cultivos tropicales. Gran parte de la zona de vegetación de la sabana sudanesa está compuesta por áreas de pastoreo ideales para la cría de ganado.

Utilizando una técnica de muestreo multietápico se seleccionaron un total de 283 productores de trigo activos para participar en una encuesta, siguiendo una serie de pasos. En primer lugar, dado que la producción de trigo abarca todos los estratos agrícolas del estado, se tomó un marco de muestreo saturado de las zonas estratificadas de la Agencia de Desarrollo Agrícola y Rural del Estado de Jigawa [Jigawa State Agricultural and Rural Development Agency - JARDA]: Zona I (Birnin-Kudu), Zona II (Hadejia), Zona III (Gumel) y Zona IV (Kazaure). En segundo lugar, se seleccionaron de manera intencionada las principales Áreas de Gobierno Local [Local Government Areas, LGA] productoras en cada zona: en las Zonas I, II, III y IV, las LGAs seleccionadas fueron Jahun, Ringim, Hadejia y Kazaure, respectivamente. En tercer lugar, de cada una de las LGAs seleccionadas, se eligieron al azar tres (3) localidades, lo que dio un total de 12 localidades para realizar la encuesta. Por último, basándose en el marco de muestreo propuesto por JARDA y la encuesta de reconocimiento (Tabla 1), se utilizó la fórmula de Krejcie y Morgan (ecuación [1]) para generar un tamaño de muestra representativo para el estudio.

Zonas	LGAs	Localidad	Población	Tamaño muestral
		Harbo Tsohuwa	134	16
Birnin Kudu Zone (Zone I)	Jahun	Harbo Sabuwa	149	18
		Jama'a	137	17
		Ringim Town	130	16
Gumel Zone (Zone II)	Ringim	Gabarin	143	18
		Dabi	198	24
		Sunamu	178	22
Hadejia Zone (Zone III)	Hadejia	Mai Alkama	258	31
		Hago	184	23
		Farin Daba	321	39
Kazaure Zone (Zone IV)	Kazaure	Gada	230	28
		Tudun Wayo	250	31
Total 4	4	12	2312	283

Tabla 1. Esquema de muestreo aplicado a productores de trigo seleccionados en el área de estudio. *Table 1.* Sampling scheme applied to select wheat farmers in the study area.

$$X = \frac{Z^2 x P(1-P)}{e^2}$$
 $\rightarrow n_p = \frac{N(X)}{X+(N-1)}$ [1]

Donde, n_p = Tamaño muestral; N = Tamaño de la población; e = Error de muestreo aceptable; X = Tamaño de muestra finito; P = Proporción de la población

Se seleccionaron aleatoriamente un total de 283 productores de trigo activos. Utilizando un enfoque simple de costos, se recopilaron datos agrícolas para la temporada de producción de trigo de 2022 con la ayuda de un cuestionario estructurado junto con un calendario de entrevistas. Los objetivos I, II y III se lograron utilizando la técnica de elaboración de presupuestos agrícolas, el modelo de frontera estocástica y el análisis factorial, respectivamente.

2.2. Modelo empírico

2.2.1. Técnica de elaboración de presupuestos agrícolas

Las ecuaciones aplicadas fueron:

$$NFI = TR - TC$$
 [2]

$$GM = TR - TVC$$
 [3]

Sadiq et al. 5/25

$$ROI = \frac{GM}{TC}$$
 [4]

$$ROCI = \frac{NFI}{TC}$$
 [5]

Donde, NFI = Ingreso/beneficio agrícola neto; TR = Ingresos totales; TC = Costo total (TVC+TFC); TFC= Costos fijos totales; ROI = Retorno de la inversión; TVC = Costos variables totales; GM = Margen bruto; ROCI = Retorno del capital invertido; NFI = Ingreso agrícola neto (GM – TFC).

2.2.2. Modelo de frontera estocástica

De acuerdo con Sadiq et al. (2021a, b, c), tanto la función de frontera estocástica de producción de Cobb-Douglas impuesta como la función de costos se especifican en las ecuaciones [6] y [10].

$$T_e = \frac{Y^a}{Y^p} = \frac{f(X_{ij}:\beta) + (V_i - U_i)}{f(X_{ij}:\beta) + V_i} = \exp(U_i)$$
 [6]

Donde, Y_i = producción total del i-ésimo agricultor; X_{ij} = vector del j-ésimo insumo actual usado por el i-ésimo agricultor; β_i = parámetro a estimar; V_i = incertidumbre que está fuera del control de i-ésimo agricultor; U_i = riesgo atribuido al error del i-ésimo agricultor; i = 1,2,3.....n agricultores.

Dado el nivel de tecnología a disposición de la unidad técnica, la función de producción de frontera estocástica se expresa como la relación entre la producción observada (Y^a) y la producción potencial correspondiente (Y^p), como se representa en la ecuación [7].

$$Y_i = f(X_{ij}; \beta_i) + (V_i - U_i)$$
[7]

Donde T_e es la eficiencia técnica, que oscila entre 0 y 1, donde 1 define una unidad técnica totalmente eficiente. La producción observada (Y^a) representa la producción real, mientras que la producción potencial (Y^a) representa el nivel de producción en la frontera.

La forma explícita de la función de producción de Cobb-Douglas impuesta se calculó con la ecuación [8].

$$lnY_i = ln\beta_0 + \sum \beta_k lnX_{ij} + (V_i - U_i)$$
 [8]

Donde Y_i = salida del i-ésimo agricultor (kg); X_i = vector de insumos agrícolas utilizados: X_i = semillas (kg), X_2 = fertilizante NPK (kg), X_3 = fertilizante de urea (kg), X_4 = herbicidas (litro), X_5 = combustible (litro), X_6 = mano de obra contratada (hombre por día), X_7 = trabajo familiar (hombre por día), X_8 = agua de riego (galón), X_9 = depreciación de bienes de capital (N), y X_{10} = tamaño de la finca (hectárea); V_i = variabilidad aleatoria en la producción que no puede ser influenciada por el i-ésimo agricultor (también conocido como incertidumbre); U_i = desviación de la producción potencial atribuible a la ineficiencia técnica (también conocida como riesgo). β_0 = intercepto; β_k = vector del parámetro de entrada a estimar; β_l = vector del parámetro de salida a estimar; i = 1,2,3...... n agricultpres; j = 1,2,3...... m insumos.

El volumen de riego convencional se calculó con la ecuación [9].

La función de costo de frontera estocástica del i-ésimo agricultor (C) se calculó con la ecuación [10].

$$C_i = f(P_{ij}, Y_{ij}; \beta) + (V_i + U_i) \ (i = 1, 2 \dots n)$$
 [10]

Donde, P_i = vector de j-ésimo los precios de los insumos de i-ésimo agricultor; Y_i = vector de la j-ésima producción real del i-ésimo agricultor; β_i = parámetro a estimar; V_i = incertidumbre que está más allá del control del i-ésimo agricultor; y, U_i = riesgo que se atribuye al error del i-ésimo agricultor. Los dos términos de error

fueron precedidos por señales positivas porque se supone que la ineficiencia aumenta los costos.

Dado el nivel de tecnología y precios de los insumos a disposición de una unidad técnica, la función de costo de frontera estocástica se expresó como la relación entre el costo real (c^a) y el costo mínimo correspondiente, y se expresa en la ecuación [11].

$$C_e = \frac{C^a}{C^m} = \frac{f(P_{ij,} Y_{ij,}; \beta) + (V_i + U_i)}{f(P_{ij,} Y_{ij,}; \beta) + V_i} = \exp(U_i)$$
 [11]

Donde C_e representa la eficiencia de costos y toma valores entre 0 y 1, siendo 1 la unidad técnica más eficiente en costos. c^a representa el costo real, mientras que c^m representa el nivel mínimo de frontera de costo.

A continuación, se presenta la forma explícita de la función de costo de frontera de Cobb-Douglas impuesta (ecuación [12]).

$$lnC_i = ln\beta_0 + \sum \beta_k lnP_{ij} + \beta_L lnY_i + (V_i + U_i)$$
 [12]

Donde, C_i = costo total del i-ésimo agricultor (N); P_i = vector de precios de insumos variables: P_i = costo de las semillas (N), P_2 = costo del fertilizante NPK (N); P_3 = costo del fertilizante de urea (N), P_4 = costo de los herbicidas (N), P_5 = costo del combustible (N), P_6 = costo de la mano de obra contratada (N), P_7 = costo de la mano de obra familiar (N), P_8 = costo del agua de riego (N), P_9 = depreciación de los bienes de capital (N), P_{10} = tarifa de arrendamiento de la finca (N), P_{11} = producción de trigo (kg); Vi = variabilidad aleatoria en el costo total de producción que no puede ser influenciada por el i-ésimo agricultor (también conocida como riesgo). V_8 = intercepto; V_8 = vector de parámetros de costo a estimar; V_8 = vector de parámetros de producción a estimar; V_8 = vector de parámetros de costo se calculó con la ecuación [13].

$$U_i = \delta_0 + \delta_1 Z_1 + \delta_2 Z_2 \dots \dots + \delta_n Z_n$$
 [13]

Donde, Z_1 = Edad (años); Z_2 = Género (hombre = 1, mujer = 0); Z_3 = Estado civil (casado = 1, de lo contrario = 0); Z_4 = Nivel educativo (años); Z_5 = Tamaño del hogar (número de personas); Z_6 = Experiencia agrícola (años); Z_7 = Servicio de extensión (sí = 1, de lo contrario = 0); Z_8 = Acceso a crédito (sí = 1, de lo contrario = 0); Z_9 = Membresía en cooperativa (sí = 1, de lo contrario = 0); Z_{10} = Modo de adquisición de la tierra (herencia = 1, de lo contrario = 0); Z_{11} = Ingreso anual (N); Z_{12} = Ocupación primaria (sí = 1, de lo contrario = 0); Z_{13} = Ocupación secundaria (sí = 1, de lo contrario = 0); Z_{12} = Parámetros a estimar.

Usando la función de verosimilitud generalizada, la prueba para la presencia de ineficiencia técnica/costos se define mediante λ , según lo propuesto por Sadiq et al. (2022b) (ecuación [14]):

$$\lambda = -2ln(\frac{H_0}{H_0}) \tag{14}$$

Donde, H_0 corresponde al valor de la función de verosimilitud para la frontera no restringida [OLS]. H_a es el valor de la función de verosimilitud para el modelo de frontera Cobb-Douglas restringido. Por lo tanto, si el Chi² calculado es mayor que el Chi² tabulado con un 5 % de nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa. La hipótesis alternativa sigue aproximadamente una distribución Chi² mixta, con un grado de libertad igual al número de parámetros omitidos en el modelo no restringido. Si la hipótesis nula es verdadera (Sadiq y Singh, 2016; Sadiq et al., 2021b, c), entonces la Economía de Escala se puede calcular con la ecuación [15].

$$ES = 1/\sum_{i=1}^{n} \frac{\partial lnTC}{\partial lnY}$$
 [15]

Donde $\partial lnTC/\partial lnY$ representa las derivadas logarítmicas parciales de la función de costo con respecto al logaritmo de la producción. Cuando todas las demás variables se mantienen constantes, la suma de las diferentes elasticidades del costo corresponde al cambio total en el costo como resultado de una pequeña variación proporcional en la producción agrícola. Si SE es mayor a 1, un aumento proporcional en la producción genera un incremento menos que proporcional en los costos totales, que indica la presencia de economías de escala. Si el valor estimado de las economías de escala es menor que 1, los costos totales aumentan más que proporcionalmente con un incremento en la producción, lo que indica deseconomías de escala. Se infiere ineficiencia de

Sadiq et al. 7/25

escala en las fincas que operan bajo rendimientos decrecientes a escala.

