


Caracterización del germoplasma de cereales con potencial agromorfológico para la provincia de Bolívar

Cereals germplasm characterization with potential agro morphological for the Bolivar province

Julissa Borja Erazo ¹; Rubén Quinatoa Calvache ¹; Eduardo Rodríguez Maldonado ¹; David Silva García ¹; Andrea Román Ramos ^{1*}

1 Universidad Estatal de Bolívar. Campus Académico “Alpachaca” Av. Ernesto Che Guevara s/n y Av. Gabriel Secaira, Guaranda, Ecuador, juborja@mailes.ueb.edu.ec, rquinatoa@mailes.ueb.edu.ec, eduguez@gmail.com, dsilva@ueb.edu.ec,

*Autor de correspondencia: aroman@ueb.edu.ec

Available from: <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.11>

RESUMEN

Los bancos de germoplasma son una fuente de materiales con potencial y tolerancia a enfermedades para la mejora de los cereales. En el Ecuador el INIAP mantiene un banco que permite realizar la reintroducción de material genético a las zonas de cultivo. La pérdida de tolerancia a enfermedades y reducida resiliencia a factores abióticos hacen necesario que se prueben estos materiales para su introducción en Bolívar. El objetivo de este trabajo fue caracterizar líneas diferenciales potenciales de trigo y cebada del banco de germoplasma de INIAP como fuentes materiales con características de adaptación y tolerancia a enfermedades en la provincia de Bolívar. Se utilizó un análisis de componentes principales para la separación de las características agronómicas e incidencia de enfermedades, después se realizó un análisis de conglomerados para agrupar las líneas diferenciales con características semejantes. Los resultados de esta investigación muestran que las variables: porcentaje de emergencia (PE), hábito de crecimiento (HC), días al espigamiento (DE), altura de planta (AP), longitud de espiga (LE), peso de 100 granos (PCG), Peso del grano partido (PCP), incidencia enfermedades (IE), y tamaño del grano (TGr) son las que mejor describen el comportamiento de las líneas evaluadas. Se determinó que existen dos grupos bien diferenciados de líneas de trigo, donde YR5/6*AOC, AC Avonlea, CDC Alsask, CDC GO, Ultima, Pronghorn, Bunker, Brevis y Yr43, así como AC Interpid y AC Certa comparten características homogéneas para caracterización. De la misma forma para cebada las líneas I5 y Bacroft, así como Topper y Mahigan comparten características y pueden ser seleccionadas con el propósito obtener materiales genéticos promisorios con la finalidad de ser potenciales variedades para Bolívar.

Palabras clave: accesiones, análisis de conglomerados, banco de germoplasma, cebada, trigo.

ABSTRACT

Germplasm banks are a source of materials with potential and disease tolerance for improving cereals. In Ecuador, INIAP maintains a bank that allows for reintroducing genetic material into cultivation areas. The loss of disease tolerance and reduced resilience to abiotic factors make it necessary to test these materials for their introduction in Bolivar. This study aimed to characterize potential differential wheat and barley lines from the INIAP germplasm bank as material sources with adaptation characteristics and disease tolerance in Bolivar province. Principal component analysis was used to separate agronomic traits and disease incidence, followed by a cluster analysis to group the differential lines with similar characteristics. The results of this research show that the variables: emergence percentage (EP), growth habit (GH), days to heading (DH), plant height (PH), spike length (SL), 100-grain weight (GW), split grain weight (SGW), disease incidence (DI), and grain size (GS) best describe the behavior of the evaluated lines. It was determined that there are two distinct groups of wheat lines, where YR5/6*AOC, AC Avonlea, CDC Alsask, CDC GO, Ultima, Pronghorn, Bunker, Brevis, and Yr43, as well as AC Interpid and AC Certa, share homogeneous characteristics for

characterization. Similarly, for barley, lines I5, Bancroft, Topper and Mahigan share features and can be selected to potentially obtain promising genetic materials to become varieties for Bolivar.

Keywords: Accessions, cluster analysis, germplasm bank, barley, wheat.

INTRODUCCIÓN

Los cereales son plantas monocotiledóneas herbáceas de ciclo vegetativo anual, pertenecen a la familia de las gramíneas¹. Todos los cereales proceden de gramíneas silvestres, pero se han transformado tanto de sus cepas originarias que actualmente forman especies distintas².

La producción mundial de cereales en 2021 fue de 2799 millones de toneladas, lo que supone un aumento del 0.8 % respecto de la producción en 2020. Además, la producción mundial de cereales secundarios, incluidos la cebada, la avena, el centeno y otros cereales de menor importancia fue de 1502 millones de toneladas en 2021, registrando un aumento anual de 18.9 millones de toneladas, debido a una mayor producción de maíz³.

Las provincias con mayor área de cereales sembrada son: Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha, Bolívar e Imbabura; y las provincias con mayor producción de grano son: Cañar, Carchi y Loja⁴. En el 2022 en el Ecuador, el área de trigo fue de 4510 ha con una productividad de 1.69 t ha⁻¹ y para la cebada 8443 ha con una productividad de 1.46 t ha⁻¹⁵. Específicamente en la provincia de Bolívar se cultiva un área de 1164 Ha de trigo y 470 Ha de cebada⁶. Lo que contrasta con que en el Ecuador el trigo, arroz y cebada son los cereales de mayor consumo por la población⁴.

