

Factores determinantes en la producción agroexportadora de la industria del espárrago en la zona costa de Áncash, 2020.

Determining factors in the agro-export production of the asparagus industry in the coast area of Áncash, 2020.

Palabras clave:

Producción
Productividad
Capital físico
Capital humano
Tecnología agrícola

Keywords:

Production
Productivity
Physical capital
Human capital
Agricultural technology

Fecha de recepción:

20 de agosto de 2023

Fecha de aceptación:

15 de diciembre de 2023

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue explicar los factores que repercuten en la producción y productividad del espárrago, en la zona costa de Ancash. Se realizó investigación no experimental y transversal. Para esto, se encuestó a 243 productores de la zona costa del departamento de Ancash, para obtener los datos de las variables: producción, productividad, capital físico, capital humano y tecnología agrícola. Para el análisis, se utilizó el modelo econométrico logarítmico. Se recurrió al software estadístico STATA y el SPSS, para la contrastar las hipótesis que permitió concluir que los factores determinantes fueron: longevidad del cultivo y tecnología agrícola. El capital físico resultó ser poco significativo en el modelo, pues el 90,95 % de los agricultores no utiliza máquinas para la producción. Las capacitaciones se encuentran significativa y positivamente correlacionadas con la productividad p-valor 0,1122. Se obtuvo una correlación alta y positiva al comparar la experiencia de los productores con la producción (Pearson de 0,948). Por ende, existe una correlación positiva entre la utilización de semillas frente a la producción. Además, la procedencia y volumen de agua está correlacionado con la productividad (R^2 de Pearson de 0,89).

Rafael Jaime Castro Ramírez

E-mail. rcastror@unasam.edu.pe

 <<https://orcid.org/0000-0003-3729-2150>>

Francisco Enrique Huerta Berrios

E-mail. fhuertab@unasam.edu.pe

 <<https://orcid.org/0000-0002-6018-2198>>

ABSTRACT

The objective of this research was to explain the factors that affect the production and productivity of asparagus in the coastal region of Ancash. A non-experimental and cross-sectional study was conduc-

ted. For this purpose, 243 producers from the coastal region of the department of Ancash were surveyed to obtain data on the following variables: production, productivity, physical capital, human capital, and agricultural technology. The logarithmic econometric model was used for the analysis. The statistical software STATA and SPSS were used to test the hypotheses, which led to the conclusion that the determining factors were: crop longevity and agricultural technology. Physical capital was found to be of little significance in the model, as 90.95% of farmers do not use machines for production. Training is significantly and positively correlated with productivity (p-value 0.1122). A high and positive correlation was obtained when comparing the experience of producers with production (Pearson of 0.948). Therefore, there is a positive correlation between the use of seeds and production. In addition, the source and volume of water are correlated with productivity (Pearson R2: 0.89).

INTRODUCCIÓN

Ancash es un departamento caracterizado por la presencia de diversos microclimas y una variada composición de suelos que propician el desarrollo de una amplia gama de productos hortofrutícolas. En la región costa de Ancash, se pueden cultivar exitosamente maíz amiláceo, papa, maíz amarillo duro, caña de azúcar, así como productos de exportación como espárragos, mangos, paltas y ajíes, en función de la zona específica.

En este contexto, el Proyecto Especial CHINECAS fue establecido mediante el Decreto Supremo N°072-85-PCM el 05 de septiembre de 1985. Su objetivo principal es mejorar la producción y productividad agrícola en los valles costeros, al mismo tiempo que busca contribuir al desarrollo de la educación, agricultura, comercio e industria en la región. A través de políticas públicas, se fomentan las inversiones mediante la asociación público-privada. La meta es reducir los niveles de pobreza en las áreas involucradas y estimular la economía regional en su conjunto. Este crecimiento se espera lograr principalmente a través del aumento de la producción agrícola agroexportadora en las tierras agrícolas más propicias del país. Esto, a su vez, permitiría abastecer los exigentes mercados externos, generando un impacto positivo tanto a nivel regional como nacional (Chinecas, 2018).

A nivel nacional, Perú ha mantenido su posición como el principal productor internacional de espárragos desde 1985 hasta 2013, registrando un crecimiento anual promedio del 5% (Fresh Perú, 2019). Sin embargo, en la región de Ancash, no ha logrado mantener el mismo ritmo de crecimiento exportador experimentado a nivel nacional en las últimas décadas. En términos de producción de espárragos entre los seis departamentos productores, Ancash ocupa el

cuarto lugar, con una producción de 12,892 toneladas en el año 2020, representando una disminución respecto al año 2015, cuando la producción alcanzó las 16,000 toneladas (INEI, 2019). Esta producción regional representa tan solo el 3.6% del total nacional.

