



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE AGRONOMÍA



**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 15
VARIETADES MEJORADAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.)
LIBERADAS POR EL INIAP”**

DOCUMENTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO
REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR

EDISON KLEVER SIMBAÑA CHILUISA

TUTOR

ING. EDGAR LUCIANO VALLE VELÁSTEGUI, MG

COTUTOR

MG. JAVIER ALBERTO GARÓFALO SOSA (INIAP)

CEVALLOS – ECUADOR

2022-2023

**“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 15
VARIEDADES MEJORADAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.)
LIBERADAS POR EL INIAP”**

REVISADO POR:

.....

Ing. Edgar Luciano Valle Velastegui, Mg

TUTOR

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO:

Fecha

.....

03/03/2023

Ing. Patricio Núñez Torres, PhD

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

03/03/2023

Ing. Giovanni Velástegui, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

.....

03/03/2023

Ing. Manolo Muñoz, Mg

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El suscrito, EDISON KLEVER SIMBAÑA CHILUISA, portador de cédula de ciudadanía número: 1722017348, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 15 VARIEDADES MEJORADAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) LIBERADAS POR EL INIAP” es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.



Edison Klever Simbaña Chiluisa

DERECHO DEL AUTOR

Al presentar este informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 15 VARIEDADES MEJORADAS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) LIBERADAS POR EL INIAP” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.



Edison Klever Simbaña Chiluisa

DEDICATORIA

Quiero dedicar mi trabajo de investigación a Dios por mantenerme con salud y bienestar durante toda mi vida y permitirme alcanzar mis metas anheladas, también se la dedico a mi amada esposa Pamela por brindarme su apoyo incondicional.

A mis padres Melchor Simbaña y Luz María quienes me han dado su amor, gracias a aquel compromiso y dedicación supieron guiarme desde pequeño por el camino del bien.

A mis hermanos, David, Guillermo, José Luis, Moisés, Sara, Evelyn Simbaña Chiluisa, y a mi hermana María Chicaiza quienes supieron estar a mi lado sin importar las dificultades presentadas siempre me brindaron todo su apoyo incondicional.

Edison Klever Simbaña Chiluisa

AGRADECIMIENTO

Primeramente, estoy agradecido con Dios, su amor y misericordia ha hecho posible que durante este proceso estudiantil siga firme hasta que pueda concluir sin ningún inconveniente, gracias Papá Dios porque en cada paso que daba tu gracia me cubría durante este trayecto.

Además deseo pronunciar mi gratitud a todas las autoridades y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, por acogerme y brindarme todas las facilidades durante todo el proceso de formación profesional.

Mi agradecimiento sincero a mi tutor Ing. Mg. Luciano Valle Velastegui, por su apoyo y colaboración en todo esta etapa dentro del desarrollo del proyecto. Al Mg. Javier Alberto Garófalo cotutor por su colaboración e instrucción.

También me gustaría expresar mi gratitud al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por permitirme ser parte de este trabajo de investigación y a cada uno de mis profesores por su orientación, enseñanzas y consejos.

Edison Klever Simbaña Chiluisa

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHO DEL AUTOR	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE ANEXOS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	2
1.2 Categorías fundamentales	4
1.2.1 Origen y distribución.....	4
1.2.2 Taxonomía.....	5
1.2.3 Morfología de la cebada.....	5
1.2.4 Crecimiento y desarrollo de la cebada	6
1.2.5 Número de hileras	6
1.2.6 Cebada de invierno y primavera	6
1.2.7 Semillas no cubiertas o desnudas.....	7
1.2.8 Espigas con aristas y espigas sin aristas o místicas	7
1.2.9 Dureza del endospermo del grano de cebada.....	7
1.2.10 Precocidad.....	7
1.2.11 Calidad de semilla.....	7
1.2.12 Técnica de mejoramiento del cultivo de cebada	8
1.2.13 Severidad y tipo de reacción a enfermedades	8
1.2.14 Escala decimal Zadoks.....	8
1.2.15 Escala propuesta por el programa de cereales INIAP.....	9
1.2.16 Preparación del suelo	9
1.2.17 Densidad de siembra	9

