Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga

Agronomic evaluation of wheat, oats, barley, and triticale at the Salache Campus in Latacunga

Pablo Javier Córdova Suntasig[1]
https://orcid.org/0009-0003-6646-8431
Lady Samira Tonato Analuisa[1]
https://orcid.org/0009-0009-5756-4724
Carlos Javier Torres Miño[1]
https://orcid.org/0000-0002-3730-1371
Javier Garofalo Sosa[2]
https://orcid.org/0000-0003-2037-5187
[1]Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi, Latacunga, Ecuador
[2]Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador, estación Santa Catalina, Ecuador
pablo.cordova1175@utc.edu.ec lady.tonato4328@utc.edu.ec
carlos.torres@utc.edu.ec javier.garofalo@iniap.gob.ec

Recibido: 2026/06/05 **Aceptado:** 2026/08/05 **Publicado:** 2026/10/31

Artículo original

Resumen

Introducción: La producción de cereales en la Sierra Centro de Ecuador enfrenta una crisis de productividad, registrando rendimientos de apenas 1,2 a 1,4 t/ha debido a la alcalinidad del suelo, la variabilidad climática y la incidencia de patógenos fúngicos. Específicamente, el suelo del Campus Salache presenta un pH fuertemente alcalino (8,58), lo cual restringe la asimilación de nutrientes y constituye un desafío edáfico complejo para los cultivos. **Objetivo:** El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico y el potencial productivo de líneas promisorias y variedades mejoradas de avena, cebada, trigo y triticale bajo las condiciones agroecológicas del Campus Salache de la Universidad Técnica de Cotopaxi, durante el ciclo agrícola comprendido entre diciembre de 2021 y agosto de 2022. **Métodos:**

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

Para ello, se desarrolló una investigación cuantitativa de carácter retrospectivo y descriptivo-comparativo, basada en la síntesis metódica de seis estudios experimentales previos ejecutados en el Centro Experimental Académico Salache (2021-2022). Se evaluaron variables fenológicas, morfológicas, agronómicas y fitosanitarias empleando matrices estandarizadas y siguiendo los protocolos técnicos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. **Resultados:** Como resultados, se determinó una significativa variabilidad genotípica; el triticale (línea 10-004) y la cebada (variedad Alfa 2021 del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) alcanzaron rendimientos sobresalientes de 12.810,46 kg/ha y 11.371,03 kg/ha, respectivamente, superando de manera amplia los promedios nacionales. Asimismo, la aplicación de lactofermentos incrementó el rendimiento en la avena, y se identificaron líneas específicas de trigo con inmunidad total a la roya amarilla. **Conclusión:** La evidencia confirma la existencia de una alta variabilidad genética con adaptación favorable a las condiciones edafoclimáticas de Salache, hallazgos que consolidan las bases científicas para el establecimiento de programas de mejoramiento genético vegetal orientados a la producción agrícola sostenible en ecosistemas con severas restricciones químicas.

Palabras clave: adaptación genética, biofertilizantes orgánicos, suelos alcalinos

Abstract

Introduction: Cereal production in Ecuador's Central Highlands is facing a productivity crisis, with yields of only 1.2 to 1.4 t/ha due to soil alkalinity, climate variability, and the presence of fungal pathogens. Specifically, the soil at the Salache Campus has a strongly alkaline pH (8.58), which limits nutrient uptake and poses complex edaphic challenges for crops. **Objective:** This study aimed to evaluate the agronomic performance and productive potential of promising lines and improved varieties of oats, barley, wheat, and triticale under the agroecological conditions of the Salache Campus of the Technical University of Cotopaxi during the agricultural cycle spanning December 2021 to August 2022. **Methods:** To this end, a quantitative, retrospective, and descriptive-comparative study was conducted based on the

