

Características socioeconómicas de los productores de cebada maltera en la región de Chimborazo, Ecuador

Socioeconomic Characteristics of Malting Barley Producers in the Chimborazo

 Adriana Gadvay Satán*
 María Aynaguano Ajo
 María Peralta Culcay
 Víctor Lindao Córdova
 Alfonso Suarez Tapia.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Riobamba, Ecuador.

* agadvay46@gmail.com

RESUMEN

Los productores de cebada presentan características socioeconómicas que producen pérdidas en el cultivo, por esta razón se encuestó a 14 productores de cebada maltera en el programa "Siembra por contrato" en la provincia de Chimborazo en el año 2022, donde se recopiló información en diferentes áreas, incluyendo el ámbito social, institucional y empresarial, productivo, ambiental, comercial, transferencia tecnológica y económico. Con la finalidad de analizar e interpretar un conjunto de variables relacionadas con los productores, así como identificar patrones y agrupar a los individuos con características similares, se aplicó el Análisis de Componentes Principales (PCA); además, se emplearon herramientas estadísticas, programación e integración de códigos en R. El resultado del análisis reveló la formación de 4 grupos (clusters) que se explican mediante 6 componentes, los cuales representan el 82.42% de la variabilidad total. Estos grupos permitieron identificar las fuentes socioeconómicas que influyen en las pérdidas de cebada. Entre ellas se encuentran el nivel de educación, ocupación, tenencia de tierras, tipo de suelo, variedad de cebada y porcentaje de maleza. El cluster B, junto con el productor 14, presentaron el mayor porcentaje de rendimiento comercializado siendo superiores a 3 001 kg. Mientras que, los productores de los clusters A y D tuvieron un rendimiento bajo (1 000 a 3 000 kg), independientemente de la variedad de cebada cosechada. El análisis multivariado demostró las características socioeconómicas de los productores y cómo estas afectan las pérdidas de cebada, mediante el Análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) se determinó que el peso de granos influye directamente en las pérdidas de cosecha mecanizada.

Palabras claves: *Análisis multivariado, Estadística aplicada, Hordeum vulgare, Maquinaria Combinada.*

ABSTRACT

Multivariate statistics were used in this study to analyze and interpret a set of variables related to malting barley producers in the "Siembra por contrato" program in the province of Chimborazo during the year 2022. Statistical tools, programming and integration of data were used. codes in R. A survey was carried out that collected information in different areas, including the social, institutional and business, productive, environmental, commercial, technological transfer and economic spheres. To identify patterns and group individuals with similar characteristics, Principal Component Analysis (PCA) was applied. The result of the analysis revealed the formation of 4 groups (clusters) that are explained by 6 components, which represent 82.42% of the total variability. These groups made it possible to

identify the socioeconomic sources that influence barley losses. Among these sources are the level of education, occupation, land tenure, type of soil, variety of barley and percentage of weeds. In particular, cluster B, together with producer 14, presented the highest percentage of commercialized yield, being greater than 3,001 kg. On the other hand, producers in clusters A and D had a low yield (1 000 to 3 000 kg), regardless of the variety of barley harvested. In conclusion, the multivariate analysis proved to be a useful tool to understand the socioeconomic characteristics of producers and how they affect barley losses.

Keywords: *Multivariate Analysis, Applied Statistics, Malting Barley, Combined Machinery.*

I. INTRODUCCIÓN

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es un cultivo de distribución global y se le atribuye la posición del cuarto cereal más relevante a nivel mundial, tras el maíz (*Zea mays* L.), trigo (*Triticum durum* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.) representando aproximadamente el 8% de la producción total de cereales (1, 2). El cultivo de cebada, es importante debido a su adaptación ecológica y diversidad de variedades, se cultiva en alrededor de 89 países, desde regiones subtropicales: África, Brasil, hasta zonas frías como Noruega y Alaska (3).

La Unión Europea es el mayor exportador de cebada y malta con 57 250 toneladas (t) registradas en el año 2018: mientras que, Arabia Saudita, China y Japón fueron los mayores importadores de cebada (2). Para el periodo 2010-2017 se registró que Perú fue el principal productor dentro de la región andina, debido a que produjo 214 670 toneladas (t) con un área de 146 610 hectáreas (ha) (4). Para el mismo año Colombia, Chile, Ecuador y Bolivia, en conjunto obtuvieron rendimientos de 164 640 toneladas (t) en un área de 95 339 hectáreas (ha) (5).

En Ecuador, la cebada presenta una superficie sembrada de alrededor de las 43 974 hectáreas (ha) con una producción de 54 048 toneladas (t), donde Chimborazo, Cotopaxi y Pichincha presentan el 56% de la producción total de cebada (6), estos cultivos son considerados minifundios debido a que se cultiva en áreas menores de 1 hectárea (ha) en su mayoría (3).

El principal uso de la cebada en Ecuador es para la elaboración de machica y arroz de cebada, representan 88,3% del consumo de grano de cebada total en el país (7,8). Además, la cebada es utilizada para la elaboración de cerveza, y derivados (9).