1.2.18	Profundidad de siembra.....	9
1.2.19	Manejo de nutrientes	9
1.2.20	Manejo de malezas	10
1.2.21	Principales enfermedades.....	10
1.2.22	Roya amarilla	10
1.2.23	Roya de la hoja.....	10
1.2.24	Virus del enanismo.....	11
1.2.25	Carbón.....	11
1.2.26	Escaldadura	11
1.2.27	Época.....	11
1.2.28	Adaptación	12
1.2.29	Factores que afectan el rendimiento y la calidad de la cebada	12
1.2.30	Cosecha y trilla.....	12
1.2.31	Producción de semillas.....	12
1.2.32	INIAP-Dorada 71	12
1.2.33	INIAP-Teran 78 e INIAP-Duchicela 78	13
1.2.34	INIAP-Shyri 89 e INIAP-Shyri 2000.....	13
1.2.35	INIAP-Atahualpa 92 e INIAP-Calicuchima 92	13
1.2.36	INIAP-Quilotoa 2003 e INIAP-Cañari 2003	14
1.2.37	INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Pacha 2003.....	14
1.2.38	INIAP-Guaranga 2010	14
1.2.39	INIAP-Palmira 2014	15
1.2.40	INIAP-Ñusta 2016	15
1.2.41	CM-09-003.....	15
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivo general	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
CAPÍTULO II		17
METODOLOGÍA		17
2.1	Ubicación del experimento	17
2.2	Características del lugar	17
2.2.1	Características del suelo.....	17
2.2.2	Características climáticas	17
2.3	Materiales y equipos	18

2.4	Factores de estudio.....	18
2.5	Tratamientos.....	18
2.6	Diseño experimental.....	19
2.7	Manejo del experimento.....	19
2.7.1	Análisis de suelo	19
2.7.2	Riego	19
2.7.3	Control de malezas	20
2.7.4	Desmezcla del lote	20
2.7.5	Cosecha y trilla.....	20
2.7.6	Secado de la semilla	20
2.8	Variables respuestas	20
2.8.1	Altura de planta	20
2.8.2	Tipo de paja.....	21
2.8.3	Tamaño de espigas	21
2.8.4	Número de granos por espiga.....	21
2.8.5	Rendimiento del grano	22
2.8.6	Peso de mil granos	22
2.8.7	Peso hectolítrico	22
2.8.8	Tipo y color de grano	22
2.8.9	Presencia de la enfermedad en el cultivo de cebada	23
CAPÍTULO III.....		25
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....		25
3.1	Análisis y discusiones de los resultados.....	25
3.1.1	Altura de planta (cm)	25
3.1.2	Tamaño de espiga (cm)	26
3.1.3	Número de granos por espiga.....	27
3.1.4	Rendimiento kg/ha	28
3.1.5	Peso de mil granos	28
3.1.6	Peso hectolítrico kg hl ⁻¹	29
3.1.7	Tipo y color de grano	30
3.1.8	Tipo de paja.....	31
3.1.9	Evaluación de enfermedades.....	32
CAPÍTULO IV.....		38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		38

4.1	Conclusiones	38
4.2	Recomendaciones.....	39
MATERIALES DE REFERENCIA		40
	Bibliografía.....	40
	Anexos.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	18
<i>Tratamientos utilizados en el ensayo</i>	18
Tabla 2.	21
<i>Escala de evaluación del 1 al 3 elaborado por INIAP en el año 2019.</i>	21
Tabla 3.	22
<i>Escala de evaluación para tipo y color de grano según INIAP, 2019.</i>	22
Tabla 4.	24
<i>Escala para determinar el grado de daño por virosis según INIAP, 2019</i>	24
Tabla 5.	31
<i>Descripción de la escala de evaluación para tipo y color de grano según INIAP, 2019</i>	31
Tabla 6.	32
<i>Descripción de la escala de evaluación para tipo de paja según INIAP, 2019.</i>	32
Tabla 7.	33
<i>Resultados en porcentaje de Roya amarilla; Roya de la hoja; Escaldadura y virus (BYDV) para las variedades de cebada</i>	33
Tabla 8.	36
<i>Grado de daño por virosis según INIAP, 2019.</i>	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	23
<i>Severidad para roya amarilla o lineal (Puccinia striiformis) según CIMMYT, 1986</i>	23
.....	23
Figura 2.	23
<i>Severidad para roya de la hoja (Puccinia triticina) según CIMMYT, 1986</i>	23
Figura 3.	25
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable altura de planta</i>	25
Figura 4.	26
<i>Prueba de significancia de Tukey al 5% para variable tamaño de espiga</i>	26
Figura 5.	27
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable número de granos por espiga</i>	27
Figura 6.	28
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable rendimiento kg/ha.</i>	28
Figura 7.	29
<i>Prueba de significancia de Tukey al 5% para variable peso de mil granos</i>	29
Figura 8.	30
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable peso hectolítrico Kg/hl</i>	30
Figura 9.	34
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable Roya amarilla (Puccinia striiformis) (severidad %)</i>	34
Figura 10.	35
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable Roya hoja (Puccinia hordei) (severidad %)</i>	35
Figura 11.	37
<i>Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable escaldadura (Rhynchosporium secalis) (severidad %)</i>	37