Por lo tanto, se identificó como una necesidad urgente llevar a cabo un estudio con el propósito general de analizar la influencia de factores determinantes, tales como el capital físico, humano y la tecnología agrícola, en la producción y productividad del cultivo de espárragos. El objetivo principal de este estudio fue mejorar los índices de producción en la región de Ancash.

En este contexto, Galarza y Díaz (2015) llevaron a cabo un análisis de algunos determinantes de la productividad agrícola en Perú, específicamente los factores de productividad total (PTF). Según los resultados obtenidos por este autor, no se encontró respaldo para la hipótesis de la existencia de retornos crecientes a escala. Además, se observó una correlación entre la productividad y variables como la edad, el sexo y el nivel educativo, por tanto, esta relación resulta negativa en el caso del tamaño de la unidad productiva y el poder de negociación.

Se ha llevado a cabo un análisis de los factores de producción en el cultivo de espárragos en la pampa de Villacurí, Ica, según el estudio de Cabrera (2014). Los resultados indican que este cultivo presenta una demanda significativa de humedad, siendo el riego y la calidad del agua factores limitantes. Aspectos como la sodicidad y salinidad del suelo, así como otros factores ambientales como el abonamiento, las fertilizaciones y la maquinaria, también influyen en el desarrollo del cultivo.

Según Rosales, Apaza y Bonilla (2004), autores del renombrado libro *Economía de la producción de bienes agrícolas: teoría y aplicaciones*, el objetivo principal de su estudio fue presentar el marco teórico y operativo de la economía relacionada con la producción de bienes agrícolas. En el marco teórico, se abordaron los principios microeconómicos vinculados a la producción y los costos de los bienes agrícolas, así como las leyes que respaldan la teoría de la dualidad. La parte empírica o aplicada del documento se enfocó en la estimación de modelos econométricos de las funciones de producción más comúnmente utilizadas en la agricultura.

En su estudio *Agua y producción agrícola: un análisis econométrico del caso de Murcia*, Alcalá y Sancho (2002) llevaron a cabo un análisis empírico utilizando una parte de la función de producción agregada que vincula la producción agrícola con los recursos hídricos utilizados, así como otros insumos interme-

dios, bajo un modelo econométrico específico para la región de Murcia. Los autores emplearon dos enfoques: el primero se centró en el uso de datos sobre requerimientos hídricos por tipos de cultivos y suelos, rendimientos económicos y posibilidades de sustitución de cultivos en diferentes zonas para prever las respuestas potenciales de la producción. La segunda aproximación se basó en una serie histórica agregada de recursos hídricos y producción de regadío. Se concluyó que la primera aproximación resulta más precisa y eficaz cuando el objeto de análisis es más reducido y homogéneo.

Según Rosales, Apaza y Bonilla (2004), la disciplina que se dedica al estudio de las leyes económicas con el propósito de optimizar los recursos involucrados en las actividades agrícolas, forestales, pesqueras y ganaderas es conocida como economía agrícola. En el contexto específico de la actividad agrícola, esta ciencia se ocupa de regular factores clave como la mano de obra, el capital y el desarrollo tecnológico, todos los cuales tienen un impacto directo en la productividad.

Además, Albarracín (2018), en su tesis sobre los determinantes de las exportaciones de espárragos de las pequeñas y medianas empresas (pymes) de la región La Libertad, llevó a cabo un diseño no experimental de corte transversal. Llegó a la conclusión de que varios factores tienen una alta incidencia en las exportaciones de las pymes exportadoras de espárragos en la región La Libertad en el año 2017. Entre estos factores, se destacan el precio internacional, el tipo de cambio, el Producto Interno Bruto (PBI) de los países importadores y los acuerdos comerciales, todos los cuales influyen en las exportaciones de estas pymes. Asimismo, señala que un cambio o variación en cualquiera de estos elementos podría tener consecuencias en las exportaciones, afectando de manera positiva o negativa a sus ingresos.

Por otro lado, Ormeño (2019), en su estudio sobre los determinantes de la exportación de espárragos en el Perú para el periodo 2007-2018, destaca que el volumen exportado se ve afectado por factores como el tipo de cambio y la producción. Utilizó el modelo de regresión lineal múltiple con mínimos cuadrados para analizar los datos, concluyendo la existencia de correlación entre estos factores. En sus hallazgos, señala que un aumento en la producción de espárragos genera un incremento en el volumen exportado de 2,95 toneladas métricas.

En esta línea, Mendoza y Sánchez (2019) llevaron a cabo un análisis de los factores determinantes que influyeron en las exportaciones de espárragos frescos durante el periodo 2013-2017. En su estudio, destacan que esta hortaliza ha experimentado una creciente aceptación en el mercado internacional, consolidándose como uno de los cultivos de mayor exportación en el sector agrope-

cuario peruano. Además, pronostican una continua demanda en los próximos años.

El estudio considera factores internos, tales como la calidad del producto, el desempeño de las empresas productoras y la productividad. Asimismo, examina factores externos como la demanda, la influencia de competidores, las condiciones óptimas para la exportación y las políticas de promoción para fomentar la exportación.