A lo largo de la historia, la agricultura en especial el cultivo de cereales ha experimentado constantes cambios en beneficio de la sociedad (10). Estos cambios han implicado la mejora y perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo a su vez, ha llevado a la reducción del tiempo de labores y a minimizar las pérdidas en el rendimiento agrícola (11).

La agricultura representa el 8% del Producto Interno Bruto (PIB) del país, y los agricultores contrinuyen con el 95% del PIB (12). Ante esta situación, Cervecería Nacional ha implementa un programa denominado “Siembra por Contrato”, en el que participan 11 provincias, que presentan aproximadamente el 30% de la población en situación de pobreza en el (13).

Durante el año 2016, la provincia de Chimborazo formó parte del programa “Siembra por Contrato”, la cual consiste en la garantía de compra del producto por parte de la cervecería local. Con un área sembrada de 553 ha de cebada iniciando con dos variedades Cañicapa y Metcalfe, en diferentes cantones(13). Para el año 2021, Cervecería Nacional proporcionó maquinaria como sembradoras, tractores y cosechadoras a los centros de acopio en Riobamba y Cayambe, permitiendo mejorar los procesos y costos de recolección de cosecha hasta en un 25%, mejorando así la productividad y reduciendo la pérdida en el cultivo mencionado (14).

Los productores partícipes del programa “Siembra por Contrato” tuvieron acceso a asesoría y acompañamiento durante todo el ciclo de cultivo, posteriormente recibieron insumos para los cultivos de cebada, maíz amarillo y blanco, arrocillo y almidón de papa, mediante convenios con diferentes empresas entre ellas Agropais, Agripac y entidades bancarias.

A nivel mundial los países productores de cebada a pesar de los rendimientos alcanzados han sufrido pérdidas de producción en la última década, llegando a más del 7% en la Unión Europea (UE) y Canadá (15). Para el año 2018 se registraron datos de Australia con -12,36% y en Rusia -13,37%, a su vez en UE, la producción fue menor a un 2,4% (5). Actualmente se tiene registrado pérdidas de hasta 67%. Además, la relación mundial de stock/consumo se ubica en torno al 15%, siendo ésta la más baja.

El presente estudio tuvo como objetivo identificar las características socioeconómicas de los productores en relación con la producción de cebada maltera en el programa “Siembra por contrato” en la provincia de Chimborazo. La información de interés fue recopilada utilizando una encuesta dirigida a productores. Los datos obtenidos fueron procesados mediante Análisis de Componentes Principales (PCA). Para identificar las fuentes que influyen en las pérdidas de cosecha mediante el uso de maquinaria combinada los datos obtenidos de campo se analizaron mediante el método de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS).

Estos métodos permitieron el análisis de datos múltiples es decir PCA es un método estadístico que permite simplificar la complejidad de espacios muestrales, mediante la agrupación de individuos con características similares (16). Por su parte, PLS predice un conjunto de variables dependientes de un gran conjunto de variables independientes y así identificar las fuentes que ocasionan las pérdidas de cebada maltera, creando de esta manera un modelo calibrado (17).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. Para la identificación de la situación actual de los 14 productores asociados al programa “Siembra por contrato” del año 2022, se aplicó una encuesta diseñada sobre información del ámbito social (instrucción académica, acceso a servicios básicos), institucional (asistencia técnica recibida), empresarial (personal, sistemas de cosecha), productivo (rendimiento, variedad cultivada), ambiental (prácticas de conservación de suelos), comercial (destino de la producción), transferencia tecnológica (prácticas agrícolas, adaptación de

tecnologías) y económico (Ingresos, costos de producción).

Además, se obtuvo información en campo, sobre las pérdidas naturales, pérdidas por maquinaria, y otras variables de efecto importantes como la pendiente, velocidad de la combinada, humedad del grano, impurezas y calibre del grano.

La metodología aplicada para cuantificar las pérdidas consistió en representar el lote como una tabla de ajedrez, en la cual se seleccionaron 22 puntos al azar y por cada punto se tomaron 3 submuestras, una en la zona de corte, otra en la zona de desecho y otra de la zona de la oruga. Se observó si dentro del cuadrante, se encontraban granos caídos y espigas, posteriormente se procedió a recogerlos y cuantificar el peso de los mismos. Toda la información obtenida fue analizada auxiliándose del software R para cada uno de los métodos estadísticos utilizados (PCA y PLS).

III. RESULTADOS

A) Análisis de Componentes Principales (PCA)

El análisis de componentes principales (PCA), permite simplificar la complejidad de espacios muestrales con muchas dimensiones conservando su información permitiendo identificar subagrupación de individuos con características similares (18, 19) al condensar la información de múltiples variables en solo unas pocas componentes. Se utiliza en diversas áreas académicas (20). Reduce la dimensionalidad de los datos al encontrar un número reducido de variables que expliquen la mayor cantidad posible de la variabilidad (21, 22).

El análisis PCA se utilizó con la finalidad de establecer la posible variabilidad en los agricultores partícipes en el programa “Siembra por Contrato” en la provincia de Chimborazo, con especial énfasis en la cosecha y poscosecha del cultivo de cebada maltera.