La finca opera en su nivel óptimo de producción si las economías de escala son iguales a 1, que indica la presencia de rendimientos constantes a escala, representados por su Eficiencia Económica E_{ρ} (ecuación [16]).

$$Ee = Te * Ce$$
 [16]

La eficiencia económica (Ee) varía entre valores < 1 y > 1. Si E_e < 1, se denomina eficiencia económica subóptima; Si E_e = 1, se denomina óptima; Si E_e > 1, se denomina supraóptima.

3. Resultados y Discusión

3.1. Estructura de costos y rentabilidad en la producción de trigo

Los resultados mostraron que el costo total acumulado de cultivo, incluyendo costos variables y fijos, alcanzó № 693.236,35, con № 634.534,10 correspondientes a costos variables y № 58.702,25 a costos fijos (Tabla 2). De este total, los costos variables representaron el 91,53 %, mientras que los costos fijos representaron el 8,47 %. En cuanto a la distribución de costos, el gasto en fertilizante NPK fue el más alto (22,42 %), seguido por semillas (20,72 %) y fertilizante urea (15,86 %), mientras que el costo del agua de riego fue el más bajo (0,07 %). El costo de producción por 1 kg de trigo fue de N 169,16, lo que implica que se incurrió en el costo total mencionado para producir cada kilogramo de trigo. Además, los ingresos totales acumulados, el margen bruto y el ingreso neto por hectárea fueron de № 1.542.983,16, № 908.449,10 y № 849.746,82, respectivamente. A corto y largo plazo, por cada naira invertida, el costo incurrido se recupera, generando una ganancia de 43 y 23 kobo (centavos), respectivamente, como lo evidencian los índices ROI y ROCI.

Tabla 2. Estructura de costos y rentabilidad de la producción de trigo por hectárea. *Table 2.* Costs and return structure of wheat production per hectare.

Ítems	Unidad (kg litro ⁻¹ galón ⁻¹)	Precio Unitario (N kg ⁻¹)	Total	%
Semillas	160,80	893,46	143.668,60	20,72
Fertilizante NPK	354,99	437,81	155.419,90	22,42
Urea	220,71	498,16	109.947,90	15,86
Herbicidas	1,28	2.177,48	2.779,67	0,40
Combustible	99,43	182,49	18.144,52	2,62
Mano de obra contratada	35,40	778,36	27.553,83	3,98
Mano de obra familiar	175,241	562,72	98.610,53	14,23
Agua de riego	69.130,33	0,007	483,91	0,07
DCI*	1.041,36	1	1.041,36	0,15
Tamaño de la finca	1	2.000	2.000	0,29
Intereses sobre bienes de capital		14 % of TVC	77.925,24	11,24
Costo de gestión		10% of TVC	55.660,89	8,03
Costo total variable			634.534,10	91,53
Costo total fijo			58.702,25	8,47
Costo total			693.236,30	
Ingreso total	4.098,12	376,51	1.542.983,16	
Costo de producción			169,16	
Margen bruto			908.449,10	
Ingreso neto de la finca			849.746,82	
ROI			1,43	
ROCI			1,23	

^{*} DCI = Depreciación de los bienes de capital / Depreciation on capital items.

Con base en el ROCI, se puede sugerir que, con una tasa de interés vigente del 14 %, para cualquier crédito a corto plazo otorgado, *ceteris paribus*, los agricultores de trigo podrán devolver tanto el capital como el costo del crédito y aún generar buenos beneficios. Por tanto, se puede sugerir que la producción de trigo a pequeña escala en el estado de Jigawa no solo es rentable, sino también una actividad viable.

3.2. Eficiencia técnica de los agricultores de trigo a pequeña escala

En la Tabla 3 se presentan las estimaciones de máxima verosimilitud (MLE) de los parámetros del modelo de frontera estocástica de producción derivados como una función de la producción de trigo. El valor estimado de sigma-cuadrado $\sigma^2 = 0.128$, a un nivel de probabilidad del 1 %, implica que la distribución asumida para el término de error compuesto es correcta y se ajusta a la ecuación especificada. Además, la significancia del coeficiente estimado gamma = 0,6667 al 1 % de probabilidad significa que las influencias sistemáticas no explicadas de la función de producción fueron las principales fuentes del error aleatorio. En resumen, significa que existe un caso de error unilateral, es decir, el riesgo humano afecta la eficiencia técnica de los agricultores de trigo en el estudio. Los resultados muestran que el 66,67 % de la variación en la producción total de trigo entre los agricultores se debió a diferencias en sus eficiencias técnicas, es decir, al riesgo asociado con factores idiosincráticos, mientras que el 33,33 % corresponde a la incertidumbre (variación no explicada). Sin embargo, la estimación calculada de la prueba de Razón de Verosimilitudes (LR) (38,44) fue mayor que la prueba tabulada LR (33,92) con 22 grados de libertad (nivel de probabilidad del 5 %), lo que significa que el método tradicional de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) no puede representar adecuadamente los datos, por lo que la función de producción estocástica Cobb-Douglas MLE es la mejor forma para representar los datos obtenidos. Por tanto, se puede inferir que la función de producción estocástica Cobb-Douglas MLE se ajusta a la ecuación especificada, por lo que los parámetros estimados son confiables para futuras predicciones con eficiencia, precisión y consistencia.

Como se evidencia en el modelo de función de producción, a excepción de los herbicidas, la mano de obra familiar, el agua de riego y la depreciación de los activos de capital, todas las demás variables de producción tuvieron una influencia significativa en la producción de trigo, como lo indican sus respectivos coeficientes estimados que fueron diferentes de cero, al nivel de probabilidad del 10 % (Tabla 3). Las variables como semillas, fertilizante NPK, combustible y tamaño de la finca influyeron positivamente en la producción de trigo, mientras que el fertilizante de urea y la mano de obra contratada influyeron negativamente en la producción de trigo. El coeficiente positivo y significativo de las semillas en el modelo es una indicación de la adopción y utilización efectiva de variedades mejoradas de semillas de trigo en la zona de estudio, que pudo haber incrementado la producción de trigo. Además, excepto en casos de sobrepoblación, que probablemente estimulan la competencia por la absorción de nutrientes disponibles, con las graves consecuencias de una disminución en la producción, altas tasas de siembra resultarían en una mayor producción de trigo en la zona de estudio. Así, un aumento en el uso de semillas en 1 kg podría incrementar la producción de trigo en un 0,08 %. Hallazgos similares fueron establecidos por Hailekiros et al. (2018) y Asfaw et al. (2019) en sus respectivas áreas de estudio; mientras que Dessale (2019) encontró un resultado contrario en su área de estudio.

El efecto positivo y significativo del fertilizante NPK indicó su efectividad en la mejora de la calidad del suelo debido a la pobre composición de estos macronutrientes en los suelos regulares, por lo que su aplicación incrementó la producción de trigo. Así, se puede inferir que el uso de fertilizante compuesto aumenta la productividad de la explotación operativa cultivada para la agricultura de trigo. Sin embargo, dado la mejora de la calidad del suelo debido al fertilizante NPK, los suelos requirieron poco o ningún fertilizante de urea, lo que explica el efecto negativo significativamente de este último coeficiente en la producción. Además, el efecto negativo del fertilizante de urea mostró una tendencia de carga de nitrógeno en el suelo debido a su exceso, reduciendo así el efecto sobre la producción de trigo. Por tanto, por cada aumento de 1 kg en fertilizantes compuestos y simples, la producción de trigo aumentará y disminuirá, respectivamente, en aproximadamente el mismo porcentaje (0,12 %). Este hallazgo es contrario a lo encontrado por Hailekiros et al. (2018), quienes hallaron una relación directa entre el fertilizante de urea y la producción de trigo. El efecto positivo y significativo del combustible indicó el uso prudente del combustible para accionar las bombas de riego, incrementando así la producción de trigo debido a mejoras en la productividad del suelo. Así, por cada aumento de 1 litro en combustible, se esperaba que la producción de trigo aumentará en un 0,63 %.

Sadiq et al. 9/25

Tabla 3. MLE de la función de producción de frontera estocástica. *Table 3.* MLE of the stochastic frontier production function.

Variable	Parámetro	Coeficiente	Error estándar	Estadístico t
	Model	o de producción		
Constante	β_o	4,98424	0,927378	5,374***
Semilla	$\boldsymbol{\beta}_{\scriptscriptstyle 1}$	0,083305	0,042509	1,960**
Fertilizante NPK	$oldsymbol{eta}_{2}$	0,120008	0,072574	1,653*
Urea	$oldsymbol{eta}_{_3}$	-0,12375	0,069039	1,792*
Herbicidas	$oldsymbol{eta}_{_{oldsymbol{4}}}$	-0,0665	0,052028	$1,278^{NS}$
Combustible	$oldsymbol{eta}_{5}$	0,632428	0,14752	4,287***
Mano de obra contratada	$oldsymbol{eta}_{6}$	-0,08279	0,04346	1,905*
Mano de obra familiar	$\boldsymbol{\beta}_{7}$	-0,00515	0,077985	0.066^{NS}
Agua de riego	$oldsymbol{eta}_{s}$	0,023422	0,017606	$1,330^{NS}$
DCI	$oldsymbol{eta}_{g}$	0,026159	0,018828	1,389 ^{NS}
Tamaño de la finca	β_{10}	0,247658	0,13989	1,770*
		o de ineficiencia		
Intercepto	$\delta \theta$	-10,5144	3,712438	2,832***
Edad	δI	0,00036	0,007589	0.047^{NS}
Género	$\delta 2$	-0,52632	0,148147	3,552***
Estado civil	$\delta 3$	0,02132	0,106362	$0,\!200^{ m NS}$
Educación	$\delta 4$	0,012198	0,009641	$1,265^{NS}$
Tamaño del hogar	$\delta 5$	-0,03427	0,013927	2,460**
Experiencia agrícola	$\delta 6$	-0,02302	0,013371	1,721*
Contacto con extensión	$\delta 7$	0,288637	0,212559	$1,357^{NS}$
Acceso al crédito	$\delta 8$	-0,03169	0,44067	$0,071^{NS}$
Membresía en cooperativas	$\delta 9$	-0,98091	0,244863	4,005***
Propiedad de la tierra	$\delta I_{_0}$	-0,16425	0,133693	$1,228^{NS}$
Ingreso anual	δ11	0,713469	0,248445	2,871***
Ocupación principal	δ12	0,528775	0,307367	1,720*
Ocupación secundaria	δ13	0,206246	0,170634	$1,208^{NS}$
Sigma-cuadrado	σ^2	0,128424	0,015255	8,418***
Gamma	γ	0,666693	0,06407	10,41***
LR test		38,440	94	

^{***, **, *, &}amp; NS Significación media en 1, 5, 10 % y no significativos respectivamente / ***, **, *, & NS mean significance at 1, 5, 10 % and non-significant respectively.

