

HIDROLIZADO DE PESCADO CON FERMENTACIÓN HOMOLÁCTICA EN MAÍZ MORADO (*Zea mays* L.) EN LA MOLINA

FISH HYDROLYZATE WITH HOMOLACTIC FERMENTATION IN PURPLE CORN (*Zea mays* L.) AT LA MOLINA

Julián Chura-Chuquija¹ y Alexéi Armando Montero Ravelo²

Resumen

Los costos de los fertilizantes inorgánicos siguen un aumento creciente en los últimos años, es necesario buscar nuevas fuentes de fertilizantes más económicos, una alternativa sería el hidrolizado de pescado. El objetivo fue evaluar la factibilidad técnica del efecto de un hidrolizado de pescado sobre los componentes de rendimiento y contenido de antocianina (color value) de maíz morado. El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo factorial de dos variedades (v_1 = PMV-581 y v_2 = Pacarán) x dos momentos de aplicación m_1 = Alopes forte 3 (V6, V10, R1 aplicados en hojas, tallo y drench) y m_2 = Alopes forte 4 (V6, V10, R1 y R3 aplicados en hojas, tallo, drench y mazorca) x tres dosis (d_1 = 1.5 l·ha⁻¹, d_2 = 3.0 l·ha⁻¹, d_3 = 4.5 l·ha⁻¹) y dos tratamientos adicionales de fertilización convencional N-P-K, con cada variedad, formándose 14 tratamientos. Para rendimiento en grano, mazorca y coronta la combinación que obtuvo el mayor valor fue la variedad PMV-581 x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha⁻¹. Se registró mayor color value en la combinación Pacarán x Alopes forte 4 x 1.5 l·ha⁻¹.

Palabras clave: hidrolizado, pescado, maíz morado, antocianinas, bioestimulantes.

Abstract

The costs of inorganic fertilizers have been increasing in recent years, and it is necessary to look for new sources of cheaper fertilizers, an alternative would be fish hydrolysate. The objective was to evaluate the technical feasibility of the effect of a fish hydrolysate on the yield components and anthocyanin content (color value) from purple corn. The experimental design was a randomized block with a factorial arrangement of two varieties (v_1 = PMV-581 and v_2 = Pacarán) x two application moments m_1 = Alopes forte 3 (V6, V10, R1 applied on leaves, stem and drench) and m_2 = Alopes forte 4 (V6, V10, R1 and R3 applied on leaves, stem, drench and ear) x three doses (d_1 = 1.5 l·ha⁻¹, d_2 = 3.0 l·ha⁻¹, d_3 = 4.5 l·ha⁻¹) and two additional treatments of conventional N-P-K fertilization, with each variety, forming 14 treatments. For grain, ear and corncob, the combination that obtained the highest value was the variety PMV-581 x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha⁻¹. The highest color value was recorded in the combination Pacarán x Alopes forte 4 x 1.5 l·ha⁻¹.

Key words: hydrolysate, fish, purple corn, anthocyanins, biostimulants.

Introducción

Según el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2022), el precio de los fertilizantes ha experimentado fuertes aumentos desde el año 2007, alcanzando su mayor valor el año 2022. En la actualidad, los precios de los fertilizantes han disminuido, pero se mantienen en niveles históricamente elevados (Baffes & Chian, 2023); esto nos hace buscar otras opciones de fertilización que suplan o disminuyan el empleo de los fertilizantes minerales.

Los hidrolizados de proteínas de pescado tienen una amplia gama de aplicaciones, entre ellos los cultivos agrícolas como bioestimulantes (Schaafsma, 2009), que se suministran como extractos líquidos, polvos solubles y formas granulares, aplicados a la raíz, y hojas como pulverizaciones foliares (Colla *et al.*, 2015).

La variable rendimiento de coronta de maíz morado es muy importante para el mercado exterior debido a que es la coronta la que se procesa para la obtención de

antocianinas (Cerro-Ruiz & Espillico-Cormilluni, 2021).

Se planificó utilizar el bioestimulante Alopes forte, que es un hidrolizado de pescado fermentado con bacterias ácido lácticas, en maíz morado, con la hipótesis de que su utilización contribuirá a suplir o disminuir el uso de fertilizantes minerales y aumentar el ingreso del agricultor. Es por ello que un experimento, bajo condiciones de campo, fue conducido con el objetivo general de evaluar la factibilidad técnica del empleo del bioestimulante líquido Alopes forte como fuente de nutrientes para la fertilización del maíz morado mediante la evaluación del rendimiento y contenido de antocianina.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima, Perú), en el campo Santa Rosa ubicado a 243.7 msnm (12° 05' 06" Latitud

Sur y 76° 57' 00" Longitud Oeste) en el periodo de agosto del 2009 a febrero del 2010.

La Molina, está ubicada en la zona media del valle del río Rímac y tiene un clima desértico tropical costero con alta humedad relativa y escasa precipitación pluvial. La temperatura varió entre 23.7 °C (temperatura máxima) y 14 °C (temperatura mínima) en enero y agosto, respectivamente; así mismo, presentó una media cuyos valores estuvieron entre 16.7 °C y 22.9 °C en agosto y enero, respectivamente. La humedad relativa registró una mínima de 71% en noviembre y una máxima de 97% en agosto; la humedad promedio varió entre los 82 y 90% en noviembre y agosto, respectivamente.

Los resultados de análisis de suelo indican que tiene una textura Franca (método del hidrómetro), tiene una buena retención de agua y adecuada aireación. Presenta una reacción ligeramente alcalina con un contenido medio de CaCO_3 ; el contenido de materia orgánica (método de Walkley y Black) es bajo, por lo que el aporte de nitrógeno del suelo es limitado.