En la tabla 1 se visualiza que con seis componentes principales se pudo explicar un 82.42% de variabilidad total, permitiendo generar la agrupación de características similares de los productores partícipes en la investigación.

Tabla 1. Valores propios y porcentaje de la variabilidad explicada en los seis primeros componentes principales.

	Variabilidad explicada (%)	Porcentaje de la variabilidad acumulada
Comp 1	28.67	28.67
Comp 2	18.11	46.78
Comp 3	12.65	59.43
Comp 4	9.24	68.67
Comp 5	7.46	76.13
Comp 6	6.29	82.42

En la Figura 1a, se observan las fuentes socioeconómicas que pueden generar pérdidas en el rendimiento del cultivo de cebada obtenidas de las 42 preguntas de la encuesta aplicada a productores de cebada a en Chimborazo.

En la Figura 1b, se visualiza la agrupación de los productores de acuerdo a características similares dando como resultado cuatro cluster y un valor atípico (productor 14 que posee características diferentes a los demás). El grupo A esta definido por fuentes como cantón, educación, ocupación, tenencia del lote, asistencia técnica, calificación de la mecanización, calificación de la maquina combinada y la integran los productores 5, 6, 9 y 10. En el cluster B se agrupan los productores 8, 12 y 13 definido por las fuentes variedades, precio de venta en kg, número de horas de trabajo, almacenamiento de la semilla de cebada, la cantidad de cebada cosechada determinando el rendimiento por lote, entre otras.

Mediante el análisis del grupo C se observa que esta integrado por los productores 3,7 y 11 quienes presentan características similares con base en las fuentes como: Tipo de suelo, edad, técnicas de preparación del suelo, etc. Finalmente, el cluster D determinada por fuentes como, técnicas de abonadura y pago del jornal agrupa a los productores 1, 2 y 4 de la provincia de Chimborazo.

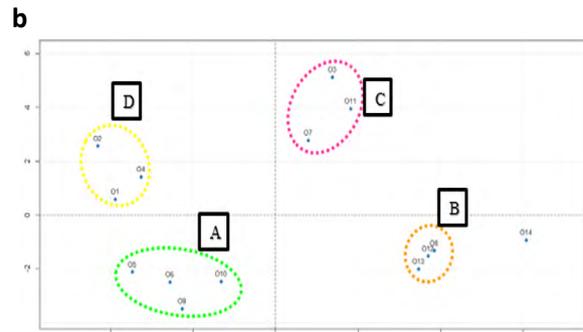
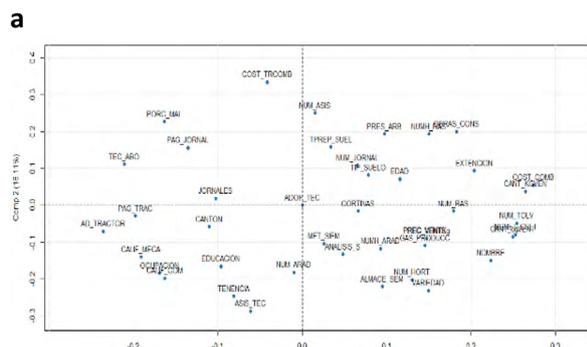


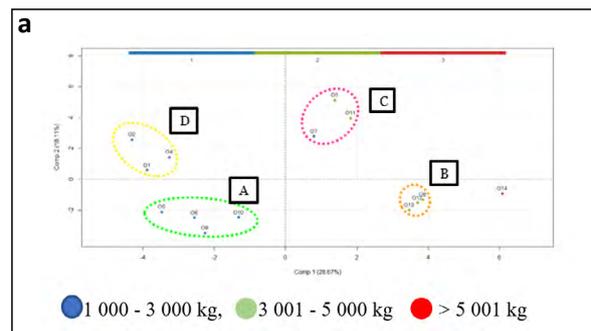
Figura 1. (a) Fuentes Socioeconómicas, (b) Score de Productores.

Cantidad de grano comercializado

Al analizar la Figura 2a, se evidencia que el grupo B junto con el productor 14, presentan un mayor porcentaje de grano comercializado (3 001 - 5 000 y >5 001 kg), en cambio en los grupos A y D los productores presentaron un bajo rendimiento (1 000 - 3 000 kg), independientemente de la variedad cosechada.

El programa “Siembra por contrato” distribuye diferentes tipos de semilla de cebada a los productores, dependiendo de las condiciones edafoclimáticas del lote, en la Figura 2a , se observa que en el grupo A se obtuvo una baja producción en la cosecha de la variedad Cañicapa (Figura 2b), a diferencia del grupo B que junto con el productor 14 mostraron buenos rendimientos al sembrar la variedad ABI Voyager (3 001 - 5 000 y > 5 001 kg comercializado).

En la Figura 2c, se se observa que en el cluster A, todos los productores presentan niveles de estudio superiores, a diferencia del cluster B y productor 14, quienes presentan niveles de estudio basico (8 y 14) y superior (12 y 13). En la Figura 2 d, se puede observar que en los clústers B y C junto con el productor 14, se dedicaron totalmente a las actividades agrícolas y sus rendimientos obtenidos fueron mayores al de los demás clústers quienes dedicaron menor tiempo al manejo del cultivo de cebada.