Además, el efecto positivo y significativo del tamaño de la finca indica que los agricultores aprovecharon las economías de escala en la producción de trigo, que llevó a un aumento en su producción. Sin embargo, esto podría estar relacionado con una menor presión sobre las limitadas tierras cultivables debido a la reducción de actividades de riego durante el período de *Harmattan*, cuando se cultiva el trigo. Así, por cada aumento de 1 hectárea en el tamaño de la finca, la producción de trigo aumentará en un 0,25 %. Este hallazgo coincide con lo reportado por Hailekiros et al. (2018), Dessale (2018), Asfaw et al. (2019) y Tleubayev et al. (2022) en sus respectivos estudios. No obstante, el coeficiente negativo y significativo reportado para la variable de mano de obra contratada sugiere un uso excesivo de mano de obra remunerada debido a una baja sustitución del uso de herbicidas, lo que disminuye la producción de trigo. Este desajuste no solo hace que el uso de herbicidas sea insignificante, sino que también reduce la producción de trigo, como lo evidencia su coeficiente estimado negativo. La implicación es que, por cada litro adicional de herbicida utilizado, la producción de trigo disminuirá en un 0,067 %. El coeficiente negativo, aunque no significativo, para la mano de obra familiar podría atribuirse al uso excesivo de mano de obra infantil gratuita dentro de la familia, debido a la migración de miembros aptos del hogar a la ciudad en busca de empleos administrativos durante la estación seca. Del mismo modo, los coeficientes positivos, aunque no significativos, para el agua de riego y la depreciación de bienes de capital podrían

estar relacionados con el suministro insuficiente de agua y el uso de herramientas agrícolas rudimentarias, respectivamente. El coeficiente de retorno a escala (RTS) fue de 0,855, que indica que los agricultores operan dentro de la etapa racional de producción económica (es decir, la etapa II), que garantiza la optimización de ganancias considerando la minimización de costos en la unidad técnica de producción. Además, la productividad promedio de las variables de producción fue mayor que sus respectivas productividades marginales, que respalda la idea de que los agricultores de trigo en el área de estudio operan en una etapa racional de producción (Tabla 4). Dado que en la producción de trigo en el área de estudio existen características de mercado perfecto, se deduce que los agricultores son tomadores de precios. Hallazgos contrarios fueron reportados por Dessale (2019) y Asfaw et al. (2019) en sus respectivos estudios.

Insumos	Promedio estimado	APP	MPP	
Semilla	283,30	25,49	2,12	
Fertilizante NPK	625,44	11,54	1,39	
Urea	388,85	18,57	-2,30	
Herbicidas	2,25	3.210,30	-213,47	
Combustible	175,18	41,22	26,07	
Mano de obra contratada	62,37	115,77	-9,59	
Mano de obra familiar	308,74	23,39	-0,12	
Agua de Riego	121.796,4	0,06	0,001	
DCI	9.173,57	0,79	0,020	
Tamaño de la finca	1,76	4.098,12	1.014,93	

Tabla 4. Productos físicos promedio (APP) and marginal (MPP). *Table 4.* Average (APP) and marginal (MPP) physical products.

En el modelo de ineficiencia técnica, las variables género, tamaño del hogar, experiencia en la agricultura, membresía en cooperativas, ingreso anual y ocupación principal, influyeron significativamente en la eficiencia técnica de los productores de trigo, como lo evidencian sus coeficientes, que fueron distintos de cero con un nivel de probabilidad del 10 % (Tabla 3). Se observó que las variables relacionadas con género, experiencia en la agricultura, tamaño del hogar y membresía en cooperativas tendieron a reducir la ineficiencia técnica, mientras que el ingreso anual y la ocupación principal la aumentaron, que se refleja en los signos negativos y positivos de los coeficientes, respectivamente. El coeficiente negativo y significativo para el género sugiere que los agricultores hombres tienden a ser técnicamente más eficientes que las mujeres, que podría estar relacionado con la discriminación de género y los estereotipos arraigados en barreras culturales y religiosas que limitan el acceso de las mujeres a los recursos productivos. Según lo reportado por Sadiq et al. (2021d) y el Instituto Nacional de Gestión de la Extensión Agrícola (National Institute of Agricultural Extension Management [MANAGE], 2020), si las mujeres tuvieran el mismo acceso a recursos productivos que los hombres, podrían aumentar el rendimiento en un 20-30 %, que elevaría la producción agrícola total en los países en desarrollo en un 2,5-4 %. Este incremento en la producción podría reducir el número de personas con hambre en el mundo en un 12-17 % (Sadiq et al., 2021d; MANAGE, 2020). Por lo tanto, el futuro de la agricultura probablemente estará en manos de las mujeres agricultoras. Sin embargo, la sociedad nigeriana aún no las reconoce como "agricultoras" sino como "esposas de los agricultores" (Sadiq et al., 2021e; 2022c, d). Como resultado, las mujeres agricultoras tienden a presentar una mayor ineficiencia técnica (0,526) en comparación con los hombres. Debido a la falta de reconocimiento de sus contribuciones en el ámbito agrícola, es probable que reciban menos apoyo en los programas de desarrollo del trigo. Este hallazgo coincide con la conclusión alcanzada por Asfaw et al. (2019) en su investigación.

Los coeficientes significativamente negativos reportados para el tamaño del hogar indican que los agricultores con familias más numerosas utilizan de manera más eficiente la mano de obra familiar gratuita o de bajo costo en comparación con aquellos con hogares más pequeños, que reduce su ineficiencia técnica. En otras palabras, esto sugiere que el acceso a mano de obra familiar gratuita y de buena calidad, cuando se gestiona adecuadamente, contribuye a disminuir la ineficiencia técnica en la producción de trigo. Además, las remesas de los miembros del hogar provenientes de otras fuentes de ingresos fortalecen el capital agrícola,

Sadiq et al. 11/25

que impulsa la actividad productiva, especialmente en hogares grandes no vulnerables. Este factor puede contribuir al aumento de la eficiencia técnica logrado por estos agricultores. Así, por cada persona adicional en edad productiva dentro del hogar agrícola, la ineficiencia técnica se reduce en un 0,034 %. El efecto negativo y significativo del coeficiente de experiencia agrícola indica que los agricultores con más años de experiencia tienden a ser técnicamente más eficientes en comparación con aquellos con menos años de experiencia en la producción de trigo. Una experiencia adecuada actúa como un catalizador que mejora la eficiencia en la gestión, un aspecto clave para lograr eficiencia económica en la producción agrícola. Dado que la experiencia agrícola promedio fue de 13,8 años, se puede inferir que la producción de trigo no es una actividad emergente en el área de estudio. Esto resalta la necesidad de mayor inversión privada, ya que el sector tiene un alto potencial para integrarse en la cadena global de suministro de trigo, especialmente en un contexto donde el mercado está siendo afectado por el conflicto entre Rusia y Ucrania, y la guerra comercial de EE. UU. en los mercados de trigo. Los resultados indican que por cada año adicional de experiencia agrícola, la ineficiencia técnica se reduce en un 0,023 %.

El efecto negativo y significativo de la membresía en cooperativas indica que los agricultores que aprovechan el capital social tienden a ser técnicamente más eficientes que aquellos que no participan en este tipo de asociaciones. La agrupación del capital social a través de la membresía en cooperativas puede ser especialmente beneficiosa para las operaciones a pequeña escala, ya que proporciona ventajas económicas como: acceso a mercados seguros, mayor poder de negociación en la venta de productos, descuentos por compras al por mayor de insumos, y asistencia técnica, que contribuye a mejorar la eficiencia técnica. Por tanto, los agricultores que pertenecen a una cooperativa tienen una reducción de su ineficiencia técnica del 0,981 % en comparación con aquellos que no forman parte de una cooperativa. Por otro lado, el efecto positivo y significativo del coeficiente de ingreso anual sugiere que los agricultores con mayores fuentes de ingresos tienden a ser más susceptibles a la ineficiencia técnica, posiblemente debido a una mayor orientación hacia el consumo de capital con fines materialistas, en lugar de reinvertir en la eficiencia productiva.

En los entornos agrarios africanos, es un fenómeno común, especialmente entre los agricultores hombres, que al obtener mayores ingresos, opten por gastar en bienes personales o reinvertir en la productividad agrícola. Como resultado, por cada 1 % de aumento en el ingreso de un agricultor, su ineficiencia técnica aumentará en un 0,714 %. Asimismo, el coeficiente positivo y significativo de la ocupación principal indica que los agricultores que no consideran la producción de trigo como su ocupación principal tienden a ser técnicamente ineficientes. Esto puede atribuirse a que dedican menos atención a la producción de trigo o no la consideran una actividad empresarial seria, que afecta la eficiencia técnica de la finca. Por tanto, los agricultores que no tienen el cultivo de trigo como su ocupación principal tienden a experimentar un aumento en su ineficiencia técnica del 0,53 % en comparación con aquellos cuya ocupación principal sí es la producción de trigo.

Un resumen de las puntuaciones de eficiencia técnica presentado en la Tabla 5 mostró que, en promedio, los agricultores de trigo alcanzaron una eficiencia técnica del 90,61 %, que implica que la producción real de una finca promedio en el área de estudio es de un 9,39 % por debajo de la producción potencial (óptima) definida por la superficie de frontera. Estos resultados sugieren que todavía hay espacio para que una finca promedio reduzca la brecha entre la producción real y la producción potencial, aumentando su eficiencia técnica en un 9,39 %. La media de eficiencia técnica reportada (93,34 %) es superior a las puntuaciones promedio observadas en otros estudios (Asfaw et al., 2019; Dessale, 2018; Hailekiros et al., 2018; Tleubayev et al., 2022). Sin embargo, las frecuencias de ocurrencia de la eficiencia técnica predicha entre 0,90 y 0,99, que fueron del 71,7 %, indicaron que la mayoría de los agricultores fueron eficientes en optimizar la producción dentro de las restricciones de insumos con la tecnología de producción vigente. Los agricultores más eficientes y menos eficientes operaron con niveles de eficiencia de 97,33 % y 40,05 %, respectivamente. Para que estos agricultores se ubiquen en la superficie de frontera necesitarían aumentar su eficiencia técnica en un 2,67 % y un 39,05 %, respectivamente.