Sin embargo, la producción nacional no cubre la demanda de los cereales para consumo por lo que generalmente son importadas. En este contexto, el trigo es importado de Estados Unidos, Canadá y otros países, solamente el 10% de la necesidad restante es producida en Ecuador⁷. Por esta razón, la investigación en la identificación de cereales con potencial agromorfológico es un proceso continuo y metódico para conseguir información confiable y oportuna, que admita la generación de germoplasma con características deseables de adaptación, productividad, resistencia a enfermedades y calidad industrial⁸.

La caracterización de germoplasma permite identificar diferencias entre las accesiones que se evalúan. Ciertas características como su origen, son importantes, así como aquellas que están racionadas con su rendimiento asociadas a descriptores específicos de cada taxón y a sus características botánicas⁹.

En este contexto, el Programa de Cereales del INIAP ha venido trabajando por cerca de 60 años generando germoplasma con características de resistencia a enfermedades, productividad y calidad⁸, siendo importante que estos materiales deban seguir siendo caracterizados para continuar con el desarrollo de materiales aptos para su utilización en zonas de producción. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue caracterizar líneas diferenciales con potencial agromorfológico del banco de germoplasma de INIAP como fuentes materiales con características de adaptación y tolerancia a enfermedades en zonas de producción de Bolívar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Vegetal y localización del ensayo

El material vegetal utilizado en esta investigación fueron 54 líneas de cereales: 39 de trigo y 15 de cebada (Tabla 1). Esta investigación fue realizada en los años 2022 y 2023, en el sector de Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia Bolívar a una altitud de 2622 msnm.

Cereal	Línea Diferenciales
Trigo	Avocet-YRA, Avocet+YRA, YR/6*AOC, Sietre Cerros T66 (Yr2), YR5/6*AOC, YR6/6*AOC, YR7/6*AOC, YR8/6*AOC, YR9/6*AOC, YR10/6*AOC, YR15/6*AOC, YR17/6*AOC, YR18/3*AOC, YR24/3*AOC, YR26/3*AOC, YR27/6*AOC, YRSP/6*AOC, YRCV/6*AOC, Yr28, Yr29, Yr31, ACBarrie, CDCTeal, Lillian, AC Avonlea, CDC Alsask, CDC GO, AC Interpid, Carberry, Produra, Yr26/6*Avocet S, AC Certa, Ultima, Pronghorn, Bunker, Brevis, Zak, Yr43, Yr44
Cebada	HB522, Mahigan, Topper, KAO-32-12, Heils Franken, Emir, Astrix, Hiproly, Varundha, Abed Binder 12, Trumpf, Mazurka, Bigo, I5, Bancroft

Fuente: Banco de germoplasma INIAP

Tabla 1. Líneas diferenciales utilizadas en la caracterización de materiales potenciales de trigo y cebada.

Diseño y manejo del experimento

Para la preparación de suelo se realizó una labor de arado y una de rastra con la finalidad con tractor dos meses antes de la siembra. La siembra del experimento fue 12 de abril de 2022, estableciendo 3 surcos 1 m separados por 17 cm para la siembra. El control de malezas se realizó de manera manual. La fertilización se realizó con 125 kg ha⁻¹ de urea y 250 kg ha⁻¹ de 10-3-10. No se realizó manejo de enfermedades ni de plagas.

La cosecha se realizó cuando el estadio de madurez fue alcanzado y posteriormente se realizó la trilla y la limpieza de grano, siendo almacenado hasta realizar las evaluaciones de variables relacionadas al rendimiento.

Determinación de variables agronómicas

Las variables fueron evaluadas de acuerdo Ponce et al⁸ en los estadios de cereales según la escala de Zadoks (1945), como se describe a continuación:

Porcentaje de emergencia (PE): Se evaluó de manera visual, expensando como bueno, regula y malo, con sus respectivos porcentajes, de acuerdo a la siguiente escala: buena: 81 – 100%; regular: 60 – 80% y Malo: < 60% plantas emergidas.

Vigor de la planta (VP): Se evaluó en el estadio de la hoja bandera (GS39) de acuerdo a la siguiente escala: 1: Bueno; Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas; 2: Regular; Plantas y hojas medianamente desarrolladas y 3: Malo; Plantas pequeñas y hojas delgadas.

Hábito de crecimiento (HC): Se realizó mediante la utilización de una escala de tres descriptores relacionados a la disposición de las hojas, donde, 1: Erecto, hojas dispuestas verticalmente hacia arriba, 2: Intermedio (Semierecto o Semipostrado, hojas dispuestas diagonalmente, formado un ángulo de 45 grados; 3: Postrado, hojas dispuestas horizontalmente, sobre la superficie del suelo.

Días al espigamiento (DE): Esta variable fue registrada contando los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50% de las espigas de la parcela aparecieron en su totalidad.