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis químico, área del ensayo de campo	49
Anexo 2.	Cultivo de cebada 80 días después de la siembra	50
Anexo 3.	Etiquetado de las parcelas	50
Anexo 4.	Visita al ensayo de campo, por parte del tutor	51
Anexo 5.	Levantamiento de datos de la variable presencia de enfermedades	51
Anexo 6.	Levantamiento de datos variable altura de planta	52
Anexo 7.	Levantamiento de datos variable tipo de paja	52
Anexo 8.	Levantamiento de datos variable tamaño de espigas	52
Anexo 9.	Levantamiento de datos variable número de granos por espiga	53
Anexo 10.	Trilla mecanizada	53
Anexo 11.	Conservación en invernadero	53
Anexo 12.	Limpieza y desbarbe	54
Anexo 13.	Levantamiento de datos variable rendimiento de grano	54
Anexo 14.	Levantamiento de datos variable peso de mil granos.....	54
Anexo 15.	Levantamiento de datos variable peso hectolítrico	55
Anexo 16.	Levantamiento de datos variable tipo y color de grano	55
Anexo 17.	Datos variable altura de la planta (cm)	55
Anexo 18.	Datos variable tamaño de espiga (cm)	56
Anexo 19.	Datos variable número de granos por espiga	56
Anexo 20.	Datos variable rendimiento kg/ha	57
Anexo 21.	Datos variable peso de mil granos	57
Anexo 22.	Datos variable peso hectolítrico (kg/hl)	58
Anexo 23.	Datos variable tipo y color de grano	58
Anexo 24.	Datos variable roya amarilla (<i>Puccinia striiformis</i>).....	59
Anexo 25.	Datos variable roya de la hoja (<i>Puccinia hordei</i>).....	59
Anexo 26.	Datos variable enanismo amarillo (BYDV).....	60
Anexo 27.	Datos variable escaldadura (<i>Rhynchosporium secalis</i>).....	60

RESUMEN EJECUTIVO

A nivel mundial la cebada (*Hordeum vulgare*) es el quinto cereal de mayor producción a nivel mundial con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa, donde se produce noventa millones de t/ha con una productividad promedio de 4 t/ha. En Ecuador se producen solo 24000 t/ha, con una productividad promedio de 0.60 t/ha y con costos de producción de hasta U\$ 700 por hectárea. El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ciencias Agropecuarias, ubicado en el Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Se utilizaron quince variedades de cebada provenientes del Programa de Cereales de la Estación Experimental “Santa Catalina” INIAP. El estudio exploratorio tuvo por objetivo verificar el comportamiento agronómico de 15 variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) liberadas por el INIAP con el fin de conocer germoplasmas con características superiores que demuestren precocidad, resistencia a enfermedades, calidad y alto rendimiento. Variables evaluadas: altura de planta, tipo de paja, tamaño de espiga, número de granos por espiga, rendimiento por hectárea, peso hectolítrico o específico, peso de mil granos, tipo y color de grano, y presencia de enfermedades. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en las fuentes de variación que indicaron significación estadística se realizó un test Tukey al 5%, mientras las que no se ajustaron se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis, con los datos obtenidos se determinó que todos los tratamientos se adaptaron a las condiciones del campo en estudio, el tratamiento con mejor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas fue la variedad INIAP-Dorada 71 y la que mejor rendimiento en grano presento, fue INIAP-Quilotoa 2003 con 8724.44 kg/ha.

Palabras claves: Cebada, comportamiento agronómico, variedades, rendimiento, severidad

ABSTRACT

Barley (*Hordeum vulgare* L.) is the fifth largest cereal crop in the world, with 50% of the area and 63% of the production volume concentrated in Europe, where ninety million t/ha are produced with average productivity of 4 t/ha. In Ecuador, only 24,000 t/ha is produced, with an average productivity of 0.60 t/ha and production costs of up to US\$ 700 per hectare. This research work took place at the Technical University of Ambato, Agricultural Sciences' Faculty, located in Cevallos City, Tungurahua province. Fifteen barley varieties from the Cereal Program of the Experimental Station "Santa Catalina" INIAP were used. The objective of the exploratory study was to verify the agronomic performance of 15 varieties of barley (*Hordeum vulgare* L.) released by INIAP in order to identify germplasm with superior characteristics that demonstrate precocity, disease resistance, quality, and high yield. Variables evaluated: plant height, straw type, ear size, number of grains per ear, yield per hectare, hectoliter or specific weight, thousand-grain weight, grain type and color, and presence of diseases. A completely randomized block design (DBCA) was implemented, in the sources of variation that indicated statistical significance, a Tukey test at 5% was performed, while for those that did not adjust, a non-parametric Kruskal Wallis test was performed, with the data obtained it was determined that all treatments were adapted to the conditions of the field under study, the treatment with better adaptability to agroecological conditions was the INIAP-Dorada 71 variety and the one with the best grain yield was INIAP-Quilotoa 2003 with 8724. 44 kg/ha.