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

methodical synthesis of six previous experimental studies carried out at the Salache Academic Experimental Center (2021–2022). Phenological, morphological, agronomic, and phytosanitary variables were evaluated using standardized matrices and following the technical protocols of the National Institute of Agricultural Research. **Results:** The results revealed significant genotypic variability; Triticale (line 10-004) and barley (variety Alfa 2021 from the National Institute of Agricultural Research) achieved outstanding yields of 12,810.46 kg/ha and 11,371.03 kg/ha, respectively, far exceeding national averages. Furthermore, the application of lactic acid bacteria increased the yield of oats, and specific wheat lines with complete immunity to yellow rust were identified. **Conclusion:** The evidence confirms the existence of high genetic variability with favorable adaptation to the soil and climate conditions of Salache, findings that strengthen the scientific basis for establishing plant breeding programs aimed at sustainable agricultural production in ecosystems with severe chemical restrictions.

Keywords: alkaline soils; genetic adaptation; organic biofertilizers

Introducción

Las gramíneas como el trigo (*Triticum sp*.), maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y avena (*Avena sativa* L.) son cultivos principales a nivel global debido a su elevado contenido en carbohidratos y proteínas, así como por su fácil asimilación nutricional. Estos cereales constituyen la base alimentaria para gran parte de la población mundial y son vitales para la seguridad alimentaria. (Ikegami *et al*., 2019; Longo y López, 2025; Da Silva Ferreira y Marchioro, 2026).

En el contexto ecuatoriano, y particularmente en la región interandina, estos cultivos son esenciales para la seguridad alimentaria y constituyen una fuente vital de ingresos para pequeños y medianos productores agrícolas (Ponce Molina *et al*., 2021; López *et al*., 2025; Macías Naranjo *et al*., 2026).

A pesar de esta importancia, la productividad de los cereales en Ecuador enfrenta limitaciones estructurales, reflejadas en rendimientos que rondan entre 1,2 y 1,4 toneladas por hectárea. Estos valores se encuentran significativamente por debajo

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

de los promedios alcanzados en países vecinos o en otras regiones con condiciones agroclimáticas comparables, lo que evidencia la existencia de retos técnicos, económicos y posiblemente de gestión agronómica para mejorar dichos rendimientos (Ponce Molina *et al*., 2021).

Por otro lado, los efectos del cambio climático intensifican los periodos de sequía y altera los ciclos fenológicos de los cultivos, mientras que la erosión y la baja disponibilidad de nutrientes en los suelos andinos limitan el desarrollo óptimo de las plantas (Abebaw, 2025; Todorović y Jovanović, 2019). A esto se suma la persistencia de enfermedades fúngicas altamente destructivas, como las royas de la hoja y el tallo *(Puccinia sp.),* y virus transmitidos por áfidos, como el enanismo amarillo de la cebada (BYDV), los cuales pueden comprometer hasta el 70 % de la cosecha en variedades susceptibles (Park *et al*., 2015; Aoun *et al*., 2019). Esta problemática se ve exacerbada por la limitada disponibilidad y el difícil acceso a semillas de alta calidad genética. En consecuencia, el material utilizado por los productores locales suele restringirse a variedades tradicionales con bajo potencial de rendimiento (Morales, 2015; Torres Miño *et al*., 2020). La inaccesibilidad a paquetes tecnológicos adecuados condiciona a los agricultores a utilizar material de siembra con degradación genética y deficiente estado fitosanitario, agudizando la vulnerabilidad económica del sector. Por tanto, es fundamental la evaluación y validación de germoplasma promisorio que garantice a los productores locales opciones sostenibles y competitivas.

El escenario particular de esta investigación se sitúa en el Centro Experimental Académico Salache (CEASA) de la Universidad Técnica de Cotopaxi, localizado a 2.750 msnm, donde los cultivos enfrentan condiciones edáficas desafiantes debido a un suelo con pH alcalino de 8.58. Esta condición limita la absorción de micronutrientes esenciales y genera estrés hídrico, factores que afectan la adaptación y rendimiento de las variedades comerciales actuales, las cuales no están diseñadas para tolerar tales restricciones. Por lo tanto, es crucial identificar genotipos con mayor eficiencia fisiológica y adaptación específica a estas condiciones para poder recomendarlos y multiplicarlos en las comunidades locales (Torres Miño *et al*., 2020).