Tipo de paja (TP): Esta variable se registró en el estadio de grano pastoso (GS80), empleando la siguiente escala: 1: tallo fuerte, tallos gruesos, erectos y flexibles, que soportan el viento y el acame; 2: tallo intermedio, tallos no muy gruesos, erectos y medianamente; 3: tallo débil, tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame.

Altura de planta (AP): La altura de planta se evaluó en el estadio de grano lechoso (GS70), desde la superficie del suelo hasta el extremo de la espiga, excluyendo las aristas, empleando un flexómetro, y fue expresado en cm.

Determinación de la Incidencia de enfermedades (IE)

Se evaluó de manera visual desde la etapa de formación de la hoja bandera (GS39) hasta la etapa de grano lechoso (GS71). Se cuantificó el número plantas enfermas del total plantas en un metro lineal, siendo expresado en porcentaje.

Rendimiento y componentes de rendimiento

Las variables fueron evaluadas de acuerdo Ponce et al⁸ en los estadios de cereales según la escala de Zadoks (1945) como se describe a continuación:

Longitud de espiga (LE): se evaluó durante el estadio de madurez (GS90), con la ayuda de un flexómetro se midió desde la base de la espiga hasta el ápice de la misma, se expresó en cm.

Tipo de grano (TG): fue evaluado de acuerdo a su color, forma, tamaño, uniformidad o daño después del estadio (GS92) cuando el grano estaba totalmente seco, mediante la siguiente escala para cebada: *** grano grande, grueso, redondo, blanco o crema; ** grano mediano, redondo, blanco amarillo; * grano mediano, alargado, crema o amarillo; + grano pequeño, delgado, manchado, chupado. Escala para trigo 1: grano grueso, grande, bien formado, limpio; 2: grano mediano, bien formado, limpio; 3: grano pequeño, delgado, manchado.

Peso de 100 granos (PCG) y peso del grano partido (PGP): para el PCG se contaron 100 granos en estado íntegro y para el PGP se separó grano partido, posteriormente se pesó en una balanza analítica (ADAM; 2000 g), el peso fue expresado en gramos.

Tamaño del grano (TG): se escogieron 20 granos íntegros al azar y se midió con una regla en mm obteniéndose un tamaño promedio por cada línea evaluada.

Análisis de Datos

Los datos fueron analizados mediante la visualización con la utilización de medias, rangos, máximos y mínimos mediante un análisis descriptivo con la utilización del programa estadístico Microsoft Excel (2016). Posteriormente, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) como criterio de clasificación a los diferenciales del cultivo, extrayendo las correlaciones y definiendo el número de componentes. Una vez analizado esto se procedió a realizar un análisis de conglomerados utilizando las variables del ACP determinadas como criterios de agrupamientos. Para el análisis se utilizó el programa estadístico Infostat versión 2020¹⁰.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los cultivares de trigo evaluados el análisis de componentes principales (ACP) muestra que las variables PE, HC, DE, AP, LE, PCG, PCP y TGr explican el 25.6 % de la varianza (Fig. 1.). En caso de la cebada las variables IE, LE, PCG y PGP explican 27.8 % de la varianza (Fig. 2.). Estas variables son útiles para la caracterización de líneas diferenciales para la incorporación en zonas de producción de Bolívar.