En el presente estudio se propuso la estimación de la producción usando datos microeconómicos, o variables independientes o factores causales, tales como: la capacitación laboral, experiencia de los productores, horas máquina, tipo de semilla y la dotación de agua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Investigación no experimental, transversal y retrospectivo, descriptivo y explicativo.

El diseño de la investigación se basa en el uso de lo siguiente:

$$y = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \text{ Modelo económico}$$

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6\mu$$

y : volumen de producción y productividad; comprende el volumen total y volumen total por hectárea del productor primario, respectivamente.

x_1 : horas máquina: La cantidad de horas de la maquinaria utilizada en el proceso productivo

x_2 : experiencia de los productores; representado por la cantidad de años acumulada en el cultivo de espárrago.

x_3 : capacitación laboral de los productores; representado por la cantidad de horas de capacitación o asistencia técnica.

x_4 : tipo de semilla: tiene acceso de semilla mejoradas genéticamente.

x_5 : cantidad de semilla o corona por hectárea

x_6 : dotación de agua; es el consumo de agua para uso agrícola.

La determinación del tamaño de muestra para la encuesta se utilizó la fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z \alpha^2 pq}{d^2 (N - 1) + Z \alpha^2 pq}$$

Con una población total de N=663 y un tamaño de muestra n=223, se seleccionaron productores de espárrago para llevar a cabo la encuesta, distribuyéndose de la siguiente manera: Sechín 26, Casma 4, Nepeña 85, Lacramarca 23 y Huarney 105. La recolección de datos se realizó principalmente mediante observación, revisión documental y la aplicación de encuestas. Posteriormente, se utilizó un aplicativo econométrico, específicamente Stata y SPSS, para corroborar la hipótesis planteada en el estudio.

Para recopilar datos sobre las variables e indicadores, tanto las dependientes como las independientes, se implementó la técnica de aplicación de encuestas dirigidas a los pequeños productores de espárrago en las localidades de Ancash: Lacramarca, Casma, Huarney, Sechín y Nepeña. El tamaño muestral, como se delineó en el proyecto, abarcó a 243 agricultores. El plan de procesamiento de datos y el análisis estadístico se llevaron a cabo utilizando los resultados obtenidos de la mencionada encuesta. Se emplearon programas estadísticos como STATA y SPSS para contrastar tanto las hipótesis específicas como la hipótesis general establecida en el proyecto.

RESULTADOS

Los resultados de la encuesta aplicada a los productores de espárragos en el departamento de Ancash indican que el 52,26 % de ellos tienen edades comprendidas entre 50 y 65 años, mientras que un 30,45 % pertenecen al grupo de adultos mayores. En cuanto al nivel educativo, la mayoría de los productores (56,8 %) poseen educación secundaria. En relación con el tamaño de la familia del productor, en promedio, se encuentra entre 4 y 5 miembros. En cuanto a la mano de obra familiar, se observa que, en promedio, 4 personas participan en las labores culturales y de cosecha durante las campañas agrícolas. Estos resultados proporcionan una visión detallada del perfil demográfico y educativo, así como de la dinámica familiar y laboral de los productores de espárragos en la región.

Tabla 1.

Edad de los productores de espárrago en Ancash

	Edad del productor (años) Femenino	Género del productor		Total
		Femenino	Masculino	
Menor que 50	Frecuencia	5	37	42
	Porcentaje (%)	2,06	15,23	17,28
50-65	Frecuencia	35	92	127
	Porcentaje (%)	14,40	37,86	52,26
Mayor que 65	Frecuencia	13	61	74
	Porcentaje (%)	5,35	25,10	30,45
Total	Frecuencia	53	190	243
	Porcentaje (%)	21,81	78,19	100,00

Nota. Obtenido de la encuesta a productores de espárrago (2020)

Tabla 2.

Grado de instrucción del productor de espárrago en Ancash

Grado de Instrucción de los productores	Total
Primaria	38
Secundaria	138
Superior	67
Total	243

Nota. Datos obtenidos de la encuesta a productores de espárrago Ancash (2020).

En relación con la superficie cultivada por los productores de Ancash, se observa un promedio de 1,69 hectáreas, con un volumen de producción de 9,23 toneladas métricas y una productividad de 4,91 toneladas métricas por hectárea. En cuanto a la experiencia acumulada en la producción de espárragos, el promedio es de 10 años, concentrándose principalmente en el estrato de 1 a 8 años. Solo el 2% de los productores (5 en total) brindan capacitación a su personal, con un promedio de 3 horas de capacitación durante la última campaña

agrícola. Estas capacitaciones son llevadas a cabo por productores con el grado de instrucción de técnico superior, y se observa que los gastos relacionados no son significativos. Los productores que realizan capacitación provienen de Llacmarca y Huarmey.