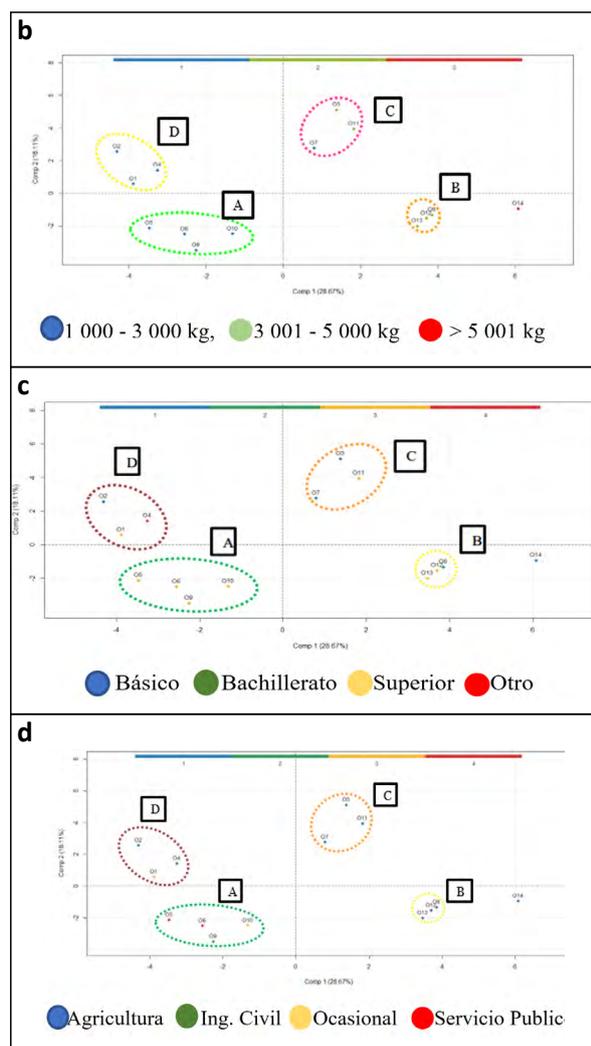


Figura 2. Agrupación de productores: (a) Cantidad de kg comercializada, (b) Variedad, (c) Educación, (d) Ocupación.

B. Análisis de regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS)

Correlación de Spearman

Para construir el modelo multivariado, se aplicó el análisis de Spearman utilizando las variables de rendimiento, pérdidas naturales y pérdidas por maquinaria. Los resultados muestran que la correlación entre rendimiento y pérdidas naturales fue del 30%, mientras que, la correlación entre rendimiento y pérdidas por maquinaria fue del 26%. Por otro lado, la correlación entre pérdidas naturales y pérdidas por maquinaria fue del 12% (Tabla 2). Estos resultados indican una débil dependencia lineal positiva entre cada par de variables. Debido a esta relación, se procedió a realizar un modelo individual para cada variable evaluada.

Tabla 2. Correlaciones entre rendimiento, pérdidas naturales y pérdidas por maquinaria.

	Rendimiento	Pérdidas Naturales	Pérdidas por maquinaria
Rendimiento	1	0.30	0.26
Pérdidas Naturales	0.30	1	0.12
Pérdidas por Maquinaria	0.26	0.12	1

C. Modelo multivariado PLS

Los datos obtenidos en campo y procesados en laboratorio para cada variable se consideraron como fuentes para determinar las pérdidas mediante el uso de maquinaria combinada indicadas a continuación:

Tabla 3. Fuentes para elaborar el diseño multivariado.

	Fuente	Código
Fuentes Alternas	Variedad	VARIEDAD
	Altitud	MSNM
	Velocidad de la combinada	V_COMBI
	Humedad del grano	H_GRANO
	Pendiente	PENDIENTE
	Impurezas	IMPUREZAS
	Calibre	CALIBRE
	Número de tallos	NUM_TALM2
	Número de espigas	NUME_ESPIM2
	Peso de granos	W_GRAM2
Fuentes para rendimiento	Peso de espigas	W_ESPIM2
	Altura del tallo	ALT_TALL
	Tamaño de la espiga	TAM_ESPIG
	Número de granos totales	N_GRANTM2
	Número de granos fértiles	N_GRANFM2
	Número de granos infértiles	N_GRAIFM2
	Peso de granos al 12% de humedad	W_AJUST
	Número de granos caídos	(PN) PM_NGSM2
	Número de espigas caídas	(PN) PM_NESM2
	Peso de granos	(PN) PM_WGRAM2
Fuentes para pérdidas naturales y por maquinaria	Peso de espigas	(PN) PM_WESM2
	Número de granos fértiles	(PN) PM_NGRANF
	Número de granos infértiles	(PN) PM_NGRA-NIF
	Número de granos totales	(PN) PM_GRATM2
	Peso de granos al 12% de humedad	(PN) PM_WAJUS

D. Rendimiento

Con la elaboración del modelo multivariado (Tabla 4, 5), se observa un coeficiente de determinación de 1, que significa el 100% de la varianza, es decir, que presenta un buen ajuste proporcionando un modelo viable, mismo que fue centralizado y estandarizado, reduciendo las fuentes que estiman el rendimiento como son el peso de granos (m²) con un coeficiente de 9,99.