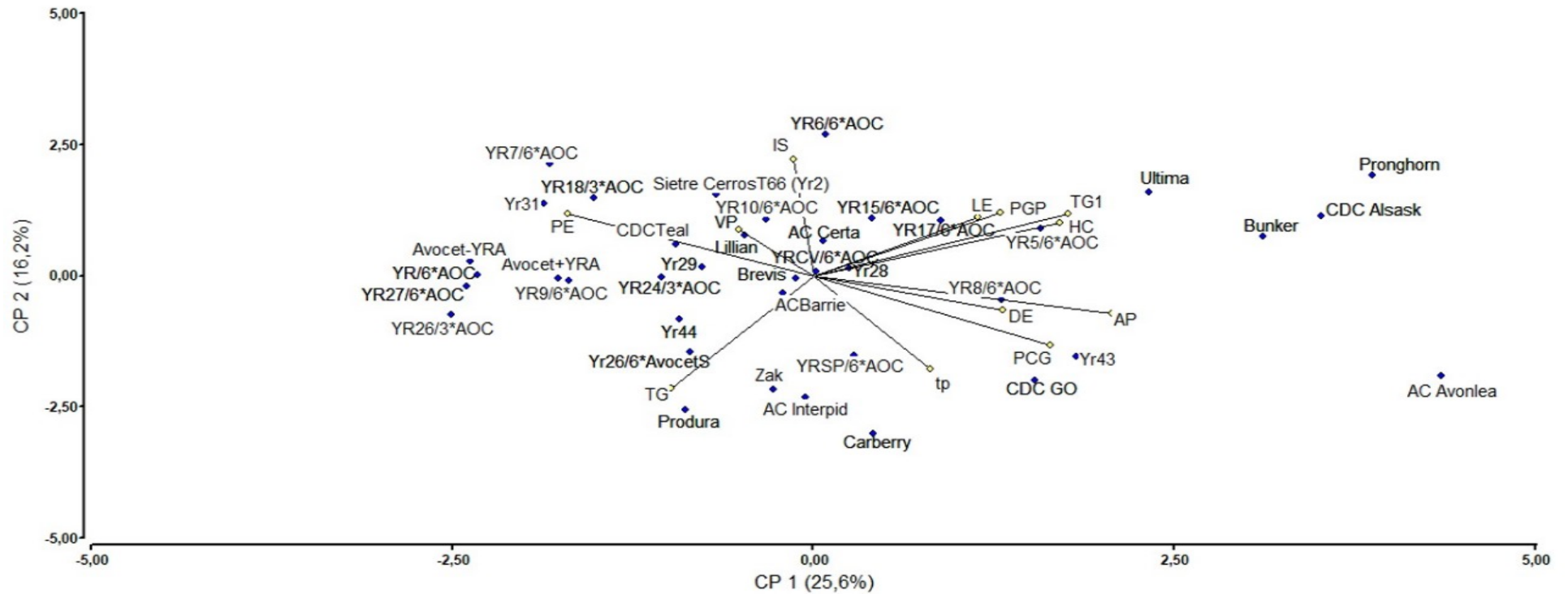


Figura 1. Análisis de componente principal (ACP) de las líneas diferenciales de trigo de las variables porcentaje de emergencia (PE), porcentaje de emergencia (PE), hábito de crecimiento (HC), días al espigamiento (DE), incidencia de enfermedades (IE), tipo de paja (TP), altura de planta (AP), longitud de espiga (LE), tipo de grano (TG), peso de 100 granos (PCG), Peso del grano partido (PGP), color del grano (CG), tamaño del grano (TGr).

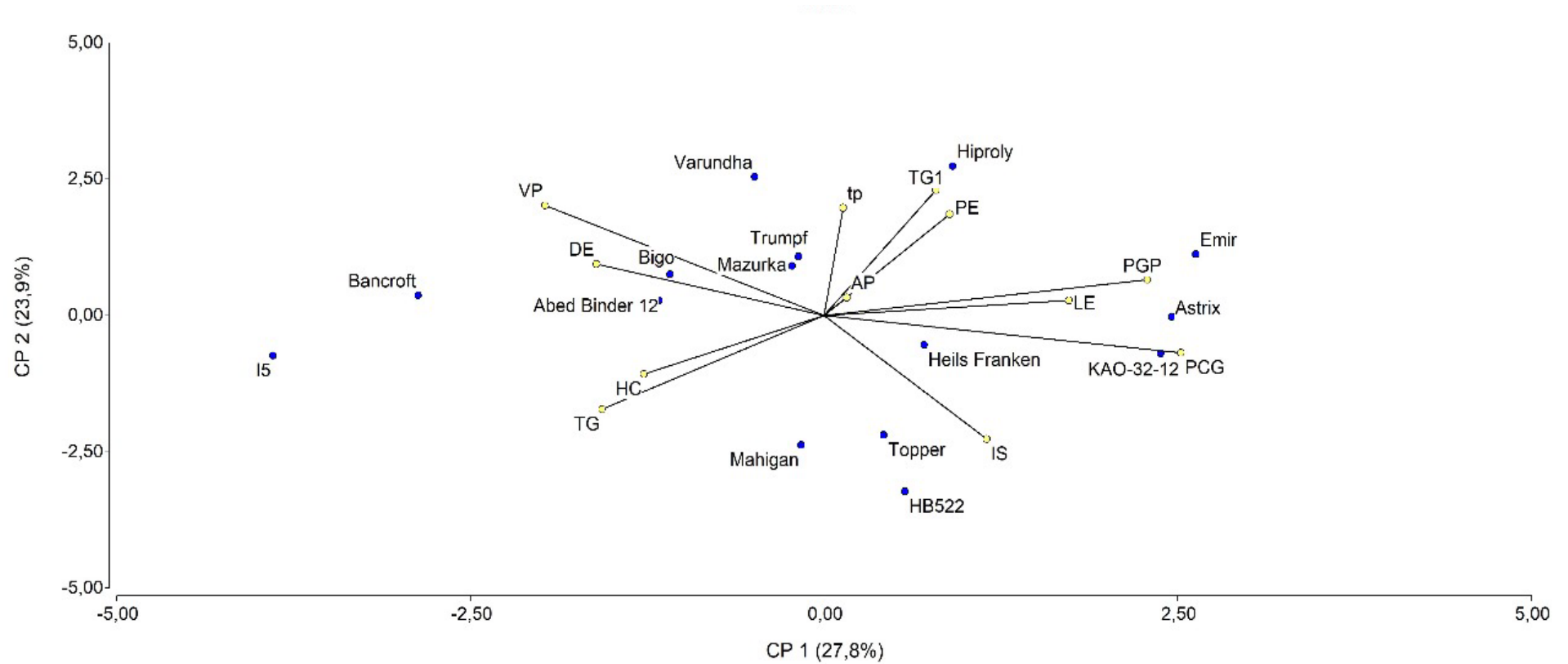


Figura. 2. Análisis de componente principales (ACP) de las líneas diferenciales de cebada de las variables porcentaje de emergencia (PE), porcentaje de emergencia (PE), hábito de crecimiento (HC), días al espigamiento (DE), incidencia de enfermedades (IE), tipo de paja (TP), altura de planta (AP), longitud de espiga (LE), tipo de grano (TG), peso de 100 granos (PCG), Peso del grano partido (PGP), color del grano (CG), tamaño del grano (TGr).