El contenido de fósforo (obtenido mediante el método de Olsen modificado, extracción con NaHCO_3 5 molar, pH 8.5) y potasio (método de extracción con acetato de amonio pH 7.0) es alto, por lo que la respuesta a la fertilización química será menor a la fertilización nitrogenada. La capacidad de intercambio catiónico (saturación con acetato de amonio pH 7.0) muestra una fertilidad potencial alta del suelo. Respecto a los cationes cambiables, el calcio y magnesio predominan, saturando en un 92.76% del complejo de cambio, mostrando una fuerte tendencia hacia la neutralidad y alcalinidad con un contenido medio calcáreo total. Esta característica establece relaciones catiónicas CaMg^{-1} 7 (normal), CaK^{-1} 12.83 (bajo), MgK^{-1} 1.83 (normal), valores que corresponden a niveles normales en una adecuada nutrición mineral, aunque haya un ligero desbalance de calcio con respecto al potasio es manejable. La conductividad eléctrica indica que no tiene problemas de salinidad.

El bioestimulante Alopes forte es obtenido de recursos hidrobiológicos (anchoveta) mediante procesos biotecnológicos de hidrólisis enzimática (proteasas microbianas), luego con bacterias de fermentación homoláctica por espacio de siete días pasa a ser filtrado, envasado y comercializado en forma líquida. Los microorganismos usados en su proceso son generalmente aceptados como seguro (Arcayo, 2018). Dentro de las propiedades de este bioestimulante se mencionan que activan los procesos fisiológicos de las plantas, es rico en L-aminoácidos libres (biológicamente activos) forma como los aprovechan las plantas, y contiene péptidos, vitaminas, enzimas, ácidos orgánicos como el ácido láctico, macro y micro elementos quelados orgánicamente (Florez-Jalixto *et al*, 2021).

Factores de este estudio:

Factor V: Variedades. v_1 : PMV-581 y v_2 : Pacarán.

Factor M: Momento de aplicación de Alopes forte. m_1 = Aplicación de Alopes forte en 3 etapas fenológicas V6, V10, R1 (hojas, tallo y drench) y m_2 = Aplicación de Alopes forte en 4 etapas fenológicas V6, V10, R1, R3 (hojas, tallo, drench y mazorca).

Factor D: Dosis de aplicación Alopes forte d_1 : 1.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$, d_2 : 3.0 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ y d_3 : 4.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Los tratamientos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Conformación de los tratamientos.

Tratamiento	Variedad (V)	Momento-de aplicación (M)	Dosis (D)
1	PMV-581 (v_1)	Alopes forte 3 (m_1)	1.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_1)
2	PMV-581 (v_1)	Alopes forte 3 (m_1)	3.0 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_2)
3	PMV-581 (v_1)	Alopes forte 3 (m_1)	4.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_3)
4	Pacarán (v_2)	Alopes forte3 (m_1)	1.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_1)
5	Pacarán (v_2)	Alopes forte 3 (m_1)	3.0 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_2)
6	Pacarán (v_2)	Alopes forte 3 (m_1)	4.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_3)
7	PMV-581 (v_1)	Alopes forte 4 (m_2)	1.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_1)
8	PMV-581 (v_1)	Alopes forte 4 (m_2)	3.0 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_2)
9	PMV-581 (v_1)	Alopes forte 4 (m_2)	4.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_3)
10	Pacarán (v_2)	Alopes forte 4 (m_2)	1.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_1)
11	Pacarán (v_2)	Alopes forte 4 (m_2)	3.0 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_2)
12	Pacarán (v_2)	Alopes forte 4 (m_2)	4.5 $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$ (d_3)
13	Pacarán	180-80-60	
14	PMV-581	180-80-60	

La parcela experimental estuvo constituida de 4 surcos, de 4.4 m de largo distanciados a 0.8 m entre surcos y 0.40 m entre golpes (dos plantas por golpe). La evaluación se realizó en los dos surcos centrales. El área de cada parcela fue de 14.08 m^2 y el ancho de las calles fue de 1.20 m.

Se realizó un arreglo factorial de tres factores 2V x 2M x 3D más dos tratamientos adicionales formando 14 tratamientos. El diseño experimental fue bloques al azar con 4 bloques. La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Duncan.

Tabla 2. Cuadro de análisis de variancia para altura de planta (cm), altura de mazorca (cm), diámetro de tallo (cm), área foliar (cm²), Largo de mazorca (cm), diámetro de mazorca (cm), número de hileras, granos por hilera, rendimiento de grano (t·ha⁻¹), rendimiento de mazorca (t·ha⁻¹), rendimiento de coronta (t·ha⁻¹) y color value.

Cuadros medios													
Fuente de variación	G.L.	Altura planta	Altura mazorca	Diámetro tallo	Área foliar	Longitud mazorca	Diámetro mazorca	Número hileras	Granos hilera	Rendimiento grano	Rendimiento mazorca	Rendimiento coronta	Color Value
Bloques	3	452.362**	56.538	0.015*	6 580.081	1.826	0.126*	0.231	7.032	1.077	1.212	0.083	344.351
Tratamientos	13	263.692**	218.954**	0.012**	3 260.273	4.134	0.175**	0.899**	6.366	1.311**	1.976**	0.142**	1 713.864**
Factorial	11	147.276*	121.808*	0.006	2 910.713	4.807	0.194*	1.035**	7.455	1.171*	1.879**	0.145*	1 796.112**
Variedad (V)	1	825.021**	940.755**	0.012	17 176.069	24.797**	1.936**	8.841**	15.755	7.659**	13.257**	0.763**	17 825.521**
Momento (M)	1	2.521	16.922	0.011	12.077	2.297	0.023	0.213	8.927	0.039	0.031	0.140	609.188
Dosis (D)	2	30.258	31.556	0.017*	836.649	2.243	0.041	0.026	7.730	0.325	0.563	0.034	128.646
VM	1	20.021	12.917	0.001	803.251	8.085	0.004	0.101	2.613	1.852	2.452*	0.042	130.021
VD	2	2.506	12.791	0.003	1 085.946	0.970	0.018	0.396	4.846	0.092	0.150	0.012	44.771
MD	2	85.711	62.230	0.003	1 926.261	3.023	0.015	0.311	9.550	0.403	1.244	0.236**	238.688
VMD	2	267.763*	78.070	0.001	3 164.368	2.611	0.010	0.381	5.232	0.846	0.507	0.045	184.146
Testigo	1	1 565.201**	1 090.445**	0.024*	300.493	0.781	0.135	0.080	0.690	4.16**	4.718**	0.018	2 520.500**
Factorial vs Testigo	1	242.760	416.075**	0.068**	10 065.208	0.084	0.005	0.230	0.060	0.005	0.297	0.227*	2.503
Error	39	70.165	49.817	0.004	6 224.877	3.029	0.033	0.256	4.266	0.467	0.581	0.037	200.685
Total	55												
C.V.(%)		3.923	5.721	3.154	13.166	11.513	3.883	5.182	8.104	11.719	11.307	21.152	20.089
Promedio		213.538	123.373	2.072	599.233	15.118	4.713	9.757	25.487	5.833	6.744	0.911	70.518

* Significación al 0.05 de probabilidad, ** Significación al 0.01 de probabilidad.