Los datos de superficie cultivada, volumen de producción y productividad de la región fueron:

Tabla 3

Superficie cultivada, volumen de producción y productividad del productor de espárrago de Ancash

Variable	Cantidad
Superficie cultivada (has)	1,69
Volumen de producción (Tm)	9,23
Productividad (Tm/Ha)	4,91

Nota. Datos obtenidos de la encuesta a productores de espárrago Ancash (2020).

Las labores culturales en las unidades productivas son llevadas a cabo por los miembros de la familia, y la asignación de estas tareas depende de la extensión de la unidad productiva. En cuanto a las labores de cosecha, la campaña agrícola grande se desarrolla desde el mes de octubre hasta diciembre. Solamente el 9% de los encuestados (22 en total) indicaron tener un sistema productivo mecanizado. Las máquinas utilizadas para estas operaciones incluyen tractores y cultivadores. La gran mayoría de los pequeños productores recurren al uso de acémilas para la realización de los cortes durante la cosecha. Estos datos reflejan la prevalencia de métodos tradicionales en las labores agrícolas entre los productores encuestados.

En relación con el capital físico, se observa una correlación positiva entre las horas máquina (X31) y la producción de espárragos. El coeficiente de correlación de Pearson es de 0,4355, y el p-valor es de 0,000, siendo este último menor que 0,05. Estos resultados indican la existencia de una correlación moderada entre las variables.

Tabla 4

Matriz de correlación: Producción y las características independientes. Ancash

	Y2	X11	X31	X43	X44	X54	X55
Y2	1.0000 243						
X11	0.3213 0.0000 243	1.0000 243					
X31	0.4355 0.0000 243	0.0059 0.9270 243	1.0000 243				
X43	0.8345 0.0000 79	0.0791 0.4886 79	0.6529 0.0000 79	1.0000 79			
X44	0.7301 0.0000 165	-0.0067 0.9324 165	0.6651 0.0000 165	. . 0	1.000 165		
X54	0.3130 0.0000 243	0.2037 0.0014 243	0.1432 0.0256 243	0.2547 0.0235 79	. . 165	1.000 243	
X55	0.9426 0.0000 243	0.3003 0.0000 243	0.4990 0.0000 243	0.8506 0.0000 79	0.8384 0.0000 165	0.3388 0.0000 243	1.0000 243

Nota. Datos extraídos del software Stata y de la encuesta (2020)

Tabla 5

Matriz de correlación: Productividad y las características independientes. Ancash

	Y1	X11	X21	X42	X43	X44	X52
Y1	1.0000						
X11	0.1122	1.0000					
X21	0.0809		1.0000				
X42	-0.1634	-0.0442	0.0107	1.0000			
X43	0.0107	0.4926			1.0000		
X44	-0.1170	0.0820	-0.0336	0.0686	0.2028	1.0000	
X52	0.3071	0.0791	0.0213	0.0213	0.8519	0.1479	1.0000
X55	0.0059	0.4886	0.8519				
X55	0.1626	-0.0067	-0.0293	-0.0913		1.0000	
X55	0.0370	0.9324	0.7088	0.2436			
X55	0.4072	0.0839	-0.1785	-0.1416	0.1479	-0.0986	1.0000
X55	0.0000	0.1926	0.0053	0.0274	0.1934	0.2076	
X55	0.2420	0.3003	-0.0067	0.2022	0.8506	0.8384	0.0334
X55	0.0001	0.0000	0.9170	0.0015	0.0000	0.0000	0.6049

Nota. Datos extraídos del software Stata y de la encuesta (2020)

Variable	Descripción
e	productividad (Tm/Ha)
Y1	volumen de producción Tm
Y2	Modalidad de capacitación
X13	Número de horas de capacitación
X14	Costo de la capacitación
X15	Edad del Espárrago
X21	Horas máquina
X31	Soles máquina por hora
X32	Tipo de máquina
X33	Tipo de semilla
X41	Utilización de semilla o corona
X42	Cantidad de semilla
X43	Cantidad de coronas sembradas
X51	Disposición de agua regadío

X52	Procedencia del agua
X53	Tipo de riego
X54	Utilización del Agua del P.E. Chinecas
X55	Volumen de agua utilizado en la campaña agrícola

En relación al capital humano, el promedio del periodo de producción en espárragos, que representa la experiencia en el cultivo en espárragos en nuestra región es de 9,76 años, con una desviación estándar de 3,8 hay una alta variabilidad.

Tabla 6

Experiencia del productor de espárrago de Ancash

Variable	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Periodo de tiempo produciendo espárragos en años	9,76	6,16	1	12

Nota. Datos obtenidos de la encuesta a productores de espárrago Ancash (2020).

En lo que respecta a la capacitación laboral de los productores, únicamente 5 de ellos llevaron a cabo este tipo de formación. De estos, 3 productores realizaron 2 horas de capacitación cada uno, otro agricultor llevó a cabo 3 horas de capacitación, y el quinto productor dedicó 16 horas a esta actividad.