En la Figura 3 mediante el método de codo y un RMSEP equivalente a 0,03, como funciones del número de componentes, permitiendo la estabilidad del modelo con la fuente peso de granos (m²), misma que presenta un mayor porcentaje en la determinación del rendimiento de cebada.

Tabla 4. Diseño multivariado de Rendimiento VIP>1

	X cumexpvar	Y cumexpvar	R ²	RMSE
Cal	100	100	1	0

Tabla 5. Resumen de las fuentes con VIP>1 para rendimiento

	Número de tallos	Número de espigas	Peso del grano
Coefficientes	-3,067036e-05	4,464684e-05	9,999998e+00
Error estándar	4,850369e-05	2,762529e-05	2,519833e-05

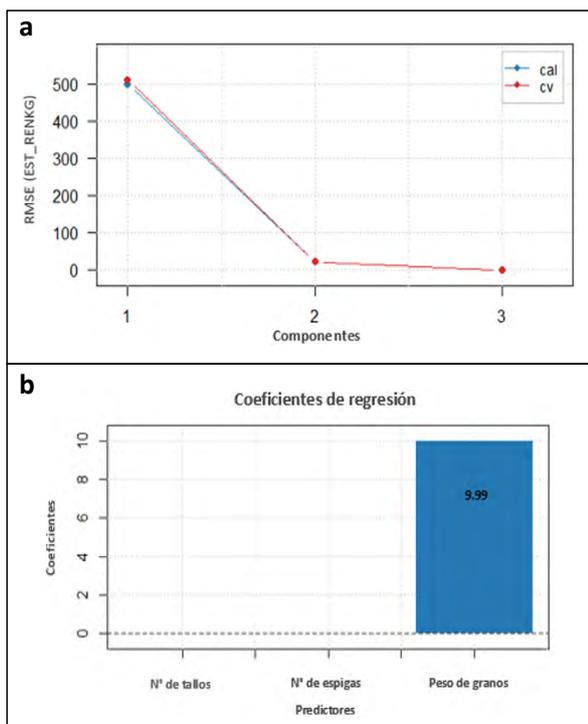


Figura 3. Pls Rendimiento (a) Curvas RMSE con validación cruzada (b) Regresión de coeficientes.

E. Pérdidas Naturales en cebada maltera

Antes de realizar la cosecha, se visualizó la existencia de grano en el suelo, debido a diversos factores como por ejemplo lluvias o la presencia de aves que causaran mermas en la producción. En la Tabla 6 con un coeficiente de determinación de 100%, se obtuvo un modelo fiable con VIP>1, determinado que las fuentes, peso de granos totales (m²) con un valor de 10 de su coeficiente (Tabla 7) mediante una matriz de 308 x 8, mismo que fue centralizado y estandarizado.

En la Figura 4 mediante el método del codo se evidenció una declinación en el punto 2 (número de granos fértiles en m²) hacia el punto 3 (peso de los granos) estabilizando el modelo, a su vez, en el gráfico de predicción los datos utilizados para la elaboración del modelo se encuentran correlacionados, donde los puntos se encuentran junto a la línea de tendencia.

Tabla 6. Diseño multivariado de Pérdidas Naturales con VIP>1

	X cumexpvar	Y cumexpvar	R ²	RMSE
Cal	100	99,99447	1	0

Tabla 7. Resumen de las fuentes con VIP>1 para Pérdidas Naturales.

	Número de granos fértiles	Número de granos totales	Peso del grano
Coefficientes	0,0001752828	-0,0001752684	10,0003456207
Error estándar	0,0001138895	0,0001203935	0,0103840365

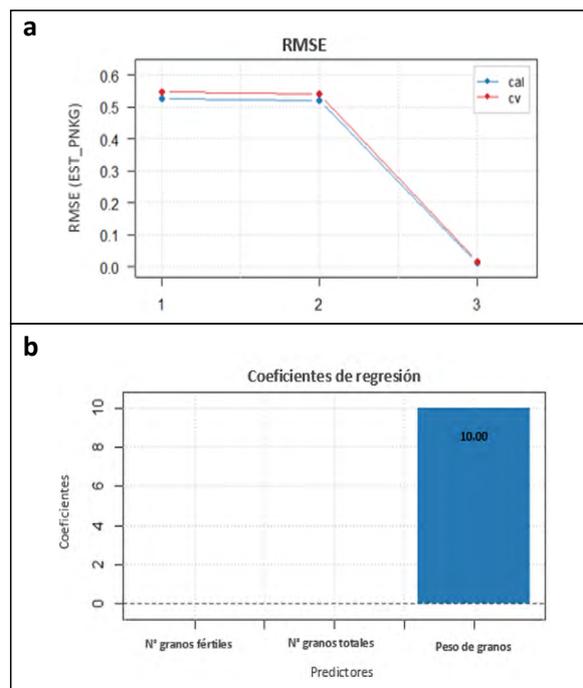


Figura 4. Pls Pérdidas Naturales (A) Curvas RMSE con validación cruzada (C) Regresión de coeficientes

E. Pérdidas por el uso de Maquinaria Combinada

Con el modelo elaborado para determinar pérdidas por el uso de maquinaria combinada, se puede evidenciar que las variables establecidas en X son menores a la variable en estudio Y, la cual representa el total de pérdidas por maquinaria en kg, con un coeficiente de determinación de 0,99 equivalente a un 99% de varianza con un ajuste perfecto, siendo un modelo muy fiable mismo que fue centralizado y estandarizado, para $VIP > 1$ (Tabla 8).