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

El mejoramiento de cereales en Ecuador ha tenido un pilar fundamental en el Programa de Cereales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), específicamente en la Estación Experimental Santa Catalina, que desde los años 60 trabaja en la obtención de cultivares con resistencia a enfermedades y mayor rendimiento. En cebada, hay variedades como INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Alfa 2021 diseñadas para el consumo humano y la industria maltera. En avena, materiales como INIAP-82 e INIAP-Fortaleza 2020 destacan por su adaptabilidad en la región interandina y su uso dual para grano y forraje (Rivadeneira *et al*., 2003; Ponce Molina *et al*., 2021).

El triticale, un híbrido entre trigo y centeno, ofrece la calidad del trigo y la rusticidad del centeno, funcionando como una alternativa tecnológica en ambientes donde otros cereales fallan (Mergoum *et al*., 2019; Y. Yang *et al*., 2022), especialmente en suelos pobres y condiciones adversas como las que presenta Salache. La vigilancia mediante líneas diferenciales para resistencia a roya (Miedaner *et al*., 2022), es una estrategia constante para monitorear la evolución de esta enfermedad (Ulaszewski y Kwiatek, 2020) y mantener la efectividad de los genes de resistencia presentes en las variedades comerciales (Losert *et al*., 2017).

Aunque existe germoplasma mejorado, las condiciones específicas del suelo alcalino y altitud de Salache (pH 8.58, 2.750 msnm) representan un entorno con características poco exploradas, ya que la mayoría de los ensayos del INIAP se han realizado en suelos ácidos o altitudes superiores a 3.000 msnm (Ponce Molina *et al*., 2021). El rendimiento de los cereales está fuertemente condicionado por la interacción genotipo-ambiente (GxA) y factores bióticos y abióticos (Gaur *et al*., 2015; Hill y Li, 2016). Ante la escasez de evidencia local, este estudio destaca por evaluar simultáneamente cuatro especies de cereales (avena, cebada, trigo y triticale) bajo un protocolo estandarizado en los suelos alcalinos restrictivos del Centro Experimental Académico Salache (diciembre 2021 - agosto 2022). Para mitigar este estrés edáfico, se incorpora el uso de biofertilizantes (lactofermento y biol), los cuales disminuyen el pH rizosférico, solubilizan macro y micronutrientes, y optimizan la microbiota del suelo (Oropesa Scull *et al*., 2025). En este contexto, la hipótesis central plantea que al

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

menos una línea promisoria por especie superará el rendimiento de las variedades tradicionales, y que la aplicación de bioinsumos potenciará el vigor vegetativo y la productividad al mitigar el estrés ambiental.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrollo con un enfoque cuantitativo con diseño documental, retrospectivo y descriptivo-comparativo. Mediante muestreo intencional, se seleccionaron seis estudios experimentales (2022) del Programa de Cereales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (F-CAREN) de la Universidad Técnica de Cotopaxi, excluyendo aquellos sin validación estadística o ejecutados en otras localidades. Se evaluó el comportamiento agronómico de genotipos de trigo, avena, cebada y triticale bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro Experimental Académico Salache (2.750 m s.n.m.; 13,2-14,2 °C; 684,9 mm de precipitación; suelo franco-arenoso, pH alcalino 8,58). Para la recolección, estandarización y análisis de datos, se estructuró una matriz de caracterización metodológica que homologó las variables fenológicas, morfológicas, fitosanitarias y productivas, permitiendo comparar objetivamente el potencial adaptativo de los materiales en la Sierra Centro mediante estadística descriptiva utilizando el software InfoStat.

Resultados y Discusión

Los resultados evidencian una variabilidad genotípica significativa en la adaptación agronómica, fuertemente condicionada por el estrés alcalino del suelo (pH 8,58) y la presión fitosanitaria local. El análisis de estos hallazgos se estructura a partir de los indicadores de establecimiento, desarrollo morfo-fenológico, sanidad y rendimiento productivo.