Tabla 3. Resumen de las medias, de los componentes de rendimiento y variable de calidad de los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz morado cv PMV 581 y Pacarán.

Tratamiento	Tratamientos Variedad x Momento de aplicación x Dosis	Componentes de rendimiento			Variable de calidad Color Value
		Rendimiento en grano (t·ha ⁻¹)	Rendimiento de mazorca (t·ha ⁻¹)	Rendimiento de coronta (t·ha ⁻¹)	
T 1	PMV 581 x Alopes forte 3 x 1.5 l·ha ⁻¹	6.20	7.05	0.84	57.25
T 2	PMV 581 x Alopes forte 3 x 3.0 l·ha ⁻¹	6.28	7.47	1.20	46.00
T 3	PMV 581 x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	6.71	7.95	1.24	45.00
T 4	Pacarán x Alopes forte 3 x 1.5 l·ha ⁻¹	4.72	5.37	0.65	88.25
T 5	Pacarán x Alopes forte 3 x 3.0 l·ha ⁻¹	5.59	6.42	0.84	82.25
T 6	Pacarán x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	5.31	6.17	0.86	83.50
T 7	PMV 581 x Alopes forte 4 x 1.5 l·ha ⁻¹	5.80	6.87	1.06	46.00
T 8	PMV 581 x Alopes forte 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	6.22	7.03	0.82	62.00
T 9	PMV 581 x Alopes forte 4 x 4.5 l·ha ⁻¹	6.16	7.06	0.90	51.75
T 10	Pacarán x Alopes forte 4 x 1.5 l·ha ⁻¹	5.97	6.72	0.77	99.25
T 11	Pacarán x Alopes forte 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	5.35	6.12	0.78	96.75
T 12	Pacarán x Alopes forte 4 x 4.5 l·ha ⁻¹	5.65	6.31	0.66	89.25
T13 Test 1	Pacarán x 180-80-60	5.13	6.15	1.02	87.75
T14 Test 2	PMV 581 x 180-80-60	6.58	7.69	1.11	52.25
Promedio general factorial bioestimulantes		5.83	6.71	0.88	70.60
Promedio de los testigos		5.86	6.92	1.07	70.00
Factorial vs testigo		n.s.	n.s.	*	n.s.

*Significación al 0.05 de probabilidad.

Tabla 4. Resumen de las medias, de las variables biométricas, y morfometría de la mazorca de los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz morado cv PMV 581 y Pacarán.

Tratamiento	Tratamientos Variedad x Momento de aplicación x Dosis	Variables biométricas				Morfometría de la mazorca			
		Altura de planta (cm)	Altura de mazorca (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Área Foliar (cm ²)	Longitud mazorca (cm)	Diámetro mazorca (cm)	Número de hileras	Granos por hilera
T 1	PMV 581 x Alopes f 3 x 1.5 l·ha ⁻¹	216.90	125.65	2.02	590.53	15.31	4.99	10.60	26.48
T 2	PMV 581 x Alopes f 3 x 3.0 l·ha ⁻¹	212.88	121.20	2.04	622.08	15.94	5.00	10.00	29.30
T 3	PMV 581 x Alopes f 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	223.35	129.88	2.13	614.66	18.03	4.80	10.10	24.44
T 4	Pacarán x Alopes f 3 x 1.5 l·ha ⁻¹	207.68	117.00	2.01	563.62	13.90	4.49	9.45	25.75
T 5	Pacarán x Alopes f 3 x 3.0 l·ha ⁻¹	213.53	121.03	2.02	602.47	14.30	4.63	9.65	25.26
T 6	Pacarán x Alopes f 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	205.88	117.85	2.05	572.21	14.34	4.52	9.30	24.36
T 7	PMV 581 x Alopes f 4 x 1.5 l·ha ⁻¹	213.58	122.78	2.07	626.87	15.56	4.89	9.90	26.06
T 8	PMV 581 x Alopes f 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	224.60	133.08	2.06	634.71	15.07	4.93	10.15	25.09
T 9	PMV 581 x Alopes f 4 x 4.5 l·ha ⁻¹	209.70	127.55	2.12	587.21	14.99	4.89	10.53	25.08
T 10	Pacarán x Alopes f 4 x 1.5 l·ha ⁻¹	207.70	117.35	2.08	572.74	14.42	4.44	9.25	24.59
T 11	Pacarán x Alopes f 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	205.70	115.43	2.01	548.72	14.62	4.53	9.45	24.59
T 12	Pacarán x Alopes f 4 x 4.5 l·ha ⁻¹	210.78	118.35	2.08	589.30	14.70	4.48	9.03	25.01
T 13 Test1	Pacarán x 180-80-60	204.65	118.38	2.10	625.94	14.90	4.56	9.50	25.11
T 14 Test2	PMV 581 x 180-80-60	232.63	141.73	2.21	638.20	15.52	4.82	9.70	25.70
Promedio general factorial bioestimulantes		212.31	121.95	2.06	594.05	15.08	4.69	9.71	25.41
Promedio de los testigos		218.64	130.06	2.16	632.07	15.21	4.69	9.60	25.41
Factorial vs testigo		n.s	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s	n.s.

**Significación al 0.01 de probabilidad.

Resultados

En la Tabla 2 se muestra el análisis de variancia de las variables biométricas, morfometría de la mazorca, componentes de rendimiento y color value; la Tabla 3 muestra el resumen de las medias de los componentes de rendimiento y la variable de calidad, y en la Tabla 4 se muestran las medias de las variables biométricas y la morfometría de la mazorca.