Keywords: Barley, agronomic behavior, Varieties, Yield, Severity

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) ha sido el cereal más cultivado después del trigo, maíz y arroz **Langridge y Barr (2003)**. La cebada se siembra en 100 países diferentes (**Mwando et al., 2020**). La Unión Europea es actualmente el mayor exportador de cebada y malta, Arabia Saudita, China y Japón son los países importadores más grandes de cebada en el mundo, utilizados para la alimentación humana y animal (**U.S. Grain Council, 2019**).

En las regiones montañosas de Asia, África y Tíbet la producción de cebada tiene un rol importante en la alimentación, como también en las regiones andinas de America del Sur, se han encontrado rastros históricos de la práctica y alimentación en los habitantes (**Slafer et al., 2002**).

Según **Grando (2005)** menciona que, En América Latina se diferencia principalmente dos regiones productoras, con base en los sistemas agroecológicos y los usos finales de la cebada, es así que en los países andinos como Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú, la producción de cebada se realiza en pequeñas fincas en condiciones de baja tecnología, en estas regiones el cultivo se ha adaptado a altitudes elevadas por encima de los 4 000 msnm, la cebada se ha cultivado para el consumo humano como también para el uso directo de pastoreo.

En la Sierra ecuatoriana, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) se produce a pequeña escala para autoconsumo y comercialización, ya que no muchas especies están adaptados a más de los 3 000 msnm por lo que es una de las pocas especies que se puede cultivar en estos lugares, las condiciones del ambiente ecuatoriano pueden ser severas debido a que la región se caracteriza por suelos pobres y deficientes de agua (< 300 mm año⁻¹) **Falconí et al (2015)**.

Gallegos (2011) menciona que, la cebada (*Hordeum vulgare* L.) es importante como materia prima en la industria cervecera, del grano se extrae la malta que se requiere para la fabricación de cerveza, siendo así que en menor proporción para la

producción de forraje. Tanto la producción de variedades como de prácticas culturales depende mucho del uso final del grano de cebada (**Larry D. Robertson and Jeffrey C. Stark, 2003**).

La práctica durante 50 años del mejoramiento genético como del manejo agronómico, ha ayudado a la triplicación de rendimiento en cereales, se conoce que la demanda de alimentos a nivel mundial para el año 2050, será el doble, por lo que se requiere cubrir estas necesidades, lo cual se necesita aumentar la producción en una tasa de 2.4% anual, siendo un desafío para investigadores (**Khaled Elazab, 2015**).

Con la utilización de variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) para la Sierra ecuatoriana, se pretende conocer los germoplasmas con características superiores que demuestren precocidad, resistencia a enfermedades, calidad y alto rendimiento. De esta manera, surge la inquietud de lograr determinar el incremento de rendimiento que tendrá las variedades mejoradas del cultivo de cebada obtenidas por el INIAP en el cantón Cevallos, por lo que se torna necesario desarrollar el presente trabajo de investigación.

1.1 Antecedentes Investigativos

González et al (2016) manifiestan que, se realizaron evaluaciones durante los ciclos agrícolas primavera-verano 2012-2013 en el campo Experimental Valle de México, tanto del comportamiento agronómico de los genotipos como en pruebas físicas de líneas avanzadas de cebada maltera, los genotipos alcanzaron una interacción por localidades dando como resultado un comportamiento precoz, mientras que las líneas analizadas tuvieron influencia por las condiciones ambientales, las variables agronómicas y físicas evaluadas en el año 2012 tuvo un rango promedio de días de floración de 46 a 57 días, en el segundo ciclo 2013 estadísticamente fue similar al año anterior.