Del análisis descriptivo, en el caso del trigo el 58.97% y 73.33% de cebada de las 39 y 15 accesiones evaluadas, respectivamente, se observó un PE entre 81 al 100%. En este contexto una buena germinación depende de la calidad física y varietal de la semilla¹¹. Ya que el PE está asociado a la calidad de los germoplasmas, así como profundidad de la siembra, condiciones de humedad en etapas importantes del desarrollo del cultivo, al igual que el periodo de germinación y emergencia de plántulas¹², así como otros determinantes entre ellos la profundidad de siembra, temperatura, humedad especialmente en etapa de germinación y emergencia de la plántula¹³.

Otra variable de germoplasma estudiada fue el HC, de las 39 líneas de trigo y 15 accesiones el 76.92% y el 60%, respectivamente, presentan crecimiento tipo erecto. Sin embargo, en el caso de la cebada se observaron los tres tipos de forma erecta, intermedio y postrado, debido a la fuerte dependencia de los genotipos, siendo una respuesta de tipo varietal. Además, HC es un descriptor morfológico¹⁴, que depende del genotipo ambiente con gran importancia en los cereales evaluados, ya que en zonas donde se presencian vientos fuertes como es el caso de la provincia de Bolívar, se requiere materiales de crecimiento erecto que vaya acompañado de una buena resistencia al acame.

El DE es una variable de importancia para la determinación de potenciales germoplasmas precoces. En el caso del trigo el 79.40% de las accesiones de 100 a 110 días. En relación a las accesiones de cebada el 86.17% de 95-110 días. En este estudio se determinó que hay una media general de 107 en trigo entre 107 hasta a 106 días y 106 días en cebada en un rango de 120 a 97 días. El cereal más precoz fue la cebada, por ejemplo, Bigo con 97 días, en tanto que el trigo duro mostro un tiempo más prolongado para el desarrollo de espigas. Estos resultados muestran diferencias genéticas y fenológicas propias de las líneas diferenciales en estudio llevadas en fase de campo. Estos resultados son semejantes a los observados por Miller¹⁵ quien menciona que la floración ocurre de 4 a 5 días posterior al espigamiento, en tanto que el periodo de llenado de grano varía de acuerdo a la climatología de la zona.

Para la variable IE, en el caso de trigo el 25.64% de las accesiones tuvieron 40% de incidencia de roya amarilla causada por *Puccinia striiformis*. Diferente para las accesiones de cebada donde 26.67% de ellas mostraron un 20% de incidencia de roya amarilla. Conforme a las observaciones realizadas en esta investigación la incidencia fue baja durante el periodo de cultivo, debido a que las condiciones ambientales no favorecieron en el desarrollo de la enfermedad.

En el caso de variable AP se observó que el 69.23% de las 39 accesiones evaluadas de trigo presentaron una AP con en un rango de 60 cm a 80 cm, con una media general de AP de 79 cm. La línea con mayor altura fue CDC Alsask con 114 cm, mientras que el 33.33% de las 15 accesiones evaluadas de cebada el AP fue de un rango de 60 cm a 80 cm, por ejemplo, HB522, Mahigan, Topper, KAO-32-12, Heils Franken, Emir, Astrix, Hiproly, Varundha, Abed Binder 12, Trumpf, Bigo, I5 y Bancroft. El germoplasma con mayor altura fue Bigo con 87 cm.

En el caso de trigo se determinó que 74.36% de las 39 accesiones presentaron LE de 5 cm a 7 cm. La menor LE fue registrada para las accesiones Carberry, Produra y Yr26/6*Avocet S con 5 cm de longitud de espiga. En cebada el 80% de las 15 líneas diferenciales de cebada presentaron longitud en un rango de 6 a 7 cm. La línea con menor longitud se presentó en I5 con 5 cm. Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los obtenidos por Allan & Quinatoa¹⁶, que reportaron un LE que va de 5.83 a 9.50 cm, así como las 14 accesiones de cebada registraron en promedio 7.92 cm.

El PCG de 80% cebada y 66.67% trigo de las líneas evaluadas se observó pesos en un rango de 1.8 a 4 g. El PE tiene influencia directa sobre el rendimiento, granos por espiga y número de espigas por planta¹⁷. Sin embargo, al evaluar el PGP el 25.64% las líneas de trigo se ubicaron en un rango de 3.6 a 7 g diferente del caso de la cebada, donde el 53.33% de las líneas evaluadas se ubicaron en un rango 0.2 a 1 g de grano partido siendo bajo en comparación con trigo. El grano quebrado está relacionado a factores de temperatura y humedad

durante el secado, además de factores climáticos durante el desarrollo pueden influenciar en el incremento de PGP¹⁸.