Tabla 7

Productores que capacitan a su personal

Variable	Cantidad	Desviación estándar	Mín.	Máx.
Productores que capacitan a su personal	5	6,1	2	16
Horas de capacitación (moda)	3	6		

Nota. Datos obtenidos de la encuesta a productores de espárrago Ancash (2020).

En cuanto a la tecnología agrícola. En el uso de semillas

Tabla 8

Distribución de frecuencias del tipo de maquina usado para el sembrío según el tipo de semilla de espárrago en la zona costa Ancash, periodo 2020.

Tipo de maquina	Certifica	Tipo de semilla		Mejorada	Total
		Común	Extranjer		
No usa maquina	11 4.53	23 9.47	0 0.00	186 76.54	220 90.53
Cultivadora	0 0.00	1 0.41	0 0.00	0 0.00	1 0.41
Tractor	7 2.88	0 0.00	1 0.41	12 4.94	20 8.23
Tractor/Ganchillo	0 0.00	1 0.41	0 0.00	0 0.00	1 0.41
Tractor/Aporcadora	1 0.41	0 0.00	0 0.00	0 0.00	1 0.41
Total	19 7.82	25 10.29	1 0.41	198 81.48	243 100.00

Pearson $\chi^2(12) = 64.9507$ Pr = 0.000

Nota. Datos obtenidos de la encuesta a productores de espárrago Ancash (2020).

Según la Tabla 8, se observa que el 81,48% de los agricultores utiliza semilla mejorada, además, el 90,53% de la muestra no emplea máquinas. Entre el total de agricultores, el 76,54% utiliza semilla mejorada y no utiliza máquinas en su trabajo.

Luego de realizar la prueba estadística chi cuadrada, se encontró una diferencia significativa entre el tipo de máquina y el tipo de semilla utilizada por los agricultores, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se puede afirmar que la mayoría de los agricultores opta por el uso de semilla mejorada sin recurrir al uso de máquinas en sus labores agrícolas.

Con respecto al tipo de riego aplicado por los productores de espárragos, los resultados se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9

Distribución de frecuencias del tipo de riego según procedencia del agua en la zona costa Ancash, periodo 2020.

Procedencia del agua	Tipo de riego			Total
	Aspersión	Goteo	Gravedad	
Acequia	0	0	102	102
	0.00	0.00	41.98	41.98
Canal	0	2	26	28
	0.00	0.82	10.70	11.52
Filtración/recuperaci	0	0	3	3
	0.00	0.00	1.23	1.23
Pozo	0	1	7	8
	0.00	0.41	2.88	3.29
Rio	4	1	97	102
	1.65	0.41	39.92	41.98
Total	4	4	235	243
	1.65	1.65	96.71	100.00

Pearson $\chi^2(8) = 18.6554$ Pr = 0.017

Según se muestra en la información proporcionada, el 96,71% de los agricultores realiza el riego por gravedad, y un 41,98% del total de agricultores dispone de agua proveniente del río. Además, se destaca que el 71,98% del total de los agricultores riega por gravedad y cuenta con agua proveniente de la acequia. Después de realizar la prueba estadística chi cuadrada, se evidencia una diferencia significativa entre la procedencia del agua y el tipo de riego, con un nivel de confianza del 95%. Por lo tanto, se puede afirmar que la gran mayoría de los agricultores utiliza agua proveniente del río y la acequia, y emplea el método de riego por gravedad en sus prácticas agrícolas.

Tabla 10

Distribución de frecuencias de la disposición de agua regadío según área geográfica en la zona costa Ancash, periodo 2020.

Disposición de agua regadio	Area Geográfica					Total
	Casma	Huarmey	Lacramarc	Nepeña	Sechín	
No	0	9	2	0	1	12
	0.00	3.70	0.82	0.00	0.41	4.94
Si	4	96	21	85	25	231
	1.65	39.51	8.64	34.98	10.29	95.06
Total	4	105	23	85	26	243
	1.65	43.21	9.47	34.98	10.70	100.00

Pearson chi2(4) = 8.3335 Pr = 0.080

Nota. Datos obtenidos de la encuesta a productores de espárrago Ancash (2020).

Se observa de esta tabla que el 95,06 % de los agricultores tienen agua a disposición para los regadíos, también se aprecia que la mayor disposición de agua para el regadío es la ciudad de Huarmey seguido de Nepeña.

En cuanto a la disposición de agua de regadío del P.E. Chinecas.

Tabla 11

Distribución de frecuencias de la utilización del agua del P.E. Chinecas según el área geográfica en la zona costa Ancash, periodo 2020.