Sin embargo, para que los agricultores promedio y los menos eficientes estén a la par con los mejores agricultores eficientes (referencia), deben aumentar su eficiencia técnica en un 9,65 % y un 61,60 %, respectivamente. A nivel individual, la producción potencial de trigo perdida por los agricultores más (DMU 265), promedio y menos (DMU 22) eficientes fue aproximadamente de 390.748,17 y 2.994,32 kg, respectivamente (Tabla 8). (Se pueden proporcionar todos los resultados bajo solicitud). Dado el estado tecnológico actual en el área de estudio, se puede inferir que los agricultores aún tienen espacio para aumentar su eficiencia en la producción de trigo, ya que existe un vacío de eficiencia de aproximadamente 9,39 % respecto a la producción óptima que aún no ha sido alcanzado por la mayoría de los agricultores.

	v	
Nivel de eficiencia	Frecuencia	Porcentaje
0,40-0,49	2	0,7
0,50-0,59	5	1,8
0,60-0,69	4	1,4
0,70-0,79	1	0,4
0,80-0,89	68	24,0
0,90-0,99	203	71,7
Total	283	100,0
Mínimo	0,400455	
Máximo	0,97327	
Media	0,90606056	
Moda	0,933407	
Desviación estándar	0.079968	

Tabla 5. Distribución de las puntuaciones de eficiencia técnica de los agricultores de trigo a pequeña escala. **Table 5.** Technical efficiency score distribution of small-scale wheat farmers.

3.3. Eficiencia de costos de los pequeños productores de trigo

El MLE de los parámetros para la función de costo de frontera estocástica mostró que tanto los coeficientes sigma-cuadrado como gamma están dentro del margen aceptable de error del 10 % (Tabla 6). La significancia del primero implicó la corrección de la distribución asumida para el término de error compuesto y la bondad de ajuste del modelo para la ecuación especificada. En cuanto al segundo, implica que existe la presencia de ineficiencia de costos y que el riesgo humano inducido explica el 99,98 % de la variación en los costos totales de producción entre los agricultores, mientras que un pequeño porcentaje (0,02) debido a la incertidumbre, es una situación que está fuera del control de los agricultores. Además, con un nivel de probabilidad del 5 % y 23 grados de libertad, la prueba LR tabulada (35,172) fue menor que la prueba LR calculada (215,9717), que implica que la función de respuesta tradicional (OLS) no es un método apropiado para la estimación de los datos, sino que el MLE es el adecuado, que justifica la validez del método de estimación aplicado. Por tanto, con base en estas estadísticas de diagnóstico, se puede inferir que los parámetros estimados mediante MLE de la función de costos de frontera estocástica son confiables para predicciones futuras con certeza, consistencia, eficiencia y precisión.

Los resultados del modelo de función de costos mostraron que el costo total está significativamente influenciado por los costos de semillas, fertilizante NPK, herbicidas, combustible, mano de obra contratada, mano de obra familiar, agua de riego, depreciación de los bienes de capital y tarifas de alquiler, como lo evidencian sus respectivos coeficientes estimados que fueron diferentes de cero con un nivel de probabilidad del 10 % (Tabla 6). Excepto por los costos de herbicidas y tarifas de alquiler, todos los demás elementos influyeron positivamente en el costo total. El efecto negativo y significativo del costo de los herbicidas puede atribuirse a su efecto de sustitución sobre la mano de obra utilizada, mientras que las tarifas de alquiler pueden estar asociadas con el efecto de las economías de escala. No obstante, el efecto no significativo del fertilizante ureico podría atribuirse a su menor uso debido a la adecuada utilización del fertilizante compuesto (NPK), mientras que el coeficiente no significativo del rendimiento podría estar relacionado con la variación en la brecha de rendimiento entre la mayoría de los agricultores. Por tanto, las elasticidades de costo de las semillas, el fertilizante NPK, el combustible, la mano de obra contratada y familiar, el agua de riego y la depreciación anual del capital implican que un aumento del costo en cada uno de ellos aumentará el costo total de producción. Es decir, un aumento del 1 % en los costos de semillas, fertilizante NPK, combustible, mano de obra contratada, mano de obra familiar y depreciación anual del capital incrementará los costos totales de producción en aproximadamente 0,30, 0,40, 0,02, 0,05, 0,20, 0,09 y 0,06 %, respectivamente. Mientras, un aumento del 1 % en los costos de herbicidas y tarifas de alquiler reducirá los costos totales de producción en aproximadamente 0,09 y 0,08 %, respectivamente. Sin embargo, los valores positivos de los coeficientes relacionados con el costo del capital (costos de semillas, fertilizante NPK, combustible, agua de riego y depreciación anual del capital) y el costo de la mano de obra (contratada y familiar) significan que la función de costo aumenta monótonamente con los precios de los insumos.

Sadiq et al. 13/25

Table 6. MLE de la función de costos frontera estocástica. *Table 6.* MLE of stochastic frontier cost function.

Variable	Parámetro	Coeficiente	Error Estándar	Estadísticos t
	Mod	lelo de costos		
Constante	$eta_{_0}$	1,528186	0,126962	12,03***
Semila	$\beta_{_1}$	0,297625	0,011191	26,59***
Fertilizante NPK	$eta_{_2}$	0,398973	0,0222	17,97***
Urea	$eta_{_3}$	0,006281	0,02066	$0,304^{ m NS}$
Herbicidas	eta_4	-0,00877	0,002501	3,504***
Conbustible	$eta_{\scriptscriptstyle 5}$	0,021854	0,011917	1,833*
Mano de obra contratada	$eta_{_6}$	0,052083	0,006057	8,598***
Mano de obra familiar	$oldsymbol{eta}_{_{7}}$	0,199153	0,013366	14,90***
Agua de Riego	eta_{8}	0,093068	0,004819	19,31***
DCI	eta_{9}	0,005801	0,002109	2,750***
Tamaño de la finca	$\beta_{_{10}}$	-0,07999	0,011794	6,782***
Producción	$\beta_{_{10}}$	0,00657	0,006066	$1,083^{NS}$
	Model	o de ineficiencia		
Interceptar	$\delta_{_0}$	4,43238	1,047636	4,230***
Edad	$\delta_{_1}$	0,012688	0,004108	3,088***
Género	$\delta_{_2}$	0,231219	0,0595	3,886***
Estado Civil	$\delta_{_3}$	0,307329	0,05339	5,756***
Educación	$\delta_{_4}$	-0,0116	0,004626	2,506**
Tamño del hogar	$\delta_{_{5}}$	0,095606	0,012511	7,641***
Experiencia agrícola	$\delta_{_6}$	-0,02483	0,005088	4,879***
Contacto de extensión	$\boldsymbol{\delta}_{_{7}}$	0,612352	0,082157	7,453***
Acceso al crédito	$\delta_{_8}$	-0,85503	0,20508	4,169***
Membresía cooperativa	$\delta_{_{9}}$	-0,16442	0,048202	3,411***
Propiedad de la tierra	$\delta_{_{10}}$	0,095902	0,041472	2,312**
Ingreso Anual	$\delta_{_{11}}$	-0,59689	0,102377	5,830***
Ocupación principal	$\delta_{_{12}}$	-0,6299	0,105034	5,997***
Ocupación secundaria	$\delta_{_{13}}$	0,182334	0,054266	3,360***
Sigma cuadrado	σ^2	0,260089	0,032109	8,100***
Gamma	γ	0,999822	8,5E-05	11.763,86***
Test LR		215	5,9717	

^{***, **, *, &}amp; NS significado medio en 1, 5, 10 %, y no significativo respectivamente / ***, **, *, & NS mean significance at 1, 5, 10 %, and non-significant respectively.

Además, se estableció que prevalecieron las deseconomías de escala entre los agricultores, como lo evidencia el valor reportado para el índice de economías de escala [ES] (0,0067), que es menor que 1. Este valor implica que, a pesar de que los agricultores se encuentran en la región racional de producción, están experimentando deseconomías de escala, lo que puede atribuirse a un estatus de recursos deficiente que caracteriza a los pequeños agricultores en el área de estudio en comparación con los agricultores de mediana y gran escala, quienes tienen una mejor oportunidad de explorar ventajas pecuniarias para lograr economías de escala. Este hallazgo contradice la hipótesis de Schultz sobre los agricultores pobres pero eficientes, que afirma que los agricultores campesinos en un entorno agrícola convencional son eficientes en su asignación de recursos dados sus circunstancias operativas (Sadiq y Singh, 2016). Una revisión del modelo de ineficiencia de costos en la Tabla 6 mostró que todas las variables asociadas con el riesgo humano tuvieron una influencia significativa en la eficiencia de costos de los agricultores, como lo evidencian sus respectivos parámetros estimados que fueron diferentes de cero con un nivel de probabilidad del 10 %. Se observó que la educación, la experiencia agrícola,

el acceso al crédito, la membresía en cooperativas, los ingresos anuales y la ocupación principal disminuyeron la ineficiencia de costos, como lo evidencian sus coeficientes negativos, mientras que la edad, el género, el estado civil, el tamaño del hogar, el contacto con extensión, la adquisición de tierras y la ocupación secundaria aumentaron la ineficiencia de costos, como lo indican sus coeficientes positivos en el modelo.

El coeficiente negativo y significativo de la educación implica que los agricultores educados tienden a ser más eficientes en términos de costos, lo que puede atribuirse a la exploración de habilidades y fuentes válidas de información económica, que aumenta la eficiencia general de la finca. Así, si el nivel educativo de un agricultor aumenta en un año, la ineficiencia de costos disminuirá en un 0,012 %. El coeficiente negativo y significativo de la experiencia agrícola indica que los agricultores con suficientes años de experiencia tienden a ser eficientes en términos de costos, que puede estar relacionado con una asignación eficiente de recursos que optimiza las ganancias y minimiza los costos en la producción de trigo. Así, para un aumento de un año en la experiencia agrícola de un agricultor, la ineficiencia de costos disminuirá en un 0,025 %. El efecto negativo y significativo del acceso al crédito significa que los agricultores con acceso al crédito tienden a ser eficientes en términos de costos, lo que puede estar asociado con el acceso oportuno a la adquisición de insumos agrícolas, que garantiza una operación agrícola fluida que disminuirá la ineficiencia de costos. Por tanto, la probabilidad de disminución de la ineficiencia de costos para los agricultores con acceso a servicios de crédito será del 0,855 % en comparación con sus contrapartes sin acceso a dichos servicios. El coeficiente negativo y significativo de la membresía en cooperativas significa que los agricultores que pertenecen a cooperativas tienden a ser más eficientes en términos de costos, que puede estar relacionado con las ventajas pecuniarias, como los beneficios de los descuentos por compras al por mayor de insumos, el apoyo técnico y asesoramiento, etc., que disminuye la ineficiencia de costos. Así, los agricultores que pertenecen a cooperativas probablemente experimentarán una disminución en la ineficiencia de costos del 0,1644 % en comparación con aquellos que no pertenecen a cooperativas. El coeficiente negativo y significativo relacionado con los ingresos anuales implica que los agricultores con mayores ingresos tienden a ser más eficientes en términos de costos, probablemente debido a la reinversión en el negocio agrícola en lugar de al consumo de capital. Por tanto, si los ingresos de un agricultor aumentan en un 1 %, la ineficiencia de costos disminuirá en un 0,597 %. El coeficiente negativo y significativo de la ocupación principal implica que los agricultores que consideran el cultivo de trigo como su ocupación principal tienden a ser más eficientes en términos de costos, que puede atribuirse a su meticulosa inversión en la producción de trigo como un negocio para su sustento. Por tanto, los agricultores que consideran el cultivo de trigo como su ocupación principal probablemente experimentarán una disminución en la ineficiencia de costos del 0,630 % frente a aquellos que lo consideran una ocupación secundaria.