Establecimiento Inicial y Adaptación Vegetativa

En las etapas tempranas de desarrollo (Zadoks Z13), la mayoría de los cereales mostraron un porcentaje de emergencia superior al 85 %, lo que indica una buena calidad fisiológica de la semilla proveniente del INIAP a pesar de las restricciones edáficas. Como se observa en la Tabla 1, la cebada y la avena presentaron los mayores índices de germinación en campo, superando el 96 %. El vigor de planta se

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

mantuvo predominantemente en niveles “buenos” (Escala 2), destacando el triticale por su robustez vegetativa inicial.

Tabla 1

Indicadores de adaptación y establecimiento inicial en el Campus Salache

Cultivo	Genotipo Evaluado	Emergencia (%)	Vigor de Planta (1-5)	Hábito de Crecimiento
Triticale	TCL-10-004	86,67 %	2 (Bueno)	2 (Intermedio)
Cebada (H)	Clipper	96,67 %	1 (Excelente)	1 (Erecto)
Avena	AS-17-001	97,00 %	3 (Regular)	2 (Intermedio)
Cebada (D)	CD-19-013	99,00 %	2 (Bueno)	2 (Intermedio)

La variación observada entre genotipos en emergencia y vigor durante el establecimiento inicial se explica principalmente por la interacción Genotipo × Ambiente mediada por la alcalinidad del suelo; en suelos con pH cercano a 8,5 la disponibilidad de micronutrientes (por ejemplo Fe, P, Zn) y la dinámica de la rizosfera se ven alteradas, lo que condiciona la absorción temprana de nutrientes y puede reducir el vigor de plántulas de materiales menos rústicos pese a la buena calidad fisiológica de la semilla (Yamamoto *et al*., 2024). Estos efectos edáficos actúan como un filtro selectivo en genotipos con mayor eficiencia en adquisición radicular o tolerancia a pH elevados mantienen vigor superior, mientras que genotipos sensibles manifiestan crecimiento más lento una vez sembrados en campo (S. Yang *et al*., 2024)
.

Comportamiento Morfo-fenológico y Ciclo del Cultivo

El desarrollo fenológico de los genotipos evidenció una favorable adaptación a las condiciones locales (Tabla 2). Se identificaron materiales precoces, como las variedades de cebada Clipper e INIAP-Alfa 2021, que registraron su espigamiento entre los 54 y 56 días. En contraste, la avena exhibió un ciclo más tardío, requiriendo un promedio de 107 días hasta la emisión de panoja bajo la aplicación de bioinsumos. Respecto a la morfología, la altura de planta presentó variaciones significativas; mientras las líneas de avena como AS-17-001 alcanzaron 148,22 cm, genotipos de

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

menor porte como la cebada Clipper mantuvieron estaturas inferiores, una característica arquitectónica que reduce significativamente el riesgo de acame y la consecuente pérdida de grano.

Tabla 2

Variables morfofonológicas y componentes de precocidad

Cultivo	Genotipo Sobresaliente	Altura de Planta (cm)	Días al Espigamiento	Tamaño de Espiga/Panoja (cm)
Triticale	TCL-10-004	112,05	54	10,33
Cebada (H)	INIAP-Alfa 2021	81,33	56	11,28
Avena	Fortaleza 2020	110,28	70 (Panoja)	17,11
Cebada (D)	CD-19-013	111,45	79	11,28

Las diferencias fenológicas y morfológicas observadas reflejan estrategias de adaptación a las limitantes edafoclimáticas de la zona. Como señalan Teng *et al*, (2023), la precocidad permite a ciertos genotipos escapar del estrés abiótico terminal (déficit hídrico o térmico durante el llenado de grano), favoreciendo la estabilidad del rendimiento; por el contrario, los ciclos largos maximizan la biomasa a costa de un mayor riesgo de acame. Adicionalmente, la marcada heterogeneidad en las alturas se atribuye a la restricción del desarrollo vegetativo inducida por la alcalinidad del suelo, factor que afecta diferencialmente la fisiología y la arquitectura radicular de los materiales evaluados (S. Yang *et al*., 2024).