El TGr en trigo y cebada fue de 4 mm, de acuerdo con los resultados establecidos el tamaño del grano es un carácter de rendimiento que depende de las condiciones ambientales y que se encuentra relacionado con variables como el grano quebrado y el número de granos por espiga¹⁹.

Al analizar las características de las líneas de trigo y cebada empleando los grupos de variables agrupadas por componentes obtenidas a partir del ACP se estableció que las variables que explican la mayor porción de la varianza permitieron separar las líneas diferenciales a través de un análisis de conglomerados. De esta forma se identificaron grupos de líneas de cada cultivo que comparten características similares, distinguidas de las líneas con disimilitudes evidentes dentro de las distancias euclídeas que se pueden observar en las Fig. 1 y 2. De esta forma, en el caso de trigo la Fig. 3., del análisis de conglomerados al estimar únicamente al grupo de variables contenidas en el componente 1 del PCA, las diferencias (distancia euclídea) fueron reducidas, generando dos grupos bien diferenciados de líneas de trigo, donde YR5/6*AOC, AC Avonlea, CDC Alsask, CDC GO, Ultima, Pronghorn, Bunker, Brevis y Yr43 comparten características, mientras que todas las demás líneas de trigo se agrupan en un segundo grupo. De este último las líneas denominadas como AC Interpid y AC Certa son las que comparten características homogéneas.

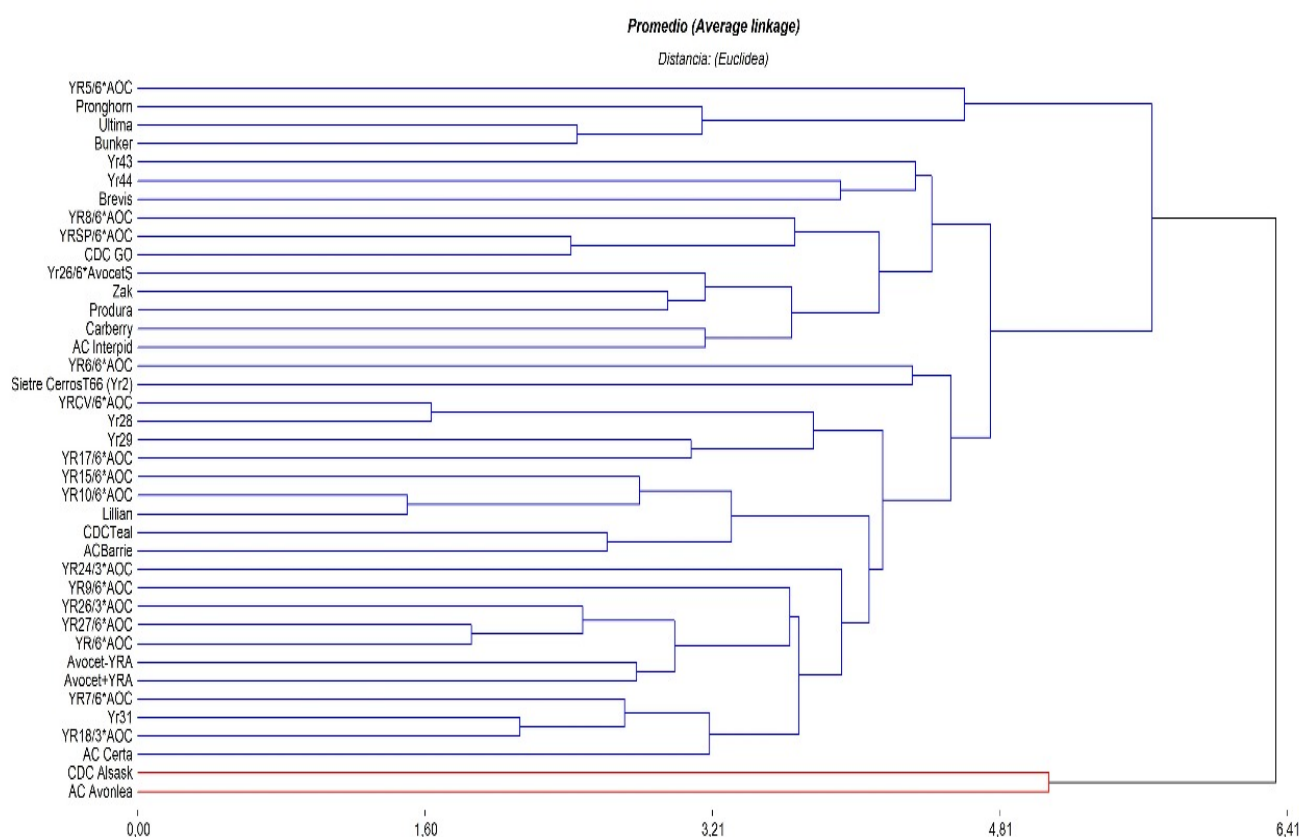


Figura 3. Análisis de conglomerados de las líneas diferenciales de trigo. Correlación cofenética= 0.773.