El efecto positivo y significativo de la edad implica que los agricultores de mayor edad tienden a ser menos eficientes en términos de costos, que podría estar asociado con un aumento en el costo marginal de la mano de obra debido a la disminución esperada de la productividad con la edad. Además, la pérdida de conocimientos técnicos y habilidades con el envejecimiento es un factor que puede afectar la racionalidad económica de los agricultores mayores, impactando así su eficiencia en costos. Por tanto, por cada aumento de un año en la edad del agricultor, la ineficiencia de costos aumentará en un 0,013 %. El coeficiente positivo y significativo para el género implica que las mujeres agricultoras tienden a ser menos eficientes en costos, que puede atribuirse a un menor acceso a recursos productivos debido a la discriminación de género y a estereotipos influenciados por barreras religiosas y culturales. En consecuencia, las agricultoras experimentan un aumento en la ineficiencia de costos del 0,231 % en comparación con los agricultores varones. El efecto positivo y significativo del estado civil indica que los agricultores solteros tienden a ser menos eficientes en términos de costos, que podría deberse al acceso limitado a los beneficios económicos y al capital social inherente al matrimonio. Por tanto, ser un agricultor soltero probablemente aumente la ineficiencia de costos en un 0,307 % más que en el caso de los agricultores casados. El coeficiente positivo y significativo del tamaño del hogar indica que los agricultores con familias numerosas y vulnerables tienden a ser menos eficientes en términos de costos, que podría atribuirse a los gastos adicionales en el hogar y a la necesidad de contratar mano de obra para las operaciones agrícolas. Así, un aumento de una persona en la familia del agricultor provocará un incremento en la ineficiencia de costos del 0,096 %. El efecto positivo y significativo del contacto con servicios de extensión muestra que los agricultores sin acceso a dichos servicios tienden a ser menos eficientes en costos, posiblemente debido a la falta de orientación sobre el uso racional de recursos económicos, el acceso limitado a tecnologías innovadoras, entre otros factores. En consecuencia, los agricultores sin contacto con servicios de extensión podrían experimentar un aumento en la ineficiencia de costos del 0,612 % en comparación con aquellos que sí tienen acceso a dichos servicios. El coeficiente positivo y significativo de la adquisición de Sadiq et al. 15/25

tierras indica que los agricultores cuya propiedad de la tierra es física pero no legal tienden a ser menos eficientes en costos. Esto podría deberse a su incapacidad para aprovechar la tierra económicamente debido a la falta de permisos, en comparación con los agricultores con propiedad legal. En muchas comunidades, la tierra se valora más por su significado cultural que por su valor económico. Por tanto, la falta de propiedad legal de la tierra probablemente aumente la ineficiencia de costos en un 0,096 % en comparación con aquellos que poseen un título de propiedad legal. En este sentido, en África es común escuchar que a un hombre se le refiere como "hijo de la tierra". El efecto positivo y significativo de la ocupación secundaria muestra que los agricultores que consideran el cultivo de trigo como una actividad secundaria tienden a ser menos eficientes en costos, principalmente debido a una menor inversión y gestión del negocio. Por tanto, los agricultores que practican la agricultura de trigo como ocupación secundaria probablemente experimenten un aumento en la ineficiencia de costos del 0,182 % en comparación con aquellos que se dedican a la agricultura de trigo como su ocupación principal.

El resumen de las puntuaciones de eficiencia de costos presentado en la Tabla 7 mostró que la eficiencia media estimada de costos de las fincas muestreadas fue de 1,11. Esto significa que una finca promedio incurrió en un costo un 11 % superior al costo mínimo definido por la frontera de costos. En otras palabras, implica que una finca promedio tuvo un costo adicional del 11 % en comparación con las fincas con mejores prácticas que operan con la misma tecnología y producen el mismo trigo. Además, la frecuencia de ocurrencia de la eficiencia de costos predicha, en un rango mayor a 1 pero menor o igual a 1,19, fue del 86.6 %, que indica que la mayoría de las fincas muestreadas fueron relativamente eficientes en la producción de trigo con un nivel de producción dado y utilizando insumos que minimizan costos. Esto refleja la tendencia de los agricultores a evitar el desperdicio de recursos desde el punto de vista de los costos. La puntuación de eficiencia más frecuente fue de 1,01, mientras que las fincas con mayor y menor eficiencia registraron puntuaciones de 1,002 y 3,616, respectivamente. Por tanto, para que las fincas con eficiencia media y las menos eficientes alcancen el nivel de las fincas con mejores prácticas (es decir, las más eficientes en asignación de recursos), deben reducir sus costos en un 11,24 % y 261,03 %, respectivamente. Sin embargo, para que las fincas con mejor, promedio y menor eficiencia alcancen la frontera de eficiencia de costos (es decir, eficiencia asignativa), deben reducir los costos totales de producción en un 0,23 %, 11,27 % y 261,63 %, respectivamente. Además, las fincas más eficientes (DMU 50) y menos eficientes (DMU 66) incurrieron en costos adicionales de \text{\tinter{\text{\texi}\text{\text{\text{\text{\text{\text{\texi}\text{\text{\texi}\text{\text{\texit{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi}\texi{\texi{\texi}\tint{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi{\texi}\tiexi{ pectivamente, mientras que las fincas con eficiencia promedio incurrieron en un costo adicional de N 123.636 (Tabla 8).

Tabla 7. Distribución de los índices de eficiencia de costos de los pequeños productores de trigo.
Table 7. Cost efficiency score distribution of small-scale wheat farmers.

Nivel de eficiencia	Frecuencia	Porcentaje
1,00	-	-
1,01-1,09	201	71
1,10-1,19	44	15,5
1,20-1,29	23	8,1
1,30-1,39	8	2,8
1,40-1,49	2	0,7
1,70-1,79	2	0,7
>=2,00	2	0,7
>=3,00	1	0,4
Total	283	100,0
Mínimo	1,002298	
Máximo	3,616334	
Media	1,1125220	
Moda	1,01	
Desviación Estándar	0,216242	

Tabla 8. Brechas de producción y de costos de los pequeños productores de trigo.*
Table 8. Output and cost gaps of small-scale wheat farmers.*

Firma	TE	CE	Producción (P)	TC (A)	Producción (P)	TC (Min)	Producción (G)	Costo (E)
DMU 1	0,947897	1,09395	4.000	542.275,4	4.219,866	495.703,9	-219,866	46.571,53
DMU 2	0,636494	1,179981	5.000	1.906.804,0	7.855,535	1.615.962,0	-2.855,53	290.842,1
DMU 3	0,965168	1,032887	10.000	605.217,7	10.360,89	585.947,8	-360,891	19.269,95
DMU 4	0,55122	1,013854	4.000	978.667,4	7.256,632	965.294,6	-3256,63	13.372,81
DMU 5	0,926776	1,019393	5.000	566.943,5	5.395,047	556.158,1	-395,047	10.785,41
DMU 6	0,923111	1,046872	3.000	457.132,4	3.249,881	436.665,2	-249,881	20.467,15
DMU 7	0,945552	1,044968	4.000	457.233,7	4.230,332	437.557,8	-230,332	19.675,88
DMU8-21	-	-	-	-	-	-	-	-
DMU 22	0,400455	1,012435	2.000	914.183,5	4.994,325	902.955,7	-2.994,32	11.227,8
DMU 23-49	-	-	-	-	-	-	-	-
DMU 50	0,896661	1,002298	8.000	948.281,8	8.921,985	946.107,6	-921,985	2.174,25
DMU 51-65	-	-	-	-	-	-	-	-
DMU 66	0,582312	3,616334	4.700	6.966.030,0	8.071,278	1.926.269,0	-3.371,28	5.039.762,0
DMU 67-264	-	-	-	-	-	-	-	-
DMU 265	0,97327	1,027292	14.200	557.201,9	14.590,0	542.398,8	-389,996	14.803,04
DMU 266-279	-	-	-	-	-	-	-	-
DMU 280	0,947367	1,040401	4.000	557.227,2	4.222,228	535.588,9	-222,228	21.638,33
DMU 281	0,90329	1,091989	4.000	535.237	4.428,256	490.149,0	-428,256	45.088,07
DMU 282	0,949661	1,168946	8.000	2.274.788,0	8.424,055	1.946.017,0	-424,055	328.771,4
DMU 283	0,907382	1,378501	4.000	997.735,7	4.408,287	723.783,2	-408,287	273.952,5
Media	0,906061	1,112522					-724,648	147.674,2
Min	0,400455	1,002298					-142,382	2.174,25
Max	0,97327	3,616334					-3.536,47	5.039.762,0

^{*} DMU = Unidad de toma de decisiones / Decision making unit; A = Actual/ Actual; P = Potencial/ Potential; TC = Costo total / Total cost; Min = Minimo / Minimum; G = Brecha / Gap; E = Exceso / Excess.

Nota: Los resultados completos se pueden producir bajo pedido / Note: The entire results can be produced on request.

3.4. Eficiencia económica de los productores de trigo

Una visión general de las puntuaciones de eficiencia económica mostró que la mayoría (58,3 %) de los agricultores operaban en niveles subóptimos, mientras que el 41,7 % operaba en niveles supraóptimos (Tabla 9). La eficiencia económica más frecuente fue de 0,972, mientras que las puntuaciones de eficiencia económica más alta, promedio y más baja fueron de 2,35, 1,01 y 0,405, respectivamente. Aunque el promedio es supraóptimo, opera muy cerca del nivel de la frontera óptima. Por tanto, para que una finca supraóptima alcance un nivel óptimo de eficiencia económica, necesita reducir sus costos en un 134,84 %, mientras que para que una finca subóptima alcance un nivel óptimo de eficiencia económica, necesita aumentar su producción técnica en un 59,46 %. No obstante, para que una finca promedio sea óptimamente eficiente, necesita reducir sus costos en un 0,65 %.