Reacción Fitosanitaria frente a Patógenos Locales

La incidencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis*) fue el factor sanitario más crítico, afectando severamente a la cebada Scarlet (78,33 % de severidad). Sin embargo, las líneas diferenciales de trigo como YR10/6*AOC demostraron inmunidad total, posicionándose como fuentes genéticas clave para la zona. El virus del enanismo amarillo (BYDV) se presentó en todos los rubros, con una severidad moderada en triticale y cebada (Escala 2 a 4), pero más extensa en avena (Escala 5). Los resultados sanitarios se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

Comportamiento fitosanitario de genotipos seleccionados

Cultivo	Genotipo	Roya Amarilla (Sev. %)	Virus BYDV (Escala 1-9)	Reacción Genética
Trigo	YR10/6*AOC	0 %	1 (Trazas)	Inmune
Triticale	TCL-10-004	0 %	2 (Moderado)	Resistente
Cebada (H)	Scarlet	78,33 %	3 (Leve)	Susceptible
Avena	AS-17-001	81,67 % (Coronata)	5 (Extenso)	Susceptible
Cebada (D)	CD-19-013	63,33 %	4 (Moderado)	Susceptible

La elevada presión de roya y la severidad diferencial de BYDV se relacionan con dos causas principales, donde los cambios en la composición y virulencia de las poblaciones de *Puccinia striiformis* que pueden superar genes de resistencia específicos, y la interacción estrés edáfico respuesta inmune vegetal, puesto que condiciones nutricionales alteradas o estrés por pH reducen la eficacia de las defensas sistémicas de la planta. Esto explica por qué líneas diferenciales con genes como Yr10 pueden mostrar inmunidad en campo mientras cultivares locales resultan altamente afectados, y subraya la necesidad de vigilancia fitopatológica regional y estrategias de manejo genético (Gangwar *et al*., 2026).

Productividad y Calidad de Grano

Los rendimientos obtenidos Tabla 4 confirmaron el alto potencial cerealero del Campus Salache cuando se emplean variedades mejoradas. El triticale TCL-10-004 alcanzó el rendimiento máximo con 12.810,46 kg ha^{-1}, seguido de la cebada INIAP-Alfa 2021 con 11.371,03 kg ha^{-1}. Estos valores superan ampliamente los promedios nacionales (1,2 t ha^{-1}), sugiriendo que la falta de acceso a semillas de calidad es la principal limitante para los agricultores locales. En avena, la aplicación de lactofermento incrementó la productividad significativamente, demostrando ser un insumo eficaz para mitigar las deficiencias del suelo alcalino.

Tabla 4

Rendimiento de grano y potencial productivo

Cultivo	Genotipo Líder	Rendimiento (kg ha^{-1})	Peso Hectolítrico (kg hl^{-1})	Calidad de Grano

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Universidad & ciencia
Vol.15, No. 3, septiembre-diciembre, (2026)
ISSN: 2227-2690 RNPS: 2450
Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

Triticale	TCL-10-004	12.810,46	71,01	1 (Grueso)
Cebada (H)	INIAP-Alfa 2021	11.371,03	63,45	1 (Grueso)
Cebada (D)	CD-19-004	6262,33	101,05	2 (Mediano)
Avena (L)	Fortaleza 2020	4.687,50	N/D	1 (Excelente)
Avena	INIAP-82	1873,33	33,86	2 (Mediano)

El alto potencial productivo de ciertos genotipos evidencia la exitosa sinergia entre una genética superior, una fenología estable y un manejo edáfico focalizado. Como señalan Zhang *et al.*, (2023), la respuesta positiva de la avena a los lactofermentos confirma que los biofertilizantes optimizan la microbiota de la rizósfera y la asimilación de nutrientes en suelos salino-alcalinos, demostrando que el rendimiento final depende de la estricta interacción genotipo-manejo (Deepanshi *et al* ., 2026). Para garantizar la estabilidad agrícola en la Sierra Centro, es imperativo aplicar estos hallazgos bajo un enfoque integral. Esto exige corregir la alcalinidad mediante bioenmiendas, masificar el uso de genotipos precoces y resistentes, y robustecer la red regional de vigilancia fitopatológica y certificación de semillas (Yadav *et al*., 2021; Kumari *et al*., 2023; P. Keerthanan. *et al*., 2025; Shah *et al*., 2026). Estas acciones conjuntas neutralizan las limitantes agronómicas y minimizan el riesgo de pérdidas económicas por colapso sanitario o restricciones nutricionales (Zhang *et al*., 2023)