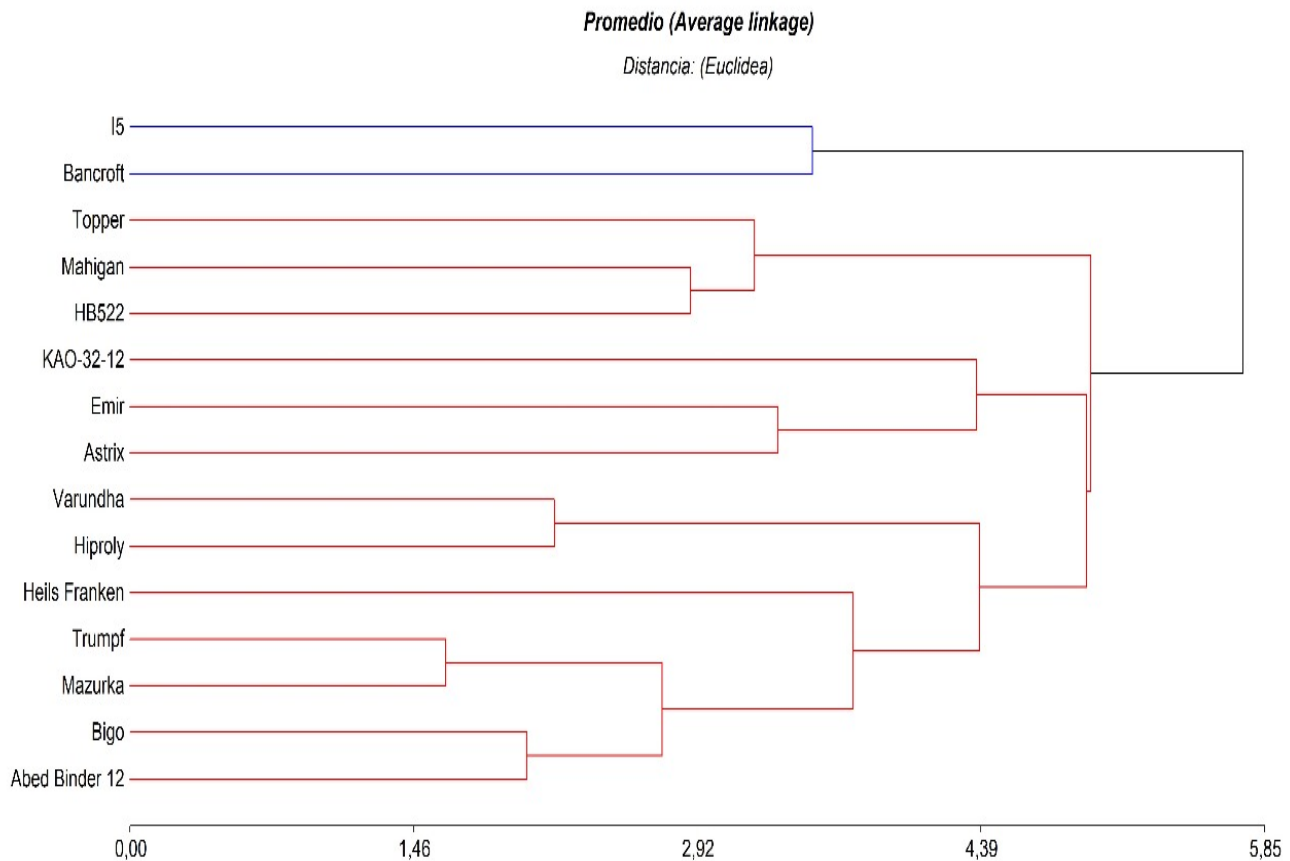


Figura 4. Análisis de conglomerados de las líneas diferenciales de cebada. Correlación cofenética= 0.834.

De la misma forma, de acuerdo a la Fig. 4., del análisis de conglomerados al estimar únicamente al grupo de variables contenidas en el componente 1 del PCA, en general las diferencias (distancia euclidea) fueron reducidas, generando dos grupos bien diferenciados de líneas de cebada, donde I5 y Bancroft, comparten características, mientras que todas las demás líneas de cebada se agrupan en un segundo gran grupo. Respecto del segundo grupo, las líneas denominadas como Topper y Mahigan son las que comparten características homogéneas.

CONCLUSIONES

Esta investigación permitió determinar que el porcentaje de emergencia (PE), hábito de crecimiento (HC), días al espigamiento (DE), altura de planta (AP), longitud de espiga (LE), peso de 100 granos (PCG), Peso del grano partido (PCP), incidencia de enfermedades (IE), y tamaño del grano (TGr), son las variables mejor describen la varianza entre líneas y que nos permiten caracterizar agromorfológicamente y con tolerancia a enfermedades.

Los análisis realizados permitieron diferenciar dos grupos de líneas diferenciales tanto para trigo como para cebada, por lo que esto permitirá que la selección de líneas diferenciales de cada grupo homogéneo puede ser utilizado como germoplasma para la selección de futuras variedades con características adecuadas de rendimiento y tolerancia a enfermedades.