Como afirma **Manlla (2020)** los estudios realizados en Oliveros, Santa Fe, en cebada cervecera, la fenología del cultivo desde los días de emergencia hasta espigamiento fueron similares en todas las distintas variedades, alterando entre 94 y 96 días, mientras que desde la etapa de espigamiento hasta la madurez fisiológica, hubo diferencias de 3 días como máximo, la totalidad del ciclo desde la siembra hasta

la madurez fue de 134 a 137 días.

Como señala **Cuéllar Zambrano et al (2015)**, el trabajo realizado en el campo Experimental Bajío en los ciclos otoño-invierno 2009 a 2013 utilizando un modelo de simulación para conocer la infección y desarrollo de la roya lineal en el cultivo de cebada (*Puccinia striiformis f. sp. hordei*), dio como resultado que, los años 2009-2010 fue único ya que registraron fuertes lluvias los primeros días de febrero, por lo que se vio reflejado la severidad, el año 2010-2011 no presentaron contextos sorprendentes, mientras que los años 2011-2012 nuevamente registraron lluvias ligeras los primeros días de enero, esto ayudó a favorecer el patógeno, en definitiva, los ciclos 2012-2013 del mes de marzo, se registró 3 días de helada que incrementó la severidad para las fechas de siembras tardías.

La cebada se ha incrementado considerablemente en la Sierra ecuatoriana, su área potencial sin condiciones ecológicas alcanzan las 150 mil hectáreas, con pequeñas limitaciones ecológicas alcanzan las 50 mil hectáreas, proporcionando como resultado un total de 200 mil hectáreas permitidas para su cultivo (**Falconí-Castillo, Garófalo, et al., 2010**). En Ecuador periódicamente se usa para alimentación humana, como: málchica y arroz de cebada, representando el 88.3% del consumo de grano de cebada (**Grando, 2005**).

Según el **INEC (2021)** registró datos de siembra del cultivo de cebada, dando resultado que, la superficie sembrada en la Sierra ecuatoriana alcanzó los 10527 hectáreas, área cosechada 9707 hectáreas, con una producción anual de 14681 toneladas, mientras que en la provincia de Tungurahua la superficie sembrada del cultivo fue de 549 hectáreas, área cosechada de 481 hectáreas, con una producción anual de 988 toneladas. En tanto que las importaciones rebasan las 66 mil toneladas cada año (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

Citando a **Borbor et al (2012)** menciona que, el estudio realizado en la península de Santa Elena, tuvo por objetivo comprobar el comportamiento agronómico de variedades de cebada INIAP-Terán y INIAP-Cañicapa en 3 localidades, en diferentes ambientes, la variedad INIAP-Cañicapa no registró los días a la maduración en San Vicente de Coloche, mientras que en San Vicente de Loja todas las variedades alcanzaron la etapa de espigamiento, para INIAP-Cañicapa 82 días, INIAP-Terán a los

63 días, consideraron que las etapas fenológicas son más cortas en la Costa que en la Sierra, además aseveraron que, el proceso vegetativo de las variedades está fijado por el comportamiento genotipo ambiente y por sus características del cultivo.

En la provincia de Chimborazo, se realizaron experimentos de invernadero tanto de variedad INIAP-Palmira 2014, junto con INIAP-Cañicapa 2003 como control de comparación con el fin de evaluar rendimiento y características agronómicas, en su investigación sobre el rendimiento presentó un promedio de 3.5 t ha⁻¹ en 2005, mientras que 5.2 t ha⁻¹ en 2006, finalmente para el año 2007 su promedio fue de 4.1 t ha⁻¹, los registros del rendimiento fueron superiores al de INIAP-Cañicapa 2003, que mostro un rendimiento promedio de 3.0 t ha⁻¹ en 2005, mientras que 3.7 t ha⁻¹ en 2007, no existió diferencias significativas, para las características agronómicas INIAP-Palmira 2014 presentaron resistencia a enfermedades, como roya amarilla (**Falconí et al., 2015**).

De acuerdo con **León (2011)**, esta investigación realizado en la Estación Experimental Tunshi, provincia de Chimborazo, evalúa el rendimiento utilizando semillas de variedades INIAP Cañicapa 2003, INIAP Pacha 2003 como resultado se obtuvo diferencias significativas al 5%, con un coeficiente de variación del 23.33% y su media general de 2287.70 kg/ha, para la variedad INIAP Cañicapa 2003 (V3) que corresponde al valor medio de 3031.86 kg/ha, mientras que la variedad INIAP Pacha 2003 (V1) que corresponde al valor promedio de 1567.56 kg/ha.