3.5. Limitaciones que afectan la producción de trigo

Los resultados de la Tabla 7 muestran que los agricultores percibieron los altos costos de los insumos agrícolas (1°), los altos costos de procesamiento (2°), la escasez de financiamiento (3°), las fluctuaciones de precios (4°) y la falta de materiales de procesamiento adecuados (5°) como las restricciones más graves que afectan

 Sadiq et al. 17/25

la producción de trigo, como lo evidencian sus respectivos valores medios, que fueron superiores al umbral medio de 3,5. Excepto por el sistema comunal de propiedad de la tierra y los altos costos de variedades/mejoras tecnológicas de cultivos, que no fueron percibidos como un desafío grave, todas las demás restricciones fueron consideradas por los agricultores como desafíos menos severos que afectan la producción de trigo en el área de estudio. El promedio general (3,10), al ser inferior al umbral medio de la escala de Likert (3,5), indica que los agricultores tienen una percepción menor de la gravedad de los desafíos que afectan la producción de trigo, lo que respalda los hallazgos previos sobre la percepción de los agricultores respecto a estos problemas. Además, el índice de percepción (0,52) sugiere que la mayoría de los agricultores (52 %) perciben los desafíos que afectan la producción de trigo como menos severos. Asimismo, el valor reportado del coeficiente de concordancia de Kendall (0,568) implica que hay un acuerdo moderado entre los agricultores con respecto a la clasificación de los desafíos que afectan la producción de trigo en el área de estudio. Adicionalmente, la significancia del estadístico de prueba de chi-cuadrado de Friedman al 1 % justifica que la clasificación de las restricciones proviene de la población estadística. Por tanto, el estudio recomienda a los responsables de la formulación de políticas que, en la medida de lo posible, se adhieran a esta clasificación al abordar algunos de los desafíos que enfrenta la producción de trigo en la zona de estudio.

Tabla 9. Distribución de los índices de eficiencia económica de los pequeños productores de trigo. *Table 9.* Economic efficiency score distribution of small-scale wheat farmers.

Nivel de eficiencia	Frecuencia	Porcentaje
0,400-0,499	2	0,7
0,500-0,599	4	1,4
0,,600-0,699	2	0,7
0,700-0,799	3	1,1
0,800-0,899	26	9,2
0,900-0,999	128	45,2
1,00	0	0
>1,00	118	41,7
Total	283	100,0
Mínimo	0,405434	
Máximo	2,348403	
Media	1,006652	
Moda	0,972051	
Desviación Estándar	0,184504	

Para determinar las restricciones que afectan la producción de trigo en el área de estudio, las 28 variables evaluadas se sometieron a una rotación varimax de Análisis de Componentes Principales, a partir de la cual se extrajeron cuatro componentes principales que representan los desafíos que afectan la producción de trigo en la zona de estudio, como lo evidencian sus respectivos valores propios, que no fueron inferiores a 1,00 (Tabla 10). Estos cuatro componentes explicaron el 79,69 % de la variación total, un valor que se considera satisfactorio en estudios de ciencias sociales, según lo reportado por Sadiq et al. (2017). Además, el valor obtenido en la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin [KMO] (0,892) superó el umbral aceptable (0,5), según lo recomendado por Kaiser (1974), y se ubicó en la categoría de "excelente" (Hutcheson y Sofroniou, 1999) o "meritoria" (Sadiq et al., 2018a, b, c), lo que indica un patrón compacto de correlación entre las restricciones; por tanto, el análisis factorial exploratorio arrojó factores diferenciados y confiables. Asimismo, la existencia de un factor común respalda la adecuación muestral de los datos para el análisis factorial exploratorio. La significancia de la prueba de esfericidad de Bartlett con un margen de error inferior al 1 % indica que la matriz de rotación (R-matrix) no es una matriz identidad. Además, la confiabilidad del estadístico de prueba confirmó la consistencia interna de cada uno de los factores identificados, como lo evidencian los respectivos valores del coeficiente Alfa de Cronbach, que superaron el umbral recomendado de 0,70, según lo reportado por Sadiq et al. (2018a, b, c).

Tabla 10. Restricciones que afectan la producción de trigo en pequeña escala.* *Table 10.* Constraints affecting small-scale wheat production.*

Restricciones	Media	F1	F2	F3	F4
Altos costos de insumos agrícolas (maquinaria/implementos, fertilizantes, herbicidas, mano de obra, etc.). (C1)	5,57 (1 ^{ro})	0,898			
Financiación inadecuada (C2)	4,46 (3 ^{ro})	0,943			
Fluctuación de precios (C3)	4,38 (4to)	0,905			
Falta de una unidad de medida estándar (C4)	2,74 (18 ^{vo})	0,868			
Alto costo de procesamiento (C5)	4,81(2 ^{do})				0,623
Problema de caza furtiva/robo de productos (C6)	3,94 (6 ^{to})			0,817	
Materiales de procesamiento inadecuados (C7)	4,01 (5 ^{to})	0,611		0,459	0,436
Servicios de extensión inadecuados (C8)	3,15 (7 ^{mo})	0,421	0,584		0,528
Instalaciones de almacenamiento inadecuadas (C9)	3,10 (9 ^{no})	0,492	0,534		0,528
Alto nivel de analfabetismo (C10)	2,92 (14 ^{vo})			0,753	
Problema de escasez y oferta de mano de obra (C11)	2,36 (23 ^{rr})		0,687		0,424
Red vial deficiente (C12)	2,99 (13 ^{ro})	0,432	0,476		0,492
Acceso deficiente a la información de mercado (C13)	3,08 (10 ^{mo})	0,540	0,539		0,437
Influencia cultural en el acceso y uso de algunas tecnologías (C14)	3,06 (11 ^{vo})	0,547	0,481		0,496
Sistema comunal de propiedad de la tierra (C15)	1,87 (26 ^{to})			-0,643	0,453
Dificultad para arrendar/alquilar tierras agrícolas (C16)	2,78 (17 ^{mo})			0,827	
Escasez de insumos agrícolas (C17)	2,40 (22 ^{do})				0,678
Cantidades limitadas/inadecuadas de rendimiento de cultivos mejorados (C18)	2,71 (21 ^{ro})			0,859	
Alto costo de variedades/tecnologías de cultivos mejorados (C19)	1,82 (27 ^{mo})			-0,700	
Falta de acceso a variedades mejoradas de cultivos (C20)	2,72 (20 ^{mo})			0,876	
Estrés abióticos y bióticos (C21)	2,73 (19 ^{no})				0,833
Aumento de la migración rural-urbana (C22)	$3,08 (10^{mo})$	0.505	0,530		0,459
Bajas inversiones públicas y privadas (C23)	2,86 (15to)		0,868		
Problemas por el cambio climático (C24)	2,81 (16 ^{to})		0,890		
Problema de restricción comercial (C25)	2,07 (25to)		0,881		
Tipo de cambio desfavorable (C26)	2,08 (24to)		0,893		
Incentivos inadecuados para los agricultores (C27)	3,14 (8vo)	0.619	0,427		0,494
Acceso inadecuado al agua (C28)	3,05 (12 ^{do})	0.639	0,501		
Media general	3,10				
Índice de percepción	0,52				
Estadísticas de Friedman	4.336,41***				
Coeficiente de concordancia de Kendall	,568 (4.336,41)***				
Eigen Value		14,126	4,126	2,722	1,339
Varianza %		50,449	14,735	9,721	4,782
Alfa de Cronbach		0,955	0,950	0,941	0,752
KMO			0,8	392	
Prueba de esfericidad de Bartlett		(10.647	,92)***		

^{*} El valor entre paréntesis corresponde a Chi²; C significa restricción; el umbral de referencia para la media es 3,5; la media general se calcula como la suma de las medias dividida por el número total de declaraciones; el índice de percepción se obtiene dividiendo la media general por el valor más alto de la escala de Likert (Sadiq et al. 2018c) / Value in parenthesis corresponds to Chi²; C means constraint, Mean benchmark is 3.5; Grand mean is = sum of mean divided by the total number of statements; the Perception index = the grand mean divided by the highest Likert scale value (Sadiq et al. 2018c).

Sadiq et al. 19/25

Para los factores extraídos, las cargas cuyos valores absolutos fueran inferiores a 0,40 se eliminaron automáticamente, tal como lo propusieron Sadiq et al. (2017, 2018a, b, c). Esto significa que los factores extraídos que afectan la producción de trigo fueron etiquetados de la siguiente manera según el orden de varianza explicada: restricción de precios, restricción técnica/tecnológica, restricción gerencial y restricción de infraestructura. Restricción de precios (50,45 % de la varianza): evidencia la preocupación de los agricultores por el alto costo de los insumos agrícolas, la falta de financiamiento, la fluctuación de precios, la falta de un estándar en la unidad de medida, la insuficiencia de materiales de procesamiento, el acceso limitado a la información de mercado, la influencia cultural en el acceso y uso de tecnologías, la provisión inadecuada de incentivos y el difícil acceso al agua de riego. El segundo factor, restricción técnica/tecnológica (14,74 % de la varianza): refleja la preocupación de los encuestados por los deficientes servicios de extensión, la falta de instalaciones de almacenamiento adecuadas, la escasez de mano de obra, el aumento de la migración rural-urbana, la baja inversión pública y privada, los problemas por el cambio climático, las restricciones comerciales y los tipos de cambio desfavorables. El tercer factor, restricción gerencial (9,72 % de la varianza): muestra la preocupación de los agricultores por problemas relacionados con el robo de productos agrícolas, los altos niveles de analfabetismo, las dificultades para el arrendamiento de tierras, el alto costo de las variedades mejoradas de cultivos y el acceso limitado a estas variedades. Restricción de infraestructura (4,78 % de la varianza): refleja la preocupación de los agricultores por los altos costos de procesamiento, la escasez de insumos agrícolas y los factores bióticos y abióticos adversos.

Además, los efectos de las restricciones extraídas, a saber, la eficiencia gerencial -un factor mediador en la eficiencia técnica y de costos-, fueron verificadas mediante un análisis factorial confirmatorio [AFC] (Tabla 11 y Figura 1). Estructuralmente, todas las restricciones influyen en la eficiencia gerencial, un factor mediador, como lo demuestra los parámetros estimados que fueron plausibles a un nivel de probabilidad del 10 %. El efecto positivo y significativo de las restricciones gerenciales (F3) e infraestructurales (F4) implica que tienen un impacto menos severo en la eficiencia gerencial de los agricultores, mientras que los coeficientes negativos y significativos de las restricciones de precios (F1) y tecnológicas (F2) indican que estas variables son desafíos altamente severos que afectan la eficiencia gerencial (EG) de los productores de trigo. En otras palabras, los desafíos de F3 y F4 animarán a los agricultores a resolver su eficiencia gerencial explorando otras oportunidades potenciales para superar sus obstáculos en la eficiencia económica en la finca, mientras que los desafíos de F1 y F2 afectan los planes estructurales de la finca de los agricultores de trigo. Por tanto, si un agricultor se enfrenta a desafíos relacionados con los precios y la tecnología, su eficiencia gerencial probablemente disminuirá en un 1,9 y un 2,9 % respectivamente, mientras que los desafíos de las restricciones gerenciales e infraestructurales tienen la probabilidad de aumentar la eficiencia gerencial de un agricultor en un 0,9 y un 1,6 % respectivamente.