Altura de planta.- En el análisis de variancia Tabla 2 la interacción de segundo orden variedad x momento x dosis fue altamente significativo, con un coeficiente de variabilidad de 3.9 %. Los tratamientos bioestimulados obtuvieron una altura de planta de 212.31 cm mientras que los tratamientos que solo recibieron fertilizante químico obtuvieron 218.64 cm, entre ellos la variedad PMV-581 obtuvo mayor altura promedio que la variedad Pacarán con 232.63 cm y 204.65 cm, respectivamente. El análisis de variancia de efectos simples simples muestra diferencias estadísticas significativas para dosis en la interacción PMV-581 por Alopes forte 4; la mejor dosis fue 3.0 l·ha⁻¹ y es similar a la dosis de 1.5 l·ha⁻¹ para altura de planta y diferente de dosis 4.5 l·ha⁻¹ (Tabla 5). El análisis de variancia de efectos simples simples muestra diferencias estadísticas significativas para momento de aplicación en la interacción PMV 581 por dosis 4.5 l·ha⁻¹; en la (Tabla 6) Alopes forte 3 obtuvo mayor altura de planta que Alopes forte 4. El análisis de variancia de efectos simples simples muestra diferencias estadísticas significativas para variedad en la interacción momento de aplicación Alopes forte 3 por dosis 4.5 l·ha⁻¹; en la (Tabla 7) la variedad PMV 581 obtuvo mayor altura de planta que la variedad Pacarán. El análisis de variancia de efectos simples simples muestra diferencias estadísticas significativas para variedad en la interacción momento de aplicación Alopes 4 por dosis 3.0 l·ha⁻¹; en la (Tabla 8) la variedad PMV 581 obtuvo mayor altura de planta que la variedad Pacarán.

La variedad PMV 581 mostró mayor altura que la variedad Pacarán. Esto concuerda con la descripción de las variedades. La variedad Pacarán (Cañete) mostró menor altura que lo obtenido por Solano (1999) esto se debió a que su experimento se realizó en una época de mayor heliofania, el maíz es una planta C4 manifiesta una continua respuesta positiva de desarrollo frente a la radiación solar y plena luz (Paliwal *et al.*, 2001), también se aprecia el efecto de la fertilización química. Los resultados en la altura de planta de ambas variedades fueron mayores a los obtenidos por Mendizábal (2003), similares a lo obtenido por Andrade (2006) y Poma (2007), que usaron la variedad, PMV581. Aldana & Maquén (2023) registraron mayor altura de planta con el uso de biol de residuos de pescado a una concentración de 1.25% frente al tratamiento con fertilización química urea 356 kg·ha⁻¹ obteniendo 253.03 y 246.82 cm, respectivamente. Esto

indica la influencia en el desarrollo del cultivo el producto Alopes forte.

Tabla 5. Promedios de altura de planta (cm) para dosis en la interacción PMV-582 por Alopes forte 4.

Dosis x PMV-581 x Alopes forte 4	Promedio	
3.0 l·ha ⁻¹ x PMV-581 x Alopes forte 4	224.6	a
1.5 l·ha ⁻¹ x PMV-581 x Alopes forte 4	213.6	a
4.5 l·ha ⁻¹ x PMV-581 x Alopes forte 4	209.7	b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

Tabla 6. Promedios de altura de planta (cm) para momento de aplicación en la interacción PMV-581 por 4.5 l·ha⁻¹.

Momento x PMV-581 x 4.5 l·ha ⁻¹	Promedio	
Alopes forte 3 x PMV-581 x 4.5 l·ha ⁻¹	223.35	a
Alopes forte 4 x PMV-581 x 4.5 l·ha ⁻¹	209.7	b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

Tabla 7. Promedio de altura de planta (cm) para variedad en la interacción Alopes forte 3 por 4.5 l·ha⁻¹.

Variedad x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	Promedio	
PMV-581 x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	223.35	a
Pacarán x Alopes forte 3 x 4.5 l·ha ⁻¹	205.88	b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

Tabla 8. Promedios de altura de planta (cm) para variedad en la interacción Alopes forte 4 por 3.0 l·ha⁻¹.

Variedad x Alopes forte 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	Promedio	
PMV-581 x Alopes forte 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	224.6	a
Pacarán x Alopes forte 4 x 3.0 l·ha ⁻¹	208.4	b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

Altura de mazorca.- En la Tabla 2 se observa, en su fuente de variación, alta significación estadística para tratamientos, variedad, testigo, factorial versus testigo y significación estadística para factorial. En el Anexo 1 se registra que la variedad PMV 581 mostró mayor altura de la mazorca que la variedad Pacarán, mostrando diferencias estadísticas; esto se debería a una característica genética. Las variedades PMV 581 y Pacarán (Cañete) mostraron menor altura de mazorca que lo obtenido por Solano (1999), esto se debería a que dicho experimento recibió más horas de sol y el maíz es una planta C4 que manifiesta una continua respuesta positiva de desarrollo frente a la radiación solar y plena luz (Paliwal *et al.*, 2001), y puede interceptar mejor la luz al estar la mazorca a mayor altura. También se aprecia el efecto de la fertilización química. La altura de mazorca, en ambas variedades, fue mayor al obtenido por Mendizábal (2003), quien usó la variedad PMV 581, pero similar al obtenido por Poma (2007), que usó la variedad PMV 581. Se muestra similar influencia del Alopes forte para este componente, esto se debería a que el Alopes forte es una formulación que contiene bacterias ácido lácticas, siendo el efecto similar. Salinas (2015) registró una altura de mazorca de 179.6 cm con la variedad PMV 581 en Huamanga, Ayacucho (Perú) a 2 761 msnm con 150 - 140 - 120 kg·ha⁻¹ de N,

P₂O₅, K₂O, lo que indica una característica varietal para esta característica, además de la influencia ambiental. El Alopes forte mostró menor influencia en la altura de mazorca al compararlo con el humus de lombriz, compost, bioestimulantes y fertilización química. Entre los factores que influirían en estos resultados serían la duración del brillo solar, la nubosidad, el manejo del riego.