1.2 Categorías fundamentales

1.2.1 Origen y distribución

El cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) ha sido para el viejo mundo uno de los fundadores de su agricultura, investigaciones arqueológicas encontraron que el grano de cebada se hallaron en la región del creciente fértil de Mesopotamia, fue domesticado en el año 8000 a.C. a lo largo de su historia, se ha desarrollado de una manera diversa con una gran gama ecológica, ha destacado dentro del ambiente polar Ártico en Finlandia, la India a una altura de 500 msnm. y en los Andes ecuatorianos por arriba de los 3000 msnm (**Morton, 2009**).

Bothmer (2003) manifiesta que, el progenitor inmediato de la cebada existe de manera abundante en el medio ambiente, el investigador botánico alemán Carl Koch manifiesta como una especie separada, *Hordeum spontaneum*, (*ssp. spontaneum*) basado en la concepción de varios criterios, el día de hoy esta especie está considerado como una subespecie (*ssp. spontaneum*) pero dentro de la misma especie mayor se considera (*Hordeum vulgare* L.) como una especie de cebada que se puede cultivar (*ssp. vulgare*).

1.2.2 Taxonomía

Monaco et al., (2014) clasifican a la cebada (*Hordeum vulgare* L.) de la siguiente manera:

CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Plantae-Plantas
Subreino	Tracheobiota - Plantas vasculares
Supervisión	Spermatophyta - Plantas con semilla
División	Magnoliophyta - Plantas que florecen
Clase	Liliopsida - Monocotiledoneas
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales
Familia	Poaceae – Familia de las gramíneas
Género	Hordeum - Cebada
Especie	Vulgare L. – Cebada común
Nombre científico	Hordeum vulgare L.
Nombre común	Cebada

1.2.3 Morfología de la cebada

Según **González Rodríguez (2001)**, menciona que la cebada morfológicamente contiene hojas estrechas , lineales, lanceoladas y compuestas de

color verde claro, tallo erecto y hueco de porte bajo, las flores tienen tres estambres y un pistilo de dos estigmas, es una planta autógama, su fruto es un cariósipide oval, acanalado con extremos redondeados a diferencia de la cebada desnuda, estima que las raíces en un 60% están sitiadas en los primeros 25 cm del suelo.

1.2.4 Crecimiento y desarrollo de la cebada

El ciclo de crecimiento y desarrollo del cultivo de cebada comienza desde la germinación, establecimiento de plántulas, producción de hojas, macollamiento, elongación del tallo, polinización, desarrollo del grano y madurez, se utiliza la escala Zadoks para describir de manera correcta cada etapa (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

1.2.5 Número de hileras

Según **Tanno et al., (2002)**, existe dos tipos de cebada, de dos y seis hileras, esto depende del progreso de los tripleteles, el gen *vrs1* es el responsable en controlar el número de hileras.

Las principales variedades mejoradas con dos hileras, dísticas son INIAP-Teran, 1978, INIAP-Shyri 1989, INIAP-Atahualpa 1992, INIAP-Shyri 2000, INIAP-Pacha 2003, INIAP-Cañicapa 2003, INIAP-Guaranga 2010, INIAP-Palmira 2014, mientras que la cebada con seis hileras, hexásticas son INIAP-Dorada 1971, INIAP-Duchicela 1992, INIAP-Cañari 2003, INIAP-Quilotoa 2003 y INIAP-Ñusta 2016 (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

1.2.6 Cebada de invierno y primavera

Los cereales se clasifican en dos tipos, variedades de invierno y primavera, en el caso del genotipo de invierno requiere el aumento de horas frío, mientras que la variedad de primavera son los que no necesitan vernalización como es el caso de estaciones de los Andes (**Samia et al., 2022**).

1.2.7 *Semillas no cubiertas o desnudas*

La diferencia de los germoplasma de cebada ante otros cereales es la unión o pegado de las glumas a la semilla, existen pocas variedades domesticadas con semilla desnuda, esto debido a la presencia en el cromosoma 1 de un alelo recesivo del gen, la semilla desnuda o no cubierta es de carácter recesivo **(Salamini et al., 2002)**.

1.2.8 *Espigas con aristas y espigas sin aristas o místicas*

La multiplicidad de las espigas se debe a la combinación de genes enlazados a la fertilidad de las espiguillas, el gen *lks1* de no formación de aristas está unido con el gen *vrs1* ambos genes determinan la cantidad de hileras en la espiga **(Pourkheirandish & Komatsuda, 2007)**. En América del Sur, algunas regiones prefieren utilizar espigas místicas para el pastoreo y heno, porque este tipo de espigas no lastiman la boca del ganado **(Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020)**.