Al igual que en los modelos anteriores, el modelo multivariado logra reducir las fuentes de la Tabla 3, que de un conjunto de fuentes (Tabla 3), se reduzcan permitiendo estimar las pérdidas por maquinaria, donde el peso del grano (m^2) con un coeficiente de 9,99 (Tabla 9) es el de mayor importancia.

En la Figura 5 se constata la estabilidad del modelo, en predicciones se observa que todos los datos están correlacionados en la línea de tendencia central.

Tabla 8. Diseño multivariado de Pérdidas Naturales con $VIP > 1$

	X cumexpvar	Y cumexpvar	R ²	RMSE
Cal	88,53945	99,70795	0,997	4,771

Tabla 9. Resumen de las fuentes con $VIP > 1$ para Pérdidas por Maquinaria.

	Número de granos totales	Peso de granos
Coefficientes	0,05677043	9,99816560
Error estándar	0,15809779	0,06019622

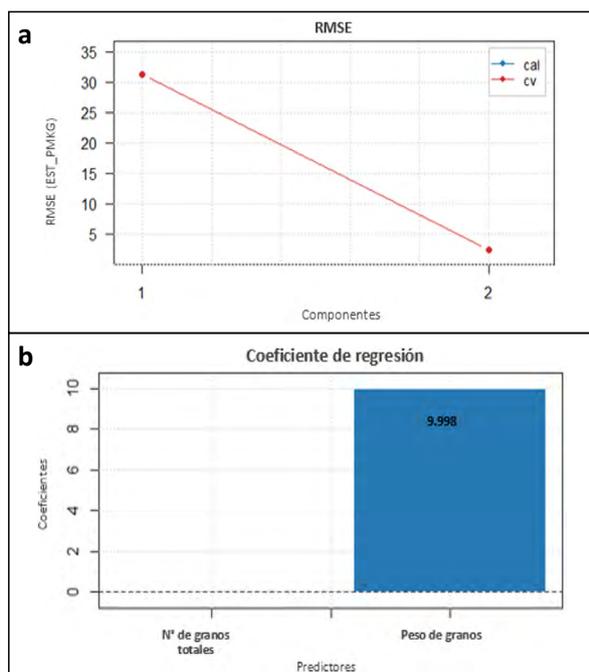


Figura 5. PLS Pérdidas Naturales (A) Curvas RMSE con validación cruzada (C) Regresión de coeficientes.

IV. DISCUSIÓN

Los productores obtuvieron mayores rendimientos en suelos franco arenosos, con la variedad ABI Voyager, en comparación con la variedad Cañicapa. Según Vimos M (23) menciona que, en la provincia de Chimborazo los suelos predominantes son de texturas franco arenoso (11,3 %) y franco limoso (9,8 %), predominando en los tres agroecosistemas la textura franca en un 84,6%, siendo estos suelos adecuados para el cultivo de cebada como se documenta en estudios realizados por Carrillo F y Minga F (12), quienes mencionan que los suelos arenosos y francos arenosos con buen drenaje y un pH de 5,5 a 7,5 son propicios para el cultivo de cebada.

Los resultados obtenidos muestran que, los productores ubicados en las zonas de Guamote y Riobamba obtuvieron menores ingresos, debido a que la cantidad de cebada cosechada, fue inferior a 3 000 kg. Además, estos productores optaron por cultivar la variedad Cañicapa, la cual presenta un porcentaje de almidón de 46,84, según el estudio de Valero C (24).

Otro factor que influyó en los resultados fue la tenencia del lote, ya que los productores poseían parcelas propias con un área de 2 a 3 hectáreas. Debido a ello, durante la etapa de cosecha, se pudo registrar un porcentaje mayor al 50% de malezas presentes en los cultivos, indicando una falta de control oportuno por parte de los productores. Esta situación pudo haber aumentado la probabilidad de infestación de la cebada por enfermedades durante la etapa de postcosecha, como señala el estudio realizado por Castiblanco L et al (25). Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar diversos factores en la producción de cebada. La cantidad cosechada, la elección de la variedad de cebada, el control de malezas y el manejo adecuado durante la etapa de postcosecha son elementos fundamentales que pueden afectar los ingresos de los productores.

Mediante los estudios realizados por Guerrero D et al y Poveda M (26:8), se ha determinado que las pérdidas de rendimiento en el cultivo de cebada son aproximadamente del 20% y están relacionadas con diversos factores, que incluyen el número de semillas por espiga, el peso del grano y el poder germinativo. Además, Carrillo F y Minga F concordando con Franco G (12:27), mencionan que las pérdidas pueden variar

dependiendo de la variedad de cebada utilizada, las condiciones climáticas y la virulencia de los virus que puedan afectar el cultivo.