Conclusiones

La presente investigación demuestra de manera concluyente que, a pesar de las severas restricciones fisiológicas impuestas por la alcalinidad extrema del suelo (pH 8,58), existe una notable plasticidad y adaptabilidad genética en los cereales evaluados en el Campus Salache. El triticale (línea 10-004) y la cebada (variedad Alfa 2021) evidenciaron un potencial productivo excepcional, alcanzando rendimientos de 12.810,46 kg/ha y 11.371,03 kg/ha respectivamente, cifras que superan de manera rotunda los promedios nacionales. Asimismo, se valida que la incorporación de bioinsumos orgánicos como el lactofermento constituye una estrategia agronómica

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

altamente eficaz para mitigar el estrés abiótico, modificar favorablemente el entorno rizosférico y potenciar el rendimiento. Estos hallazgos, sumados a la identificación de líneas de trigo con inmunidad total a la roya amarilla, consolidan bases científicas invaluables para direccionar los programas de mejoramiento genético de la FCAREN, garantizando la sostenibilidad y la seguridad alimentaria en los ecosistemas restrictivos de la Sierra Centro ecuatoriana.

Referencias Bibliográficas

Abebaw, S. E. (2025). A Global Review of the Impacts of Climate Change and Variability on Agricultural Productivity and Farmers' Adaptation Strategies. *Food Science & Nutrition*, *13*(5), e70260. https://doi.org/10.1002/fsn3.70260

Aoun, M., Kolmer, J. A., Rouse, M. N., Elias, E. M., Breiland, M., Bulbula, W. D., Chao, S. y Acevedo, M. (2019). Mapping of Novel Leaf Rust and Stem Rust Resistance Genes in the Portuguese Durum Wheat Landrace PI 192051. *G3 Genes|Genomes|Genetics*, *9*(8), 2535-2547. https://doi.org/10.1534/g3.119.400292

Da Silva Ferreira, G. D. y Marchioro, C. A. (2026). Mapping the global threat of *MYTHIMNA SEPARATA* (Walker) and its economic implications for Brazil's agriculture. *Pest Management Science*, *82*(9), 9097-9106. https://doi.org/10.1002/ps.70954

Deepanshi, Rani, A., Kumar, V., Vlaskin, M. S. y Nanda, M. (2026). Microalgae and Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Sustainable Agriculture: Biostimulants and Biofertilizers to Improve Soil Health and Plant Stress Resilience. *Current Microbiology*, *83*(7), 380. https://doi.org/10.1007/s00284-026-04972-5

Gangwar, O. P., Kumar, S., Chander Bhardwaj, S., Prasad, P., Khan, H., Manjul, A. S., Lata, C., Kallugudi, J., Tiwari, R. y Adhikari, S. (2026). Pathotype Characterization, Frequency Shift, and Geographical Distribution of *Puccinia striiformis* f. Sp. *Tritici* in North India from 2019 to 2024 and Identification of Genetic Resistance in Cultivated Wheat Varieties. *Plant Disease*, *110*(7), 2796-2806. https://doi.org/10.1094/PDIS-07-25-1474-RE

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Gaur, P. M., Samineni, S., Tripathi, S., Varshney, R. K. y Gowda, C. L. L. (2015). Allelic relationships of flowering time genes in chickpea. *Euphytica*, *203*(2), 295-308. https://doi.org/10.1007/s10681-014-1261-7

Hill, C. B. y Li, C. (2016). Genetic Architecture of Flowering Phenology in Cereals and Opportunities for Crop Improvement. *Frontiers in Plant Science*, *7*. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01906