1.2.9 *Dureza del endospermo del grano de cebada*

La dureza del endospermo está influenciado por factores genéticos como también del trabajo agronómico, la aplicación excesiva de nitrógeno trae consecuencias de alto contenido de proteína, según la dureza del endospermo la cebada se clasifica en harinosos, semivítreo y vítreo, la mejor calidad de harina está relacionado con la dureza del endospermo **(Grando, 2005)**.

1.2.10 *Precocidad*

Planta o variedad que es capaz de brotar, crecer o fructificar antes de lo normal en su especie **(Zveinek, 2013)**.

1.2.11 *Calidad de semilla*

Ponce-Molina, Campaña Cruz, et al. (2020) Manifiestan que es importante la utilización de semilla con buena calidad y que esté dentro de los parámetros registradas o certificadas, además con un porcentaje de germinación preferentemente al 85%, la semilla debe estar desinfectada con el fin de que se evite el traspaso de

enfermedades por la semilla.

1.2.12 Técnica de mejoramiento del cultivo de cebada

Las variedades mejoradas de cebada realizadas por el INIAP se desarrollan con los métodos convencionales de mejoramiento genético como son adaptación, introducción de germoplasma, hibridación o cruzamiento, mutaciones inducidas, doble haploides y selección, estas herramientas de investigación facilita al agricultor el desarrollo y la adopción como también al país en la soberanía alimentaria (**Garófalo et al., 2020**).

Ecuador ha recibido 14 variedades mejoradas de cebada, esto debido a la aplicación de técnicas de selección en combinación con los métodos de mejoramiento genético (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

1.2.13 Severidad y tipo de reacción a enfermedades

La severidad indica la condición y daño causado por la enfermedad, esta se expresa en porcentaje del tejido vegetal enfermo (**Carmona & Sautua, 2014**). Para medir el porcentaje de presencia y daño ocasionado por las royas, se establece la escala modificada de Cobb (**Stubbs et al., 1986**).

El tipo de reacción está asociado al ataque de las enfermedades en campo, de esto dependerá la resistencia o crecimiento del cultivo (**Ponce-Molina et al., 2019**). Para evaluar el tipo de reacción se establece la escala de respuestas a la infección como son r: resistente, MR: moderadamente resistente, MS: moderadamente susceptible y S: susceptible. (**Fetch y Steffenson, 1999**).

1.2.14 Escala decimal Zadoks

Es claramente anhelado una escala internacional para registrar las etapas de crecimiento de los cereales, dicha escala debe ser aceptado para los agrónomos, fitomejoradores, patólogos de plantas, fisiólogos de cultivos, taxónomos y todos los interesados en registrar los detalles del crecimiento en cereales (**Zadoks et al., 1974**).

1.2.15 Escala propuesta por el programa de cereales INIAP

Ponce-Molina et al. (2019) menciona que la evaluación del tipo, color de grano se evalúa en una escala de (***) (**), (*), (+) de grano grande, grueso, delgado, redondo, blanco o crema, amarillo, manchado y chupado, mientras que para el tipo de paja se establece la escala del 1 al 3 como tallo grande, tallo intermedio y tallo débil propuesta por el programa de cereales del INIAP.

1.2.16 Preparación del suelo

La manera correcta para la producción de cebada es tener un suelo que ayude la rápida germinación, emergencia y establecimiento, el contacto entre la semilla y un suelo húmedo fino y firme certifica una germinación rápida y uniforme, el alto trabajo en el suelo limita la humedad del suelo por lo que promueve a la formación de costras en la tierra (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

1.2.17 Densidad de siembra

Según **Demagnet. (2022)**, la densidad de siembra depende del tamaño, tipo y calidad de la semilla, la densidad de siembra está entre 140 a 180 kilogramos por hectárea.

1.2.18 Profundidad de siembra

Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020) mencionan que, la semilla de cebada tiene una buena germinación y emergencia cuando existe una profundidad de siembra de 2.5 a 4.0 centímetros.

1.2.19 Manejo de nutrientes

Según **Boga (2014)** menciona que el manejo correcto de nutrientes ayuda a alcanzar un buen rendimiento para cumplir con los requisitos de alta calidad, pero si no existe un buen manejo de nutrientes, el cultivo de cebada se verá afectado en la calidad final. (Garófalo et al., 2011) expresan que para una buena nutrición media general es necesario la aplicación de 80, 60, 40, kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, y K₂O

proporcionalmente.