En este estudio, se obtuvieron resultados respaldados por investigaciones previas y concuerdan con la influencia de estas variables en las pérdidas del rendimiento. Además, el comportamiento observado de las variedades Cañicapa y ABI Voyager, confirma la relevancia de considerar la elección de variedades en el cultivo de este importante cereal.

Las pérdidas naturales pueden ser ocasionados por cambios ambientales y fenológicos entre los que se incluyen sequías, heladas, granizo (28). En todo cultivo es inevitable que parte de los granos caigan al suelo, ya sea por desgrane natural o por circunstancias externas como plantas volcadas o inclemencias climáticas (29).

Los resultados mostrados en la Tabla 7 indican que el peso de granos (m²) es una fuente que afecta en mayor porcentaje a las pérdidas naturales, concordando con lo expuesto por Tapia R y Fries A (30), quién manifiesta que los granos llenos pueden desprenderse fácilmente y caer de la espiga antes de la cosecha, debido al peso que tienen si esta ha alcanzado su madurez fisiológica y ha sido sometida a algún tipo de estrés mecánico (vientos fuertes o lluvias intensas).

Las pérdidas de granos durante la cosecha pueden deberse a varios factores, como: la configuración del cabezal de la cosechadora, la velocidad de cosecha, la calidad del grano y la humedad del grano. Además, durante el transporte de la producción a través de la cosechadora, pueden ocurrir pérdidas debido a la manipulación inadecuada, a la falta de ajuste de la maquinaria y a la presencia de materiales en el cultivo (31).

Con base a la información proporcionada en la Tabla 9, se observa que el peso de los granos constituye una de las principales causas de pérdida en relación con el uso de maquinaria combinada durante la cosecha. Esto se debe a que las cosechadoras pueden ocasionar daños en los granos durante el proceso de recolección, lo que resulta en una disminución en el peso y la calidad de los granos recolectados. Por consiguiente, resulta de vital importancia tomar medidas para minimizar estas pérdidas, tales como ajustar la configuración del cabezal de la cosechadora y llevar a cabo inspecciones regulares del equipo

de cosecha, como se indica en el informe de Jacobs L y Quack L (32).

Según Ruiz-Altisent M (33) establece que, si la velocidad de la máquina es demasiado alta, el grano puede salir despedido y caer al suelo, si el ventilador genera aire muy fuerte el grano puede ser expulsado junto con la paja o la basura, en tanto que si esta es baja se puede acumular en la tolva un mayor porcentaje de impurezas y, si las zarandas están muy cerradas, evitan que pase muy poco grano, mientras que, si están demasiado abiertas, podría pasar demasiado grano ocasionando pérdidas en el proceso.

V. CONCLUSIONES

Mediante la información socioeconómica proporcionada por los productores de la provincia de Chimborazo, se pudo determinar que el nivel de educación, ocupación, la variedad de cebada, entre otras fueron las principales fuentes que influyeron en las pérdidas de rendimiento.

Al realizar el modelo PLS se logró definir pérdidas de 130,58 kg ha⁻¹ con un porcentaje de pérdidas por el uso de maquinaria de 5,96%, donde el rendimiento alcanzado fue de 2 511,68 kg ha⁻¹, y en pérdidas naturales 0,74 kg ha⁻¹.

El rendimiento de grano para las variedades ABI Voyager y Cañicapa está determinadas por el peso de granos y peso de espigas. Las pérdidas naturales, son influidas por el número de granos fértiles, el número de granos totales y el peso de los granos, mientras que con el uso de maquinaria combinada las pérdidas son generadas por el peso del grano y el peso de las espigas.

Se determinó mediante el modelo cuadrados mínimos parciales que la mayor fuente que afecta la disminución del rendimiento en el cultivo de cebada maltera es el peso del grano, independientemente de la variedad sembrada.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Empresa Cervecería Nacional conjuntamente con el grupo de investigación Agro – Cervecería Nacional, al Ing. Xavier Mera, Ing. Adriana Cuji, Ing. Stalin Cuaces, a los productores participantes en el programa “Siembra por Contrato” y al Sr Raúl Cargua.