Ikegami, M., Wandrag, E., Duncan, R. P. y Hulme, P. E. (2019). Length of cultivation determines native and non-native weed richness in crop fields worldwide. *Biological Invasions*, *21*(2), 363-375. https://doi.org/10.1007/s10530-018-1828-7

Keerthanan., P., P, A., Singh, V., Bhargavi, R., Pujitha, N., Anusha, T. y Bindu, T. P. L. H. (2025). The Role of Biofertilizers in Soil Health Improvement and Sustainable Farming: A Comprehensive Review. *Archives of Current Research International* , *25*(5), 163-179. https://doi.org/10.9734/acri/2025/v25i51196

Kumari, S. G., Kumar, P. L., Moukahel, A. y El-Miziani, I. (2023). Phytosanitary management of ICARDA's germplasm seed collections for safe movement and better future use. *CABI Reviews*, cabireviews.2023.0045. https://doi.org/10.1079/cabireviews.2023.0045

Longo, A. y López, M. L. (2025). Una cocina para el procesamiento de *Chenopodium quinoa* Willd. En el poblado alto del pukara El Carmen 1, Tucumán, Argentina (ca. 1200-1450 dC). *Latin American Antiquity*, *36*(3), 772-791. https://doi.org/10.1017/laq.2024.21

López, M. L., Grana, R., Vrydaghs, L. y Chevalier, A. (2025). Primeras evidencias de cultivo europeo en el sitio Pueblo Guayascate 1 (Córdoba, Argentina): Siglos dieciséis y diecisiete. *Latin American Antiquity*, *36*(3), 562-577. https://doi.org/10.1017/laq.2024.35

Losert, D., Maurer, H. P., Leiser, W. L. y Würschum, T. (2017). Defeating the Warrior: Genetic architecture of triticale resistance against a novel aggressive yellow rust race. *Theoretical and Applied Genetics*, *130*(4), 685-696. https://doi.org/10.1007/s00122-016-2843-7

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

Macías Naranjo, S. M., Arjona, J. M., Huebra Montero, L., Rubio Heras, J., Sánchez Vicente, I., García Molina, C. G., Aparicio, N. y Albertos, P. (2026). Amaranth, the ancient pseudocereal: A promising crop for climate-resilient agriculture and healthy diets. *Frontiers in Plant Science*, *17*, 1716624. https://doi.org/10.3389/fpls.2026.1716624

Mergoum, M., Sapkota, S., ElDoliefy, A. E. A., Naraghi, S. M., Pirseyedi, S., Alamri, M. S. y AbuHammad, W. (2019). Triticale (x Triticosecale Wittmack) Breeding. En J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, & D. V. Johnson (Eds.), *Advances in Plant Breeding Strategies: Cereals* (pp. 405-451). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23108-8_11

Miedaner, T., Flath, K., Starck, N., Weißmann, S. y Maurer, H. P. (2022). Quantitative-Genetic Evaluation of Resistances to Five Fungal Diseases in A Large Triticale Diversity Panel (×Triticosecale). *Crops*, *2*(3), 218-232. https://doi.org/10.3390/crops2030016

Morales, E. R. (2015). *Manejo de cultivos andinos del Ecuador*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. https://www.researchgate.net/profile/Angel-Calvache-Ulloa/publication/325483923_MANEJO_DE_CULTIVOS_ANDINOS_DEL_ECUADOR/links/5b10aeada6fdcc4611d982a0/MANEJO-DE-CULTIVOS-ANDINOS-DEL-ECUADOR.pdf

Oropesa Scull, Y. S., Soto Diaz, A., Rodríguez Navarro, L. y Fernandez, G. P. (2025). Efecto biológico del lactofermento de hojarasca forestal en Crotalaria juncea L. *Avances en Investigación Agropecuaria*, *29*, 209-220. https://doi.org/https://doi.org/10.53897/RevAIA.25.29.107

Park, R. F., Golegaonkar, P. G., Derevnina, L., Sandhu, K. S., Karaoglu, H., Elmansour, H. M., Dracatos, P. M. y Singh, D. (2015). Leaf Rust of Cultivated Barley: Pathology and Control. *Annual Review of Phytopathology*, *53*(1), 565-589. https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080614-120324

Ponce Molina, L. J., Garófalo Sosa, J. A. y Noroña Zapata, P. J. (2021). *Programa de Cereales* (p. 70) [INFORME ANUAL 2021]. INIAP.