Diámetro de tallo.- En su fuente de variación (Tabla 2) se observa alta significación estadística para tratamientos, factorial versus testigo y significación estadística para dosis, y testigo. La variedad PMV 581 mostró un diámetro de tallo similar a la variedad Pacarán (Anexo 1). Ambas variedades mostraron mayor diámetro que lo obtenido por Mendizábal (2003) y Andrade (2006); sin embargo, mostraron menor diámetro frente a lo obtenido por Poma (2007). Esto pudiera haberse debido a la influencia de las condiciones meteorológicas que permitió que la variedad se desarrollara mejor, observando que todos los tratamientos de dicho experimento obtuvieron valores altos; inclusive el tratamiento testigo obtuvo 2.47 cm.

Longitud de mazorca.- Al realizar el análisis de variancia (Tabla 2) se observa alta significación estadística solo para variedad. La variedad PMV 581 obtuvo una mayor longitud de mazorca que Pacarán, mostrando diferencias estadísticas (Tabla 4). Los resultados de este experimento mostraron mayor longitud que lo obtenido por Mendizábal (2003), Andrade (2006) y Poma (2007), quienes usaron PMV 581. Estos resultados indican que se mantuvo la característica varietal.

Diámetro de mazorca.- En el análisis de variancia (Tabla 2), en su fuente de variación se observa alta significación estadística para tratamientos, variedad y significación estadística para factorial. En el Anexo 1 se observa mayor diámetro de tallo para PMV-581, y es mayor a lo obtenido por Solano (1999), Mendizábal (2003), Andrade (2006) y Poma (2007), quienes también usaron la variedad PMV 581. Los hidrolizados de proteínas de origen animal como bioestimulantes aumentan significativamente la cantidad de hojas, así como el diámetro del tallo, la masa de brotes y raíces, y la suculencia de una variedad de plantas (Xu & Mou, 2017). Estos resultados indicarían efectos positivos del producto Alopes forte para este componente.

Número de hileras.- En la Tabla 2 se observa alta significación estadística para tratamientos, factorial y variedad. La variedad PMV 581 obtuvo mayor número de hileras que la variedad Pacarán (Anexo 2) mostrando diferencias estadísticas.

Granos por hilera.- Al realizar el análisis de variancia (Tabla 2) se observa en su fuente de variación que no existe significación estadística. La variedad PMV 581 obtuvo el mayor número de hileras que la variedad Pacarán (Tabla 4); sin embargo, no se encontró diferencias estadísticas.

Área foliar.- En su fuente de variación (Tabla 2) no se encontró significación estadística para ninguno de sus componentes. El área foliar promedio de los tratamientos testigos fue mayor que el de los tratamientos bioestimulados (Tabla 4); sin embargo, no se observaron diferencias estadísticas.

Rendimiento de grano.- En su fuente de variación (Tabla 2) se observa alta significación estadística para tratamientos, variedad, testigo y significación estadística para factorial. La variedad PMV 581 mostró mayor rendimiento que la variedad Pacarán Anexo 3 y presentó diferencias estadísticas. Esto es un aspecto muy importante cuando se decide invertir en este cultivo. Los rendimientos obtenidos por ambas variedades fueron mayores a lo obtenido por Solano (1999), Mendizábal (2003) y Andrade (2006), y fueron similares a lo obtenido por Poma (2007); todos ellos usaron la variedad PMV 581. Uzho & Quintero (2024) encontraron que los tratamientos de bioestimulante de pescado incrementaron en promedio el rendimiento de grano en un 33.96%, en comparación al tratamiento de fertilización química con dosis de 150, 23, 60, 30 y 50 kg·ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, MgO y S, respectivamente, respecto a las dosis de 5, 10, 15 y 20 ml·l⁻¹ de biol, respectivamente, bajo régimen de secano. Los resultados mencionados indicarían un efecto positivo en el rendimiento de grano al utilizar bioestimulantes a base de un hidrolizado de pescado con fermentación ácido láctica como el Alopes forte.

Rendimiento de mazorca.- En su fuente de variación (Tabla 2) se observa alta significación estadística para tratamientos, factorial, variedad, testigo y significación estadística para la interacción variedad por momento de aplicación. La variedad PMV 581 mostró mayor rendimiento que la variedad Pacarán en tres momentos de aplicación y en promedio de dosis (Tabla 9), presentándose diferencias estadísticas. Esto es un aspecto muy importante cuando se decide invertir en este cultivo. Los rendimientos obtenidos por ambas variedades fueron mayores a lo obtenido por Solano (1999), Mendizábal (2003), Andrade (2006), y fueron similares a lo obtenido por Poma (2007); todos ellos usaron la variedad PMV 581. Esto indicaría un efecto positivo en el rendimiento de mazorcas al utilizar Alopes forte. La variedad PMV 581 mostró los mayores rendimientos de mazorcas por hectárea. El tratamiento 3, que recibió 4.5 l·ha⁻¹ en tres momentos, obtuvo el mayor rendimiento superando al tratamiento 14 con fertilización química que obtuvo el segundo lugar (Tabla 3). Esto nos indica una influencia en el rendimiento del producto Alopes forte. Esta influencia se debería a que está constituido por un consorcio de microorganismos probióticos y de micro y macronutrientes, aminoácidos, péptidos, vitaminas y ácidos orgánicos que son solubles y asimilables por las plantas activando sus procesos fisiológicos. (Ficha del producto Alopes forte).

Tabla 9. Promedio rendimiento de mazorca ($t \cdot ha^{-1}$) variedad en momento de aplicación Alopes forte3.