V. REFERENCIAS

1. Baloch U. WHEAT Post-harvest Operations-Post-harvest Compendium. FAO. 2017;21. Obtenido de: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es
2. Ponce L, Noroña P, Campaña D, Garófalo J, Coronel J, Jiménez C, et al. La cebada (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2019. 56 p.
3. González M, Zamora M, Solano S. Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Rev Mex Ciencias Agrícolas*. 2016;7:159–71. <https://doi.org/10.29312/remexca.v7i1.380>
4. Taner A, Muzaffer A, Fazil D. Barley: Post-harvest Operations. Food Agric Organ United Nations [Internet]. 2004;1–64. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/P3-9965.pdf>
5. FAOSTAT_data_es_7-3-2023.pdf. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/>
6. INEC. Encuesta de superficie y producción continua. Espac - Inst Nac Estadística y Censos [Internet]. 2022;1–55. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales resultados-ESPAC_2021.pdf
7. Buendía SL. Universidad Internacional Del Ecuador. 2014;86. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/275/1/T-UIDE-0254.pdf>
8. Poveda M. Elaboración de cereal de cebada extruido listo para el consumo y estudio de factibilidad de industrialización del producto. 2006;135. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/713/1/82575.pdf>
9. Raigon F. Variables Tecnológicas que afectan a la calidad de la cebada para uso maltero. 2015; Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/31828/files/TAZ-TFG-2015-1142.pdf>
10. Bula A. Importancia de la agricultura en el desarrollo socio económico. Informe [Internet]. 2020;1–29. Disponible en: <https://observatorio.unr.edu.ar/wp-content/uploads/2020/08/Importancia-de-la-agricultura-en-el-desarrollo-socio-economico.pdf>
11. Macías I, Barrera A, Ramírez L, Arzube M, Macías I, Barrera A, et al. Surgimiento y desarrollo de cosechadoras de cereales. Caso de estudio Cuba. *Rev Científica y Tecnológica UPSE* [Internet]. 2017 Mayo 25 [citado 2023 Abril 5];4(1):47–53. Disponible en: <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/241>
12. Carrillo F, Minga F. Caracterización agronómica de 16 variedades de cebada maltera realizadas en el centro experimental Tunshi. *Riobamba*. 2021;6(1):637–55.
13. Contrato SP. " Siembra Por Contrato " de Cervecería Nacional reactiva el agro ecuatoriano a través de acuerdos , capacitación , insumos y tecnificación agrícola. :3–7.
14. Amaguaya, F. "EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LÍNEAS DE CEBADA. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Riobamba. 2022; Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/17218>
15. Chaparro. JM, Devia . JR, Zea . JA. Evaluación de pérdidas de grano en cosecha de arroz con combinada. *Ing e Investig*. 1984;(8):14–24.
16. Aksic M, Tosti T, Sredojevic M, Jasminka M, Meland M, Natic M. Comparison of Sugar Profile between Leaves and Fruits of Blueberry and Strawberry Cultivars Grown. *Plants*. 2019;8:205.
17. Ruiz C. Modelo de Regresión PLS. *Univ Sevilla*. 2017;95.
18. Abdi H, Williams LJ. Principal component analysis. *wiley interdisciplinary reviews: computational statistics*. *Wiley Interdisciplinary Rev Comput Stat*. 2010;1–47.
19. Steffens F. What is principal components analysis? *Semin Princ components Anal Atmos Earth Sci*

- Pretoria, 1983, (Council Sci Ind Res Pretoria, Natl Program Weather Clim Atmos Res CSIR-S-334). 1983;26(3):3–16.
20. Vidal R and Sastry S. Generalized principal component analysis. *Interdiscip Appl Math.* 2016;40:1–566.
 21. Partridge M, Jabri M. Robust principal component analysis. *Neural Networks Signal Process - Proc IEEE Work.* 2000;1(May):289–98.
 22. Sanguansat P. Two-Dimensional Principal Component Analysis and Its Extensions. *Princ Compon Anal.* 2012;(2005).
 23. Vimos M. Evaluación del estado de degradación y de fertilidad según el uso del suelo en tres agroecosistemas. *Esc Super Politécnica Chimborazo.* 2017;162.
 24. Valero C. Sistemas de trilla y separación en cosechadoras de cereales. 2004;
 25. Castiblanco L, Miranda A, Valbuena L, Contreras R. El cultivo de la cebada en Colombia. 1972;(11):99 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19828>
 26. Guerrero D, Bernabé-González T, Cayetano-Catarino M, Adán-Díaz A, Torres-Pastrana MA. Cultivo de. *J Microbiol.* 2007;19(1969):1–3.
 27. Franco G, García M, Antía-Londoño G, Henao-Rojas J. Cosecha y manejo poscosecha. *Tecnologica para el Cultivo la mora (Rubus glaucus {Benth})* [Internet]. 2020;297–325.
 28. Iniap. Cosecha y Poscosecha de Cebada. 2021;161–78.
 29. Vazquez J. Efecto de la modificación morfológica de las espigas en el rendimiento y componentes de rendimiento de líneas mutantes de cebada (*Hordeum vulgare* L.) obtenidas con irradiación gamma. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 2019. pp.22-25. 30.
 30. Tapia R y Fries A. GUÍA DE CAMPO DE LOS CULTIVOS ANDINOS. Perú. 2007. pp. 69-96. ISBN 978-92-5-305682-8. Disponible en: <https://keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Biodiversidad/71.pdf>
 31. Polanco F. Maquinaria y Mecanización Agrícola MAQUINARIA Y MECANIZACIÓN AGRÍCOLA. 2007;1–209.
 32. Jacobs L and Quack L. The end of the diesel subsidy: Distributional effects of a CO2-based energy tax reform. *Wirtschaftsdienst.* 2018;98(8):578–86.
 33. Ruiz-Altisent M. Cosechadoras grano. Su adaptación a las cosechas. *Rev Agric.* 1983;52:497–502.