AGRADECIMIENTOS

Los investigadores de este estudio agradecen al programa de cereales del INIAP por las semillas de germoplasma evaluado. Además, agradecen todas las facilidades del Programa de Semillas de la UEB, así como el Laboratorio de Fitopatología para el desarrollo del mismo.

Conflicts of Interest: Los autores declaran no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Jewsbury G. Plantas forrajeras [Internet]. 2018. Available from: <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wpcontent/uploads/sites/14/2016/08/Forrajeras.-2016.pdf>
2. Stephen B. Introducción a los cereales [Internet]. 2017 [cited 2017 Jun 10]. Available from: <https://huerto.eco/cereales/introduccion>.
3. FAO. Perspectivas iniciales de la FAO sobre la oferta y la demanda de trigo en 2021/22 [Internet]. 2022 [cited 2022 Mar 15]. Available from: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
4. Morales ER. Manejo de cultivos andinos del Ecuador. Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2015.
5. SIPA. Principales cultivos 2022 en el Ecuador [Internet]. 2022 [cited 2022 Jun 15]. Available from: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
6. SIPA. Principales cultivos 2022 en la provincia de Bolívar [Internet]. 2022 [cited 2022 Jun 15]. Available from: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
7. Ugalde J. La producción de trigo no abastece al mercado. El diario [Internet]. 2017 Jun 25; Available from: <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/437763-la-produccion-de-trigo-no-abastece-al-mercado/>
8. Ponce L, Garófalo J, Campaña D, Noroña P. Parámetros de evaluación y selección en cereales. Quito, Ecuador: INIAP: Estación experimental Santa Catalina; 2019. p. 58.
9. Jamali SH, Sadeghi L, Najafian M. A Multiplex PCR assay for Discriminating Charlock from Rapeseed: Implications for Seed Testing. In: Biol Forum Int J. 2017. p. 87–91.
10. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat [Internet]. versión 24. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; 2011. Available from: <http://www.infostat.com.ar/>
11. Arenas LC, Heredia AK. Calidad y germinación de semillas de quinua *Chenopodium quinoa willd.* almacenadas artesanalmente por productores [Internet]. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA; 2017. Available from: <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/766>
12. Manobanda O, Rubín M. Respuesta productiva de cinco de variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) a la aplicación de dos sistemas de fertilización foliar, en la granja experimental Laguacoto III, cantón Guaranda, provincia de Bolívar [dissertation on the Internet]. Universidad Estatal del Bolívar; 2023. Available from: <https://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/5103>
13. Hübner F, Arendt EK. Germination of cereal grains as a way to improve the nutritional value: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2013;53(8):853–61.
14. Bayas B. Determinación del potencial productivo de cinco accesiones de avena (*Avena sativa* L) forrajera en la localidad de Naguan [dissertation on the Internet]. Universidad Estatal de Bolívar; 2022. Available from: https://www.dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/4170/1/TESIS_AVENA_BYRON_BAYAS.pdf#page=76&zoom=100,148,157
15. Miller D. Estadios de crecimiento del cultivo de trigo [Internet]. 2017. Available from: <https://www.lgseeds.es/media/Estadios-de-crecimiento-del-Trigo-1.pdf>
16. Allan A, Quinatoa C. Caracterización morfoagronómica de 144 accesiones de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la granja experimental Lagucoto III Cantón Guaranda, provincia Bolívar [dissertation on the Internet]. Universidad Estatal de Bolívar; 2020. Available from: <https://www.dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/3673>
17. Ríos DK, Britto R, Delgado H. Evaluación del rendimiento y sus componentes en genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) diferenciados por su tipo de espiga y grano. *Rev UDCA Actual Divulg Científica.* 2011;14(2):55–63.
18. de Souza ÍP, Schmidt AK, Ruffato S, Prado PMC. Condições de secagem e armazenamento na qualidade física de grãos de arroz Moti gome. *Res Soc Dev.* 2022;11(14):e77111435866–e77111435866.
19. Silva SG, Coronel CEI, Ramírez MA, Velasco PE. Análisis de la calidad del grano durante la cosecha de cebada con la combinada John Deere 9500. *Rev Ciencias Técnicas Agropecu.* 2004;13(1):25–30.

Received: 28 September 2023/ Accepted: 15 November 2023 / Published:15 December 2023

Citation. Borja Erazo J; Quinatoa Calvache R; Rodríguez Maldonado E; Silva García D; Román Ramos A. Caracterización del germoplasma de cereales con potencial agromorfológico para la provincia de Bolívar. Revis Bionatura 2023;8 (4) 11. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.04.11>

Additional information Correspondence should be addressed to aroman@ueb.edu.ec

Peer review information. Bionatura thanks anonymous reviewer(s) for their contribution to the peer review of this work using <https://reviewerlocator.webofscience.com/>

All articles published by Bionatura Journal are made freely and permanently accessible online immediately upon publication, without subscription charges or registration barriers.

Bionatura ISSN. 13909355. **Scopus coverage years:** from 2016 to the Present

Publisher's Note: Bionatura stays neutral concerning jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2023 by the authors. They were submitted for possible open-access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).