Aunque no significativo, la alta severidad de las restricciones de precios y tecnológicas sobre la eficiencia gerencial hizo que esta última afectara negativamente la eficiencia de costos [EC] de los agricultores de trigo en el área de estudio. Por el contrario, se observó significativamente que la ineficiencia de costos afecta negativamente la eficiencia económica de los agricultores de trigo, como lo demuestra su coeficiente que es diferente de cero a un nivel de probabilidad del 10 %. Así, la eficiencia económica de los agricultores [EFFP] probablemente disminuirá con cualquier aumento unitario en la ineficiencia de costos, y esto no está desvinculado de los efectos transitorios de las restricciones F3 y F4, restricciones altamente severas sobre la eficiencia gerencial que debilitan la eficiencia de costos, afectando así la eficiencia económica de los agricultores de trigo en el área de estudio. Por tanto, para una producción sostenible de trigo a largo plazo en el área de estudio, se sugiere que los responsables políticos presten más atención a los desafíos relacionados con los precios y la tecnología que afectan la producción de trigo, tal como lo revela empíricamente este estudio. Sin embargo, las pruebas diagnósticas revelaron que el modelo es el mejor ajuste para la ecuación estructural especificada, como lo demuestran sus respectivas pruebas estadísticas que se encuentran dentro de los umbrales recomendados (Tabla 12).

Se estableció que los efectos totales de F1, F2, F3 y F4 sobre ME, TE (eficiencia técnica), CE y EFFP fueron -0,019, -0,019, -0,018 y -0,014; -0,029, -0,029, -0,027 y -0,020; 0,009, 0,009, 0,009 y 0,007; y 0,016, 0,0016, 0,0015 y 0,0011, respectivamente. Además, los efectos totales de ME sobre TE, CE y EFFP fueron 1, 0,945 y 0,705 respectivamente, mientras que los efectos totales de TE y CE sobre EFFP fueron 0,688 y -0,312 respectivamente (Tabla 13).

Table 11. Consecuencias de las restricciones a la eficiencia económica. **Table 11.** Consequences of constraints on economic efficiency.

			nsequences of constra				
Variable (→)		Estimado (US)	Estimado (S)	SE	CR	P-valor	\mathbb{R}^2
F1	ME	-0,019	-0,037	0,006	-3,203	0,001***	-0,037
F3	ME	0,009	0,023	0,005	2,021	0,043**	0,023
F4	ME	0,016	0,049	0,004	4,100	***	0,049
F2	ME	-0,029	-0,042	0,008	-3,616	***	-0,042
ME	TE	1,000	4,606	-	-	-	4,606
ME	CE	-0,055	-0,097	0,478	0-,115	$0,908^{ m NS}$	-0,097
TE	CE	1,000	0,381	-	-	-	0,381
F1	C28	1,000	0,798	-	-	-	0,798
F1	C27	0,945	0,774	0,063	14,915	***	0,774
F1	C14	0,786	0,722	0,058	13,602	***	0,722
F1	C13	0,796	0,725	0,058	13,692	***	0,725
F1	C7	1,025	0,808	0,065	15,807	***	0,808
F1	C4	0,860	0,832	0,052	16,474	***	0,832
F1	C3	1,679	0,889	0,093	18,135	***	0,889
F1	C2	1,712	0,981	0,081	21,169	***	0,981
F1	C1	1,454	0,955	0,072	20,309	***	0,955
F2	C8	1,000	0,775	-	-	-	0,775
F2	С9	1,019	0,743	0,075	13,508	***	0,743
F2	C11	0,999	0,698	0,080	12,541	***	0,698
F2	C22	1,184	0,740	0,088	13,455	***	0,740
F2	C23	1,721	0,937	0,094	18,237	***	0,937
F2	C24	1,702	0,927	0,095	17,966	***	0,927
F2	C25	1,164	0,862	0,071	16,318	***	0,862
F2	C26	1,211	0,875	0,073	16,629	***	0,875
F3	C20	1,000	0,919	-	-	_	0,919
F3	C18	1,015	0,913	0,040	25,614	***	0,913
F3	C16	0,924	0,888	0,039	23,810	***	0,888
F3	C10	0,800	0,843	0,039	20,942	***	0,843
F3	C6	0,985	0,833	0,038	20,375	***	0,833
F4	C21	1,000	0,988	-	-		0,833
F4	C17	0,718	0,725	0,064	11,306	***	0,725
F4	C17	0,341	0,723	0,066	5,167	***	0,723
r4 F4	C13	0,648	0,565	0,000	9,066	***	0,514
CE	EFFP			0,071		***	-0,568
TE		-0,312	-0,568		-25,220		
	EFFP	1,000	0,695	-	-		0,695
Variance		0.510		0.064	9.061	***	
F1	-	0,518	-	0,064	8,061	***	-
F2	-	0,319	-	0,042	7,680	***	-
F3	-	0,879	-	0,088	10,025	***	-
F4	-	1,353	-	0,148	9,116		-
e27	-	0,144	-	1,249	0,115	0,908 ^{NS}	-
e30	-	-0,138	-	1,249	-0,110	0,912 ^{NS}	-
e29	-	0,056	-	0,006	9,230	***	-
e1	-	0,296	-	0,026	11,443	***	-
e2	-	0,309	-	0,027	11,506	***	-
e3	-	0,295	-	0,025	11,608	***	-
e4	-	0,295	-	0,025	11,602	***	-
e5	-	0,290	-	0,025	11,410	***	-
e6	-	0,170	-	0,015	11,315	***	-
e7	-	0,388	-	0,036	10,924	***	-
e8	-	0,060	-	0,011	5,483	***	-
e9	-	0,104	-	0,012	8,946	***	-
e10	-	0,212	-	0,019	11,135	***	-
e11	-	0,269	-	0,024	11,271	***	-
e12	-	0,335	-	0,029	11,408	***	-
e13	-	0,369	-	0,033	11,279	***	-

Sadiq et al. 21/25

Tabla 11. Consecuencias de las restricciones a la eficiencia económica (continuación). *Table 11.* Consequences of constraints on economic efficiency (continued).

Variable (→)		Estimado (US)	Estimado (S)	SE	CR	P-valor	\mathbb{R}^2
e14	-	0,132	-	0,016	8,259	***	-
e15	-	0,152	-	0,017	8,813	***	-
e16	-	0,149	-	0,014	10,435	***	-
e17	-	0,144	-	0,014	10,254	***	-
e18	-	0,162	-	0,019	8,316	***	-
e19	-	0,182	-	0,021	8,607	***	-
e20	-	0,201	-	0,021	9,444	***	-
e21	-	0,230	-	0,022	10,299	***	-
e22	-	0,377	-	0,036	10,425	***	-
e23	-	0,033	-	0,092	0,358	$0,721^{NS}$	-
e24	-	0,630	-	0,071	8,847	***	-
e25	-	1,438	-	0,122	11,805	***	-
e26	-	1,212	-	0,109	11,084	***	-
e28	-	0,002	-	0,000	11,874	***	-

***, **, * & NS significa significancia media al 1, 5, 10 % y no significativa respectivamente; US = no estandarizado; S = Estandarizado; SE = Error estándar: CR = Razón crítica; P = Probabilidad; R^2 = Correlación múltiple al cuadrado; \rightarrow = relación; y, e = término de error / ***, **, * & NS mean significance at 1, 5, 10 % and non-significant respectively; US = Unstandardized; SE = Standard error: CR = Critical ratio; P = Probability; R^2 = Squared multiple correlation; \rightarrow = relationship; and, e = error term.

Tabla 12. Resumen del ajuste del modelo. *Table 12. Model fit summary.*

Nombre de categoría	Nombre del índice	Obtenido	Recomendado	
Ajuste absoluto	CMIN	4.324,888	-	
	DF	373	-	
	P	0,00	p<=0,05	
	RMSEA	0,019	< 0,08	
	RMR	0,013	< 0,02	
	GFI	0,945	> 0,90	
Ajuste incremental	AGFI	0,953	> 0,90	
	NFI	0,905	> 0,90	
	RFI	0,97	> 0,90	
	TLI	0,992	> 0,90	
	CFI	0,925	> 0,90	
	IFI	0,926	> 0,90	
	PGFI	0,982	> 0,90	
	FMIN	0,915	> 0,90	
Ajuste parsimonioso	CMIN/DF	1,595	< 5,0	
Otros	NPAR	62	-	
	PRATIO	0,919	-	
	PNFI	0,556	-	
	PCFI	0,574	-	
	NCP	3.951,888	-	
	AIC	4.448,888	-	
	BCC	4.463,65	-	
	BIC	4.674,906	-	
	CAIC	4.736,906	-	
	ECVI	15,776	-	
	MECVI	15,829	-	
	HOELTER (0.05)	28	-	
	HOELTER (0.01)	29	-	

Se estableció que los efectos totales de F1, F2, F3 y F4 sobre ME, TE (eficiencia técnica), CE y EFFP fueron -0,019, -0,019, -0,018 y -0,014; -0,029, -0,029, -0,027 y -0,020; 0,009, 0,009, 0,009 y 0,007; y 0,016, 0,0016, 0,0015 y 0,0011, respectivamente. Además, los efectos totales de ME sobre TE, CE y EFFP fueron 1, 0,945 y 0,705 respectivamente, mientras que los efectos totales de TE y CE sobre EFFP fueron 0,688 y -0,312 respectivamente (Tabla 13).

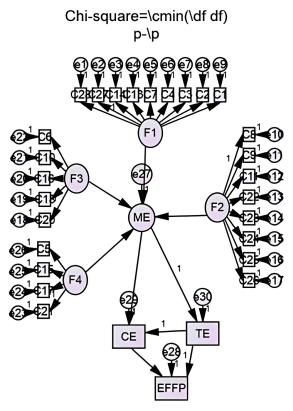


Figura 1. Modelado estructural de la eficiencia gerencial [EM] sobre la eficiencia económica de la producción de trigo. Figure 1. Structural modeling of the managerial efficiency [ME] on economic efficiency of wheat production.

Tabla 13. Efectos totales, directos e indirectos de las variables latentes y mediadoras sobre la eficiencia económica de la producción de trigo.

Table 13. Total, direct, and indirect effects of latent and mediating variables on the economic efficiency of wheat production.