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/91eb02e3-a3a7-4aa3-aa4c-9007c7d517b3/content

Rivadeneira, M., Ponce, L., Abad, S. y Coronel, J. (2003). *INIAP CAÑICAPA 2003: la primera variedad de cebada con alto contenido de proteína* (Plegable No. 208; p. 6). INIAP. https://repositorio.iniap.gob.ec/server/api/core/bitstreams/effdd2a8-3c2a-4f71-a5fb-e0d874e13069/content

Shah, K., Guo, Y., Adnan, M. y Wu, H. (2026). Xanthomonas spp.: Devastating Plant Pathogens and Sustainable Management Strategies. *Pathogens*, *15*(2), 175. https://doi.org/10.3390/pathogens15020175

Teng, Z., Chen, Y., Meng, S., Duan, M., Zhang, J. y Ye, N. (2023). Environmental Stimuli: A Major Challenge during Grain Filling in Cereals. *International Journal of Molecular Sciences*, *24*(3), 2255. https://doi.org/10.3390/ijms24032255

Todorović, M. y Jovanović, N. (2019). Climate Change and Agriculture. En P. Maurice (Ed.), *Encyclopedia of Water* (1.ª ed., pp. 1-15). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119300762.wsts0177

Torres Miño, C. J., Hernández Maqueda, R. y Moreno, Á. H. (2020). Adaptation Strategies and Microwave Drying of Amaranth Species with a High Nutritional Value to the Ecuadorian Andean Region. En *Nutritional Value of Amaranth* (p. 176). IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.88843

Ulaszewski, W. y Kwiatek, M. T. (2020). Aegilops Species for the Improvement of the Leaf and Stripe Rust Resistance in Cultivated Triticale (×Triticosecale Wittmack). *Agronomy*, *10*(12), 1991. https://doi.org/10.3390/agronomy10121991

Yadav, A. N., Kour, D. y Ahluwalia, A. S. (2021). Soil and phytomicrobiomes for plant growth and soil fertility. *Plant Science Today*, *8*(sp1), 1-5. https://doi.org/10.14719/pst.1523

Yamamoto, T., Kazunari, K., Tomoyuki, F., Qian, Z., En, Y. y Jian Feng, M. (2024). *Genetic background influences mineral accumulation in rice straw and grains*

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711

under different soil pH conditions. *Sci Re, p* **14**, 15139. https://doi.org/10.1038/s41598-024-66036-7

Yang, S., Xu, Y., Tang, Z., Jin, S. y Yang, S. (2024). The Impact of Alkaline Stress on Plant Growth and Its Alkaline Resistance Mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(24), 13719. https://doi.org/10.3390/ijms252413719

Yang, Y., Liu, H., Tian, X. y Du, W. (2022). Lodging resistance and feeding quality of triticale and cereal rye lines in an alpine pastoral area of P. R. China. *Agronomy Journal*, *114*(2), 1284-1297. https://doi.org/10.1002/agj2.21012

Zhang, S., Zhu, Q., De Vries, W., Ros, G. H., Chen, X., Muneer, M. A., Zhang, F. y Wu, L. (2023). Effects of soil amendments on soil acidity and crop yields in acidic soils: A world-wide meta-analysis. *Journal of Environmental Management*, *345*, 118531. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118531

Conflicto de interés

Los autores no declaran conflictos de intereses.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0. Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de los contenidos y no realice modificación de la misma.

Cite este artículo como:
Córdova Suntasig, P.J., Tonato Analuisa, L.S., Torres Miño, C.J. y Garofalo Sosa, J. (2026). Evaluación agronómica de trigo, avena, cebada y triticale en el campus Salache, Latacunga. *Universidad & ciencia, 15*(3), e9209.
URL: https://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/9209
DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.23778711