Variedad x Alopes forte 3	Promedio
PMV 581 x Alopes forte 3	7.491 a
Pacarán x Alopes forte 3	5.988 b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

Rendimiento de coronta.- El análisis de variancia (Tabla 2) muestra diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, variedades y la interacción Momento de aplicación x Dosis, y significación estadística para factorial y factorial versus testigo. El análisis de variancia de efectos simples mostró diferencias estadísticas altamente significativas para dosis en Alopes forte 3 y momento de aplicación en $4.5 l \cdot ha^{-1}$ y estadísticamente significativo para momento de aplicación en la dosis de $3.0 l \cdot ha^{-1}$. La Tabla 10 muestra la prueba de Duncan para la interacción de dosis en Alopes forte 3 en el cual no muestra diferencias estadísticas entre la dosis de $4.5 l \cdot ha^{-1}$ y $3.0 l \cdot ha^{-1}$, pero diferentes de $1.5 l \cdot ha^{-1}$. La Tabla 11 muestra la prueba de Duncan para la interacción momento de aplicación en la dosis $3.0 l \cdot ha^{-1}$ y $4.5 l \cdot ha^{-1}$, el cual muestra diferencias estadísticas entre tres momentos de aplicación con cuatro momentos de aplicación.

La dosis de $3.0 l \cdot ha^{-1}$ en la variedad PMV 581 con cuatro momentos de aplicación es similar a la dosis de $4.5 l \cdot ha^{-1}$ con la variedad PMV 581 y con el mismo momento de aplicación con $1.20 t \cdot ha^{-1}$ y $1.24 t \cdot ha^{-1}$ (Tabla 2).

La variedad PMV 581 mostró mayor rendimiento que la variedad Pacarán mostrando diferencias estadísticas. Esto es un aspecto importantísimo a tener en cuenta al momento de invertir en este cultivo debido a que es la coronta la que se procesa para la obtención del pigmento antocianico (Cerro-Ruiz & Espillico-Cormilluni, 2021).

Los rendimientos obtenidos por ambas variedades fueron mayores a lo obtenido por Solano (1999), Mendizábal (2003), Andrade (2006), Poma (2007) y Cruzado (2008), quienes usaron la variedad PMV 581. Esto indicaría un efecto positivo en el rendimiento de corontas al utilizar el producto Alopes forte. Es recomendable realizar experimentos con otras dosis y en otras épocas del año y evaluar los resultados.

Tabla 10. Promedio rendimiento de coronta ($t \cdot ha^{-1}$) dosis en momento de aplicación Alopes forte 3.

Dosis x Alopes forte 3	Promedios
$4.5 l \cdot ha^{-1}$ x Alopes forte 3	1.053 a
$3.0 l \cdot ha^{-1}$ x Alopes forte 3	1.017 a
$1.5 l \cdot ha^{-1}$ x Alopes forte 3	0.747 b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

Tabla 11. Promedio rendimiento de coronta ($t \cdot ha^{-1}$) momento de aplicación en dosis $3.0 l \cdot ha^{-1}$ y $4.5 l \cdot ha^{-1}$.

Momentos x $3.0 l \cdot ha^{-1}$	Promedios	Momentos x $4.5 l \cdot ha^{-1}$	Promedios
Alopes forte 3 x $3.0 l \cdot ha^{-1}$	1.017 a	Alopes forte 3 x $4.5 l \cdot ha^{-1}$	1.053 a
Alopes forte 4 x $3.0 l \cdot ha^{-1}$	0.797 b	Alopes forte 4 x $4.5 l \cdot ha^{-1}$	0.778 b

Duncan al 0.05 de probabilidad.

El efecto del pH ácido (4.0 - 4.5) del Alopes forte es beneficioso para nuestros suelos alcalinos de la costa y contribuye a la proliferación de microorganismos, los cuales pueden solubilizar macronutrientes como el fósforo de suelo no disponible para las plantas. Según Beltrán (2015), esto es debido a la producción de importantes cantidades de ácidos orgánicos en la zona rizosférica, de esta manera los fosfatos solubles ya pueden ser absorbidos por la planta. La producción de fitohormonas también se ve incrementada mejorando la plasticidad de la pared celular, manteniendo las raíces activas por mayor tiempo; esto explicaría los rendimientos alcanzados en este experimento. Estos resultados se dan según particulares condiciones de manejo, clima, disponibilidad de agua, como lo manifiesta Manrique (1997), aunque el maíz es un cultivo rústico y crece en todas las latitudes, a excepción de aquellas donde hay demasiado frío o áreas de precipitación anual muy baja. La máxima productividad de la planta se consigue cuando el cultivo dispone de agua y temperatura a la medida de sus necesidades. El pH es un factor determinante en la fisiología de los cultivos y debido a las prácticas agrícolas éste tiende a ser por lo general de carácter alcalino, tanto en el suelo como en el agua, lo que influye negativamente en la actividad microbiana del suelo y en la presencia de determinados nutrientes que en estos medios suelen lixivarse, como es el caso del hierro. El producto Alopes forte, al ser de pH ácido, contribuye a ser más disponibles muchos nutrientes como el fósforo, el hierro, el manganeso, el cobre y el boro.

Color value.- En su fuente de variación (Tabla 2) se observa alta significación estadística para tratamientos, factorial, variedad y testigo. La variedad Pacarán mostró mayor color value que la variedad PMV 581 (Anexo 3) mostrando diferencias estadísticas. Esto es un aspecto importantísimo a tener en cuenta al momento de invertir en este cultivo debido a que el mínimo valor de color value para exportar debe de ser mayor de 50. Los rendimientos obtenidos por la variedad Pacarán fueron mayores a los obtenidos por Solano (1999), Mendizábal (2003), Andrade (2006), Poma (2007) y Cruzado (2008), todos ellos usaron la

variedad PMV 581. Esto indicaría un efecto positivo en el rendimiento de color value al utilizar el producto Alopes forte. El rendimiento de color value de la variedad PMV 581 obtenido en este experimento fue inferior a lo obtenido por Andrade (2006) y Mendizábal (2003) y Cruzado (2008), pero fue superior a lo obtenido por Poma (2007). En relación a los efectos principales de la dosis y el momento de aplicación de Alopes forte en el color value, no se encontraron diferencias estadísticas significativas, siendo la dosis de $3.0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ la que mostró mayor valor. En la (Tabla 3) se observa que, a excepción de los tratamientos 3, 7 y 2 se obtuvieron valores en general muy superiores al mínimo requerido. La variedad Pacarán mostró mayores valores que la variedad PMV-581, con valores que superaron los 62 llegando hasta los 99.25 de color value; esto concuerda con lo obtenido por Ccaccya *et al.* (2019), que encontró que la variedad Pacarán tiene mayor contenido de pigmentos responsables del color value, frente a variedades de maíz morado de Abancay y Cajamarca. Con respecto a los tratamientos que solo recibieron fertilizante químico, también obtuvieron altos valores de color value aunque menos que los tratamientos que recibieron Alopes forte. Los bioestimulantes son productos capaces de actuar sobre los procesos metabólicos y enzimáticos de las plantas mejorando la productividad y la calidad de los cultivos (Madende & Hayes, 2020).