Utilización dle agua del P.E. Chinecas	Area Geográfica					Total
	Casma	Huarmey	Lacramarc	Nepeña	Sechín	
No	4	105	8	85	26	228
	1.65	43.21	3.29	34.98	10.70	93.83
Si	0	0	15	0	0	15
	0.00	0.00	6.17	0.00	0.00	6.17
Total	4	105	23	85	26	243
	1.65	43.21	9.47	34.98	10.70	100.00

Pearson chi2(4) = 152.9176 Pr = 0.000

En la tabla 11, se observa que el 93,83 % de los agricultores no utiliza el agua de regadío proveniente de Chincas. Además, se destaca que el 43,21 % del total de agricultores en Huarmey y ninguno en Nepeña utiliza agua de Chincas. En cuanto a la contrastación de las hipótesis específicas, según las tablas 04 y 05, en la matriz de correlaciones se aprecia que las características que están significativamente correlacionadas con la productividad (Tm/Ha) son: realización de capacitaciones, edad del espárrago, utilización de semilla o corona, kg de semilla, cantidad de coronas sembradas, procedencia del agua y volumen de agua utilizado en la campaña agrícola, con un nivel de confianza del 90%. Mientras que, en la matriz de correlaciones, las características que están correlacionadas de manera muy significativa con el volumen de producción en toneladas métricas son: realización de capacitaciones, horas máquina, kg de semilla, cantidad de coronas sembradas, utilización del agua del P.E. Chincas y volumen de agua utilizado en la campaña agrícola, con un nivel de confianza del 99 %. En cuanto a la contrastación de la primera hipótesis planteada, la Tabla 04 indica una correlación positiva entre las horas máquina (X31) y la producción en toneladas métricas. El coeficiente de correlación de Pearson es de 0,4355 y el p-valor es de 0,000, que es menor que 0,05, demostrando así una correlación moderada entre las variables. Además, del análisis de correlación, se obtiene una correlación positiva entre la superficie cultivada y la productividad (Tabla 12).

Tabla 12

Análisis de varianza y cálculo de chi cuadrado

Source	Análisis of Variance			F	Prob > F
	SS	df	MS		
Between groups	25.816408	2	12.908204	3.09	0.0474
Within groups	1003.15349	24	4.1798062		
Total	1028.9699	24	4.2519417		

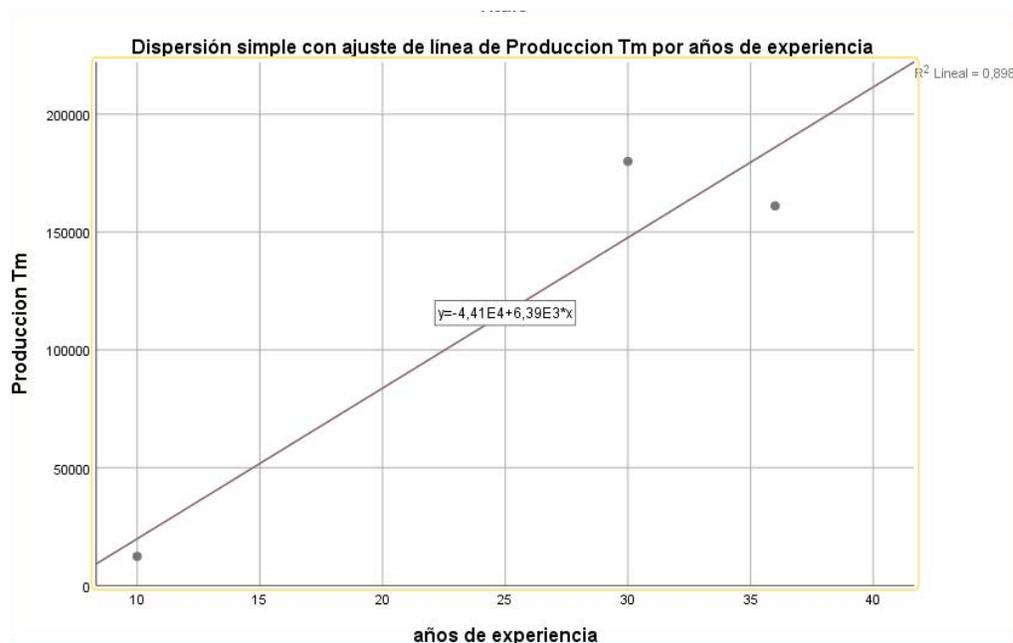
Bartlett's test for equal variances: $\chi^2(2) = 3.1345$ Prob> $\chi^2 = 0.209$

En la contratación de la segunda hipótesis planteada, según la Tabla 03, las capacitaciones muestran una correlación positiva y significativa con la productividad, ya que el p-valor (0,0809) es mayor que 0,05. En cuanto a la experiencia de los productores, se ha considerado la siguiente tabla comparativa. Los datos demuestran una correlación alta y positiva entre los años de experien-

cia de los productores y su producción para las tres regiones: Ica, La Libertad y Ancash (figura 1).