Item	F4	F3	F2	F1	ME	TE	CE	F4	F3	F2	F1	ME	TE	CE
No estandarizado								Estandarizado						
						Ef	ecto Tota	l						
ME	,016	,009	-,029	-,019	,000	,000	,000	,049	,023	-,042	-,037	,000	,000	,000
TE	,016	,009	-,029	-,019	1,000	,000	,000	,227	,106	-,195	-,169	4,606	,000	,000
CE	,015	,009	-,027	-,018	,945	1,000	,000	,082	,038	-,070	-,061	1,659	,381	,000
EFFP	,011	,007	-,020	-,014	,705	,688	-,312	,111	,052	-,096	-,083	2,256	,478	-,568
Efecto Directo														
ME	,016	,009	-,029	-,019	,000	,000	,000	,049	,023	-,042	-,037	,000	,000	,000
TE	,000	,000	,000	,000	1,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	4,606	,000	,000
CE	,000	,000	,000	,000	-,055	1,000	,000	,000	,000	,000	,000	-,097	,381	,000
EFFP	,000	,000	,000	,000	,000	1,000	-,312	,000	,000	,000	,000	,000	,695	-,568
						Efec	to Indire	cto						
ME	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
TE	,016	,009	-,029	-,019	,000	,000	,000	,227	,106	-,195	-,169	,000	,000	,000
CE	,015	,009	-,027	-,018	1,000	,000	,000	,082	,038	-,070	-,061	1,756	,000	,000
EFFP	,011	,007	-,020	-,014	,705	-,312	,000	,111	,052	-,096	-,083	2,256	-,217	,000

Nota: Se pueden generar los resultados completos bajo pedido / Note: On request, the entire results can be produced.

Sadiq et al. 23/25

4. Conclusiones y Recomendaciones

Según los hallazgos de este estudio, aunque la producción de trigo como empresa es rentable en el área de estudio, los agricultores no lograron los objetivos de maximización de la rentabilidad de la producción y la minimización de costos. La incapacidad de las fincas para lograr estos objetivos puede estar relacionada con los riesgos humanos inducidos, como la baja productividad laboral debido a los rendimientos marginales decrecientes asociados con la vejez; la discriminación de género que afectó el acceso de las mujeres a los recursos productivos; la entrega ineficaz de servicios de asesoramiento; el consumo de capital, que se ve impulsado por un aumento en los ingresos que inhibe la reinversión; el tamaño vulnerable de los hogares grandes que drenan el capital del negocio debido al alto gasto en alimentos y artículos no alimentarios para el hogar; la mala priorización de la producción de trigo como negocio; y los desafíos del sistema de tenencia de la tierra en el área de estudio. Además, las evidencias sugieren que la empresa se enfrenta a riesgos relacionados con precios/comercialización, tecnología, gestión e infraestructura, los cuales representaron una amenaza para la eficiencia de la gestión, que a su vez afectó la eficiencia de costos, y que provocó una caída significativa de la eficiencia económica de la producción de trigo en el área de estudio. Por tanto, para una producción sostenible de trigo a largo plazo en el área de estudio, se aconsejas que los responsables políticos presten más atención a los desafíos relacionados con los precios y la tecnología que afectan a la producción de trigo, tal como lo establece empíricamente este estudio.

Contribuciones de los autores

- Mohammed Sanusi Sadiq: conceptualización (principal), metodología (principal), validación, análisis formal (principal), investigación (principal), recursos, curación de datos, visualización, supervisión, redacción borrador original (principal), redacción revisión y edición (principal).
- Muhammad Makarfi Ahmad: análisis formal, investigación, curación de datos (de apoyo), redacción borrador original, redacción revisión y edición.
- Emmanuel Nkwi Gama: análisis formal, investigación, curación de datos (de apoyo), redacción borrador original, redacción revisión y edición.
- Abbas Aliyu Sambo: análisis formal, investigación, curación de datos (de apoyo), redacción borrador original, redacción revisión y edición.

Implicaciones éticas

De acuerdo con las leyes nacionales, no se requiere la aprobación de un comité de ética para la aplicación de la encuesta. Todos los participantes en la encuesta dieron su consentimiento para participar voluntariamente.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias

- Alabi, C. T. (2022). *CBN Can Improve Wheat Production With Partnerships CSEA*. Daily Trust Newspaper. https://dailytrust.com/cbn-can-improve-wheat-production-with-partnerships-csea/
- Asfaw, M., Geta, E., y Mitiku, F. (2019). Economic efficiency of smallholder farmers in wheat production: the case of Abuna Gindeberet district, western Ethiopia. *Review of Agricultural and Applied Economics, XXII* (1), 65-75. https://doi.org/10.15414/raae.2019.22.01.65-75
- Chen, D., Guo, H., Zhang, Q., y Jin, S. (2022). E-commerce adoption and technical efficiency of wheat production in China. *Sustainability*, 14(3), 1197. https://doi.org/10.3390/su14031197

- Dessale, M. (2019). Analysis of technical efficiency of smallholder wheat-growing farmers of Jamma district, Ethiopia. *Agriculture & Food Security*, 8, 1. https://doi.org/10.1186/s40066-018-0250-9
- Ekott, N. (2021). Nigeria's decade-long wheat production is so woeful that 98% is imported. Premium Times Nigeria. https://www.premiumtimesng.com/news/headlines/437630-exclusive-nigerias-decade-long-wheat-production-so-woeful-98-is-imported.html
- Hailekiros, T., Gebremedhin, B., y Tadesse, T. (2018). Technical inefficiency of smallholder wheat production system: Empirical study from Northern Ethiopia. *Ethiopian Journal of Economics*, 27(2), 151-171. https://www.ajol.info/index.php/eje/article/view/207587
- Hutcheson, G. D., y Sofroniou, N. (1999). *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models*. SAGE Publications Ltd. https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/the-multivariate-social-scientist/book205684
- Jigawa State Government [JSG], (2017). Jigawa State official webpage www.jigawastate.gov.ng/_
- Jigawa State Government [JSG], (2021). Jigawa Research Report. www.jigawastate.gov.ng
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36. https://doi.org/10.1007/BF02291575
- Koondhar, M. A., Qiu, L., Magsi, H., Chandio, A. A., y He, G. (2018). Comparing economic efficiency of wheat productivity in different cropping systems of Sindh Province, Pakistan. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(4), 398-407. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.09.006
- National Institute of Agricultural Extension Management [MANAGE]. (2020). *Module 2- The Role of Women in Agriculture and Allied Sectors*. MANAGE.
- National Population Commission [NPC]. (2006). *Census: Priority Tables, Volume II*. https://catalog.ihsn.org Sadiq, M. S., y Sani, B. S. (2022). Livelihood status of paddy rice agro-processors that benefitted from microfinance credit in Jigawa State of Nigeria, *Bozok Tarım Ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1*(2), 71-94. https://dergipark.org.tr/en/pub/bojans/issue/73810/1137943
- Sadiq, M. S., y Singh, I. P. (2016). Empirical analysis of the economics of scale and cost efficiency of small-scale maize production in Niger state, Nigeria. *Indian Journal of Economics and Development*, 12(1), 55-64. http://dx.doi.org/10.5958/2322-0430.2016.00007.X
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M. (2021b). Cost efficiency of USAID MARKETS II beneficiary smallholder rice farmers in Nigeria's Kano State. *Indonesian Journal of Research*, 4(3), 207-218. https://doi.org/10.32734/injar.v4i3.6178
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M. (2021c). Cost efficiency status of rice farmers participating in IFAD/VCD program in Niger State of Nigeria. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 31(2), 268-276. https://doi.org/10.29133/yyutbd.748367
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M. (2021e). Productivity gap by gender among rice farmers in North-Central Nigeria. *Agricultural Socio-Economics Journal*, 21(2), 135-148. https://doi.org/10.21776/ub.agrise.2021.021.2.7
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M. (2022a). Price volatility spillovers among major wheat markets in the world. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *32*(2), 203-216. https://doi.org/10.18615/anadolu.1224602
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M. (2022b). Labour-use efficiency of rice farmers in Nigeria's north-central region. *Siembra*, 9(2), e3969. https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.3969
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M. (2022c). Farm economic efficiency gap due to gender discrimination- evidence from USAID MARKETS II program participating small-scale farmers in Kano State of Nigeria. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 301-313. https://doi.org/10.18615/anadolu.1225655
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., y Ahmad, M. M.(2021a). Technical efficiency of USAID MARKETS II beneficiary small-scale rice farmers in Kano State, Nigeria. *Atatürk* Üniversitesi İktisadi *Ve* İdari *Bilimler Dergisi*, 35(4), 1463-1479. https://doi.org/10.16951/atauniiibd.929628
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., Ahmad, M. M., Lawal, M., Kamaldeen, N., y Sani, T. P. (2018a). Determining the perceived constraints affecting cassava farmers in Kwara State of Nigeria. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 4(2), 235-247
- Sadiq, M. S., Singh, I. P., Ahmad, M. M., Lawal, M., Shehu, H. O., Sani, T. P., y Yusuf, T. L. (2018b). Perceived constraints affecting homestead fish farming in Kogi State, Nigeria. *FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology*, 4(2), 255-266.

Sadiq et al. 25/25

Sadiq, M. S., Singh, I. P., Isah, M. A., Greima, I. J., y Umar, S. M. (2017). Strategy of minimizing the cost of cultivation *vis-à-vis* boosting farm income of small-holder maize farmers in the Niger State of Nigeria using an Efficiency Measurement System (EMS). *Indian Journal of Economics and Development*, 17(2a), 728-734. http://dx.doi.org/10.5958/2322-0430.2017.00159.7

- Sadiq, M. S., Singh, I. P., Singh, N. K., Sharma, M., y Eije, O. C. (2018c). Measuring total factor productivity (TFP) and unearthing the factors affecting TFP of yam farmers in Benue State of Nigeria: harnessing the current untapped agricultural goldmine. *Research and Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences*, 7(1), 8-21. https://www.rroij.com/open-access/measuring-total-factor-productivity-tfp-and-unearthing-thefactors-affecting-tfp-of-yam-farmers-in-benue-state-of-nigeriaharnessing.php?aid=86684
- Sadiq, S. M., Singh, I. P., Ahmad, M. M., Garba, A., y Sarki, M. (2022d). Impact of gender discrimination on economic asset accumulation of smallholder rice farmers participating in USAID MARKETS II program in Nigeria's Kano State. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, *37*(1), 169-188. https://doi.org/10.7161/omua-najas.950236
- Sadiq, S. M., Singh, P. I., Ahmad, M. M., y Karunakaran, N. (2021d). Rural entrepreneurship is a crucial tool for empowering women. En S. Jayadev, L. Prasannan, y N. Haniph (eds.), *Facet of Economy-Yesterday, Today and Tomorrow* (pp. 25-43). Infinity Indica Publishers.
- Startup Tips Daily Media (2023). How to start a lucrative wheat farming business in Nigeria and Africa: The complete guide. Startup Tips Daily. https://startuptipsdaily.com/wheat-farming-business-nigeria-africa/#:~:text=In%20Nigeria%2C%20the%20average%20yield,%20food%20security%2C%20and%20 economic%20growth
- Tleubayev, A., Bobojonov, I., y Götz, L. (2022). Agricultural policies and technical efficiency of wheat production in Kazakhstan and Russia: Evidence from a stochastic frontier approach. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 54(3), 407-421. https://doi.org/10.1017/aae.2022.13
- Yammama, N. (2023). *Why Nigeria has to put wheat on the table*. Daily Trust Newspaper. https://dailytrust.com/why-nigeria-has-to-put-wheat-on-the-table/