Los tratamientos con la variedad Pacarán con cuatro momentos de aplicación y la dosis de $1.5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ con $3.0 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ obtuvieron los mayores valores de color value; sin embargo, el rendimiento en coronta de esta variedad es inferior a la variedad PMV-581.

Los mercados internacionales exigen buenas prácticas agrícolas y los productos orgánicos reciben mayores precios, por lo que la aplicación del producto Alopes forte sería una buena alternativa para la producción de maíz morado en forma sostenible.

Conclusiones

Los mayores rendimientos en grano, mazorca, coronta y longitud de mazorca se obtuvieron con la variedad PMV-581 en tres momentos de aplicación con dosis de $4.5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

La variedad Pacarán presentó mayor color value que la variedad PMV 581.

La variedad PMV-581 obtuvo mayores valores que la variedad Pacarán en altura de plantas, altura de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras, granos por hilera, rendimiento de mazorcas y rendimiento de coronta, siendo un aspecto genético varietal.

Literatura citada

- Aldana S.S. & Maquén J.A. 2023. Efecto del Biol de residuos de pescado en el rendimiento y microorganismos rizosféricos de *Vigna unguiculata* L. Walp y *Zea mays* L. Tesis para optar el Título Profesional de Licenciado(a) en Biología - Microbiología – Parasitología. UNPRG (Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo). Lambayeque/Perú.
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/11559>.
<https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11559>.
- Andrade C. 2006. Efecto de las fuentes orgánicas: humus de lombriz, compost y la sustancia húmica ekotrópica en el rendimiento del grano de maíz morado. Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima / Perú.
- Arcayo G. 2018. Producción de pellet de lenta liberación a partir de residuos de pulpa de celulosa y poliacrilato de sodio. Tesis Ing Amb. UNALM. Lima/Perú.
- BCRP. 2022. Recuadro 7: evolución reciente del abastecimiento y los precios de fertilizantes. En: Reporte de Inflación. Junio 2022. BCRP (Banco Central de Reserva del Perú).
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2022/junio/ri-junio-2022-recuadro-7.pdf>
- Baffes J. & Chian K.W. 2023 Los precios de los fertilizantes disminuyen, pero persisten los problemas de asequibilidad y disponibilidad. URL:
<https://blogs.worldbank.org/es/opendata/los-precios-de-los-fertilizantes-disminuyen-pero-persisten-los-problemas-de-asequibilidad>
- Beltrán M.E. 2015. La solubilización de fosfatos como estrategia microbiana para promover el crecimiento vegetal. Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 15(1): 401: 101–113.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol15_num1_art:401
- Ccaccya Ccaccya A.M., Soberón M. & Arnao I. 2019. Estudio comparativo del contenido de compuestos bioactivos y cianidina-3- glucósido del maíz morado (*Zea mays* L.) de tres regiones del Perú. Revista de la Sociedad Química del Perú, 85(2): 206-215.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2019000200008&lng=es&tlng=es.
- Cerro-Ruiz S. & Espillico-Cormilluni L. 2021. Antocianinas en corontas y extractos de maíz morado (*Zea Mays* L) "INIA 615" conservados en anaquel. Revista de la Sociedad Química del Perú, 87(3): 217-227.
<https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i3.349>
- Colla G., Nardi S., Cardarelli M., Ertani A., Lucini L., Canaguier R. & Roupheal Y. 2015. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. Sci. Horticulture, 196: 28–29.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.037>.
- Cruzado L. 2008. Efecto de la fertilización fosfopotásica en el cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. UNALM. Lima / Perú.
- Florez-Jalixto M., Roldán-Acero D., Omote-Sibina J.R. & Molleda-Ordoñez A. 2021. Biofertilizantes y bioestimulantes para uso agrícola y acuícola: Bioprocesos aplicados a subproductos orgánicos de la industria pesquera. Scientia Agropecuaria, 12(4): 635-651.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.067>.

- Madende M. & Hayes M. 2020. Fish By-Product Use as Biostimulants: An Overview of the Current State of the Art, Including Relevant Legislation and Regulations within the EU and USA. *Molecules*, 25: 1122. DOI: 10.3390/molecules25051122.
- Manrique C.P.A. 1997. El Maíz en el Perú. CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica). Lima, Perú.
- Mendizábal Y. 2003. Evaluación del efecto del biol, bioactivos y fertilización potásica en el rendimiento y calidad del maíz morado (*Zea mays* L.) cultivar PMV-581 bajo riego por goteo. Tesis Ing. Ag UNALM. Lima / Perú.
- Paliwal R., Granados G., Lafitte H.R. & Violic A.D. 2001. El Maíz en los Trópicos: Mejoramiento y Producción. FAO. Roma, I. [webpage] Consultado 10 dic 2009 de: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s00.htm#toc>.
- Poma I. 2007. Efecto de la fertilización química y orgánica con y sin aplicación de microorganismos eficientes (EM) en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) C.V. PMV-581. Tesis Ing. Ag UNALM. Lima / Perú.
- Salinas R.R. 2015. Mejoramiento poblacional de un compuesto de maíz morado (*Zea mays* L.) Canaan a 2735 m.s.n.m. - Ayacucho. Tesis para obtener el título profesional de: Ingeniero Agronomo. UNASCH (Universidad Nacional de San Cristóbal De Huamanga). Ayacucho/Perú.
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/904>.
- Schaafsma G. 2009. Safety of protein hydrolysates, fractions thereof and bioactive peptides in human nutrition. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 63: 1161–1168. DOI: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.56>.
- Solano R. 1999. Efecto de la fertirrigación N-P-K en el rendimiento y el contenido de antocianina de tres variedades de maíz morado (*Zea mays* L.) bajo R.L.A.F.:goteo. Tesis Ing. Ag UNALM. Lima / Perú.
- Uzho D.A. & Quintero L.A. 2024. Efectividad de un bioestimulante líquido de pescado sobre el crecimiento y rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea Mays* L.). Informe de Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención de Título de Ingeniero Agrícola. ESPAMMFL (Escuela Superior Politecnica de Manabí Manuel Félix López). Ecuador. URL: <https://repositorio.espm.edu.ec/handle/42000/2473>.
- Xu C. & Mou B. 2017. Drench application of fish-derived protein hydrolysates affects lettuce growth, chlorophyll content, and gas exchange. *Horttechnology*, 27(4): 539–543. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH03723-17>.