Figura 1

Regresión lineal entre la Producción de espárragos y los años de experiencia por departamentos



En relación con la experiencia del productor (X21) en Ancash, se observa que guarda una correlación alta y positiva en comparación con los años de experiencia de los productores de Ica y La Libertad, con un coeficiente de correlación de 0,948. En cuanto a la contrastación de la tercera hipótesis, los resultados presentados en la matriz de correlación entre la cantidad de semilla o coronas y el volumen de producción en toneladas métricas (Tabla 4) indican una correlación positiva significativa entre estos dos indicadores y la producción, ambos con un p-valor de 0,000, que es menor que 0,05.

En relación con la dotación de agua de regadío para los cultivos de espárragos, la matriz indica una correlación significativa a nivel del 5% entre la utilización del agua de regadío del P.E. Chincas y una correlación altamente significativa con el volumen de agua utilizado en la campaña agrícola. Esta conclusión se deriva de los valores de p-valor, los cuales son inferiores al 5% y 1%, respectivamente.

Finalmente, la expresión matemática, quedó como sigue:

$$\log_y2 = 1.302055 - 0.0183061X21 + 0.00000598X4 + 0.0000794X55$$

Donde:

Log_y2: Logaritmo del volumen de producción X21: Edad del Espárrago

X4 : Cantidad de semilla/corona sembrada

X55 : Volumen de agua utilizado en la campaña agrícola

Las deducciones obtenidas del análisis son las siguientes: se observa que un aumento de una unidad en la edad del espárrago resulta en una disminución del 1,831% en el volumen de producción en toneladas métricas. Asimismo, se concluye que un incremento de una unidad en la cantidad de semilla o corona sembrada genera un aumento mínimo pero significativo del 0,000598% en el volumen de producción. Por último, se deduce que un aumento de una unidad en el volumen de agua utilizado en la campaña agrícola se traduce en un incremento del 0,00794% en el volumen de producción en toneladas métricas.

DISCUSIÓN

En lo que respecta al capital físico, específicamente las horas máquina, esta variable está estrechamente vinculada con el uso de medios, equipos, maquinaria, herramientas y vehículos motorizados, como tractores, en el contexto de la mecanización agrícola. En este sentido, la modernización y la consecución de metas no alcanzadas en la región requieren la implementación del proceso de mecanización en los cultivos. La correlación observada es de naturaleza moderada, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,4355, lo que sugiere que la productividad se ve influenciada por diversos elementos y factores que interactúan entre sí, siendo la mecanización solo un componente dentro de un conjunto de insumos que inciden directamente en la producción agrícola. Este resultado es consistente con los hallazgos de estudios previos, como los de Nevel citados por Gonzales en 1989.

La implementación de la mecanización ofrece la posibilidad de reducir la carga laboral durante los picos de demanda y mantener una fuerza laboral estable en la producción agrícola. Resulta relevante destacar que la adquisición de maquinaria y equipos debe adaptarse a las condiciones hidrometeorológicas, así como a las características específicas del suelo y del cultivo en cuestión. Este enfoque busca optimizar el uso de los recursos de la maquinaria, minimizar los costos y agilizar el tiempo de ejecución, como señala Flores (2020).

El sector agrícola enfrenta un problema crítico de baja productividad en el manejo del cultivo de espárragos, situación que persiste desde el año 2004, con rendimientos inferiores a 4 toneladas por hectárea, lo cual hace que los cultivos dejen de ser rentables, llevando a algunos productores a migrar hacia otros cultivos. Este problema afecta especialmente a los pequeños productores, aquellos con menos de 5 hectáreas, quienes se ven desatendidos en términos de capacitación, transferencia tecnológica, acceso a infraestructura hidráulica y participación en un mercado competitivo. La cadena productiva no refleja la realidad de estos productores, cuyos recursos son clasificados como de “calidad secundaria” y se pagan a precios muy por debajo de sus expectativas. Este mercado secundario, según la fuente, podría desaparecer en el futuro debido a la falta de estabilidad en los precios.

En relación con la experiencia de los productores, se observa una correlación positiva y significativa con la producción. A medida que aumenta la experiencia acumulada de los productores de espárragos en las regiones de La Libertad, Ica y Ancash, también aumenta la producción. La longevidad del cultivo emerge como un factor determinante, ya que el rendimiento alcanza su punto máximo entre los 4 y 8 años del cultivo, disminuyendo a partir del octavo año. Estos resultados coinciden con estudios anteriores que señalan que la edad del cultivo está asociada a la productividad, siendo el pico máximo de producción durante el cuarto año. Además, en cuanto a las semillas utilizadas, predominan las variedades mejoradas como UC-157F1 y UC-157F2, siendo la primera más difundida debido a su accesibilidad en costos, aunque existen indicios de una mayor calidad en UC-157F1 en comparación con UC-157F2, que es un híbrido de segunda generación con características similares pero menor uniformidad, vigor y producción (Farias y Kraus, 2004 citado por et al., 2012).

CONCLUSIONES

En lo referente al capital físico, representado por las horas máquina, se encontraron pruebas estadísticas que respaldan una correlación positiva entre esta variable y la producción en toneladas métricas, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,4355 y un p-valor de 0,000, lo que indica significancia estadística. No obstante, el capital físico resultó tener poca relevancia en el modelo econométrico, ya que el 90,95% de los agricultores encuestados no utiliza máquinas en la producción de espárragos.

En cuanto al capital humano, se concluye que la realización de capacitaciones está significativamente correlacionada de manera positiva con la productividad, con un p-valor de 0,1122 mayor a 0,05, indicando relevancia estadística. Además, la experiencia del productor también presenta una correlación

alta y positiva con la producción, con un coeficiente de correlación de Pearson de 0,948, sugiriendo una relación lineal entre los años de experiencia y la producción.

En el ámbito de la tecnología agrícola, se observa una correlación positiva entre la utilización de semillas o coronas y la producción. Además, la procedencia del agua y el volumen de agua utilizado también presentan una correlación significativa con la productividad, con un R² de Pearson de 0,89 a un nivel de confianza del 95%.

En términos generales, la longevidad del cultivo de espárragos emerge como un factor determinante para la productividad. El promedio de edad del cultivo en la región oscila entre 9 y 10 años, y a partir del octavo año, el rendimiento comienza a declinar, alcanzando su pico máximo de productividad a los 4 años. El modelo econométrico concluye que un aumento de una unidad en la edad del espárrago resulta en una disminución del 1,831% en el volumen de producción. Por otro lado, un aumento de una unidad en la cantidad de semilla/corona sembrada genera un incremento de 0,000598% en la producción, y un aumento de una unidad en el volumen de agua utilizado en la campaña agrícola se traduce en un aumento del 0,00794% en el volumen de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, A. (2018). *Determinantes de las exportaciones de espárragos de las pymes exportadoras de la región de la Libertad 2017*. [Tesis de Grado]. Universidad César Vallejo. Repositorio Digital Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32173>
- Alcalá y Sancho (2002). Agua y producción agrícola: Un análisis econométrico del caso Murcia. *Revista española estudios agrosociales y pesqueros* (197), 129-157. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_reeap/r197_05.pdf
- Cabrera, V. E. (2014). *Análisis de los Factores de Producción en Espárrago en la Pampa de Villacurí (Ica, Perú)*. <https://www.researchgate.net/publication/238677797>
- Chinecas, Proyecto Especial. (2018). *Proyecto Chinecas*. <http://pechinecas.gob.pe/web/>
- Flores, R. (2021). Resumen del estado situacional del cultivo, producción y exportación de espárragos. (R. C. Ramírez, Entrevistador)

- Fresh Perú. (2019). Obtenido de <https://freshfruit.pe/2019/12/07/cual-es-el-futuro-del-esparrago-peruano/>
- Galarza, F. y Diaz, G. (2015). Productividad total de factores en la agricultura peruana: estimación y determinantes. *Economía Vol. XXXVIII, N° 76*, 77-116. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/download/14672/15261/>
- Gonzales, D. (1989). El cambio tecnológico en la agricultura: Teoría y aplicaciones en caso de Andalucía España. *Revista de estudios agrosociales*, 1-37. https://origin.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_reas%2Fr147_05.pdf
- Huerta, A. (2005). *Efecto de diferentes niveles de fertilización en la productividad en el incremento de la productividad del espárrago*. Trujillo. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/5938>
- INEI (2019). *Perú: Evolución de los indicadores de empleo e ingreso por departamento 2007-2021*. Lima. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1870/libro.pdf
- Mendoza, LB y Sánchez, MP (2019). Factores determinantes que influyeron en las exportaciones del espárrago fresco de Perú a Estados Unidos en el periodo del 2013 al 2017 [Tesis de licenciatura]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <http://hdl.handle.net/11537/22019>
- Moreno, T. (2017). *Aplicación de citrato de calcio y sulfato de calcio en el rendimiento y calidad del espárrago (Esparragus officinalis)*. Lima. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2742>
- Ormeño, R. (2019). *Influencia de los factores determinantes de la producción de espárrago en el Perú (2007-2018)*. [Tesis de Grado]. Universidad San Ignacio de Loyola. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.14005/9547>
- Risso, A. Castañino, A, Rosini, M. Diaz, B. Marina, J. y Falavigna, A. (2012). *Productividad y calidad de cuatro híbridos de espárrago verde en invernadero*. Argentina.
- Rosales, E., Apaza y Bonilla. (2004). Economía de la producción de bienes agrícolas Teoría y aplicaciones. *Cede*, 10-49. Obtenido de <http://economia.uniandes.edu.co/publicaciones/d2004-34.pdf>