ANEXO 1. Efectos principales para altura de planta (cm), altura de mazorca (cm), diámetro de tallo (cm) y longitud de mazorca (cm).

Efectos principales altura de planta (cm)				Efectos principales altura de mazorca (cm)				Efectos principales diámetro del tallo (cm)				Efectos principales longitud de mazorca (cm)			
Factores		Promedio		Factores		Promedio		Factores		Promedio		Factores		Promedio	
Variedad	PMV 581	216.82	a	Variedad	PMV 581	126.7	a	Variedad	PMV 581	2.07	a	Variedad	PMV 581	15.82	a
	Pacarán	208.54	b		Pacarán	117.8	b		Pacarán	2.04	a		Pacarán	14.38	b
Momento de aplicación	Alopes F3	219.9	a	Momento de aplicación	Alopes F3	122.1	a	Momento de aplicación	Alopes F3	2.04	a	Momento de aplicación	Alopes F3	15.30	a
	Alopes F4	212.46	a		Alopes F4	122.42	a		Alopes F4	2.07	a		Alopes F4	14.90	a
Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	214.18	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	123.41	a	Dosis	4.5 l·ha ⁻¹	2.10	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	15.50	a
	4.5 l·ha ⁻¹	212.41	a		4.5 l·ha ⁻¹	122.68	a		1.5 l·ha ⁻¹	2.04	b		4.5 l·ha ⁻¹	15.00	a
	1.5 l·ha ⁻¹	211.46	a		1.5 l·ha ⁻¹	120.69	a		3.0 l·ha ⁻¹	2.03	b		1.5 l·ha ⁻¹	14.80	a

Duncan al 0.05 de probabilidad.

ANEXO 2. Efectos principales para diámetro de mazorca (cm), número de hileras, granos por hilera y área foliar (cm²).

Efectos principales diámetro de mazorca (cm)				Efectos principales número de hileras				Efectos principales granos por hilera				Efectos principales área foliar (cm ²)			
Factores		Promedio		Factores		Promedio		Factores		Promedio		Factores		Promedio	
Variedad	PMV 581	4.92	a	Variedad	PMV 581	10.21	a	Variedad	PMV 581	26.07	a	Variedad	PMV 581	612.68	a
	Pacarán	4.52	b		Pacarán	9.35	b		Pacarán	24.93	a		Pacarán	574.85	a
Momento de aplicación	Alopes F3	4.75	a	Momento de aplicación	Alopes F3	9.85	a	Momento de aplicación	Alopes F3	25.89	a	Momento de aplicación	Alopes F3	594.3	a
	Alopes F4	4.68	a		Alopes F4	9.72	a		Alopes F4	25.11	a		Alopes F4	593.3	a
Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	4.77	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	9.81	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	26.06	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	602.0	a
	4.5 l·ha ⁻¹	4.70	a		4.5 l·ha ⁻¹	9.80	a		4.5 l·ha ⁻¹	25.72	a		4.5 l·ha ⁻¹	590.9	a
	1.5 l·ha ⁻¹	4.67	a		1.5 l·ha ⁻¹	9.74	a		1.5 l·ha ⁻¹	24.72	a		1.5 l·ha ⁻¹	588.4	a

Duncan al 0.05 de probabilidad.

ANEXO 3. Efectos principales para rendimiento de grano (t·ha⁻¹), rendimiento de mazorca (t·ha⁻¹), rendimiento de coronta (t·ha⁻¹) y color value.

Efectos principales rendimiento de grano (t·ha ⁻¹)				Efectos principales rendimiento de mazorca (t·ha ⁻¹)				Efectos principales rendimiento de coronta (t·ha ⁻¹)				Efectos principales color value			
Factores		Promedio		Factores		Promedio		Factores		Promedio		Factores		Promedio	
Variedad	PMV 581	6.23	a	Variedad	PMV 581	9.14	a	Variedad	PMV 581	2.91	a	Variedad	PMV 581	49.74	a
	Pacarán	5.43	b		Pacarán	7.14	b		Pacarán	1.98	b		Pacarán	89.88	b
Momento de aplicación	Alopes F3	5.80	a	Momento de aplicación	Alopes F3	8.28	a	Momento de aplicación	Alopes F3	2.49	a	Momento de aplicación	Alopes F3	65.45	a
	Alopes F4	5.86	a		Alopes F4	8.26	a		Alopes F4	2.40	a		Alopes F4	74.17	a
Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	5.96	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	8.44	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	2.58	a	Dosis	3.0 l·ha ⁻¹	72.69	a
	4.5 l·ha ⁻¹	5.86	a		4.5 l·ha ⁻¹	8.39	a		4.5 l·ha ⁻¹	2.43	a		4.5 l·ha ⁻¹	71.75	a
	1.5 l·ha ⁻¹	5.67	a		1.5 l·ha ⁻¹	7.99	a		1.5 l·ha ⁻¹	2.32	a		1.5 l·ha ⁻¹	64.99	a

Duncan al 0.05 de probabilidad.

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina \ Facultad de Agronomía \ Departamento Académico de Fitotecnia. Lima 15024 Perú. Email: chura@lamolina.edu.pe. ORCID: 0000-0001-8658-3056.

² Universidad Nacional Agraria La Molina \ Escuela de Posgrado. Lima, Perú. Autor correspondiente. alexeimontero@gmail.com. ORCID: 0000-0002-4403-2157.