1.2.20 Manejo de malezas

El cultivo de cebada se adapta a varios ambientes tanto abióticos y bióticos, la presencia de maleza reduce enormemente su rendimiento y productividad (**Naeem et al., 2021**). El control de malezas depende de la integración de prácticas preventivas, culturales, mecánicas y de control químico, los trabajos preventivos y culturales contienen el control de malezas en cultivos anteriores (**Franco et al., 2018**).

1.2.21 Principales enfermedades

Ponce-Molina et al. (2019) mencionan que los patógenos que más afecta al cultivo de cebada son las royas, especializadas por ser fenómenos de frecuencias diferentes que se pueden mutar apresuradamente, además de enfermedades como escaldadura, virus del enanismo, septoria y carbón.

1.2.22 Roya amarilla

Ponce-Molina, Noroña, et al., (2020) mencionan que, la roya amarilla es originado por el hongo (*Puccinia striiformis*), estas pueden atacar al follaje y espigas, se identifica por su color amarillo y crecimiento rectilíneo en posición de las nervaduras de las hojas, esta enfermedad reduce el hasta un 70% del rendimiento por lo que es necesario el uso de variedades resistentes.

1.2.23 Roya de la hoja

Según **Jayasena y Loughman (2005)** mencionan que, el cultivo de cebada es atacado por la roya de la hoja (*Puccinia hordei Otto.*), una enfermedad foliar que aparece en todo el mundo en áreas productoras, se reporta pérdidas de hasta 20 a 30% en el rendimiento final, al mirar visualmente los síntomas presentan postulas redondas de color amarillo naranja tanto en hojas y vainas del cultivo, las infecciones severas causan amarillamiento prematuro con componentes de color verde, resalta visualmente en las hojas senescentes.

1.2.24 *Virus del enanismo*

Lapierre y Signoret (2004) manifiestan que, en todo el mundo los cereales son atacados por virus del enanismo amarillo. El vector que disemina este virus son los pulgones de varias especies, este virus tiene la capacidad de producir enanismo afectando la elongación de los entrenudos, las hojas pierden su color desde el ápice hasta la base (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

1.2.25 *Carbón*

Esta enfermedad es producida por el hongo (*Ustilago tritici*) afecta a la espiga mediante la sustitución de esporas, son arrastradas por el viento y se asientan en las flores de la planta, dando lugar a la germinación e infecta del embrión, permanecen en latencia hasta que el grano germina, esta enfermedad se desarrolla en climas frescos y húmedos (**Garófalo et al., 2011**).

1.2.26 *Escaldadura*

En el cultivo de cebada la escaldadura o mancha de la hoja causada por el hongo (*Rhynchosporium secalis*) es una enfermedad grave en todo el mundo, el control de esta enfermedad se logra en parte mediante el despliegue de genes de resistencia principal (Rrs) en la cebada, sin embargo en plantas susceptibles como resistentes es capaz de completar un ciclo de infección asintomático, esta enfermedad es prevalente en zonas de clima templado frío (**Lehnackers y Knogge, 1990**).

1.2.27 *Época*

Coronel y Jiménez (2011), describen que la mejor época de siembra del cultivo de cebada inicia con las lluvias del determinado territorio o zona, preferentemente enero y febrero, para lograr que la semilla tenga una buena germinación. **Rivadeneira et al. (2003)** expresan que la madurez del cultivo con la cosecha debe coincidir con el periodo seco.

1.2.28 Adaptación

La adaptación es un proceso que el cultivo u organismo necesita para evolucionar durante un determinado tiempo, dependerá de la selección de variedades tolerantes y resistentes que den respuestas al fotoperiodo, el uso correcto de fertilizantes nitrogenados al momento que ocurra escenarios de precipitaciones **(Romero, 2015)**.

1.2.29 Factores que afectan el rendimiento y la calidad de la cebada

Aparte de los factores del suelo y el medio ambiente, lo que afecta el rendimiento y la calidad son las malezas, reduce la producción como también la calidad de la semilla, esto debido a que la maleza compite con los mismos requerimientos nutricionales **(Navarrete Rojas, 2015)**.

1.2.30 Cosecha y trilla

La cosecha se realiza en la etapa seca del cultivo, al momento de poner la recolección en parva para trillarla, se necesita cortar cuando el grano ha pasado la madurez fisiológica, con esto se evita el desgrane, para realizar la trilla del grano esta debe estar suficientemente seca, alrededor del 13% **(Coronel & Jiménez, 2011)**.

1.2.31 Producción de semillas

El departamento de producción de la estación experimental Santa Catalina y estación experimental Austro son los que produce semilla de calidad registrada y certificada como son: INIAP-Dorada 71, INIAP-Duchicela 78, INIAP-Teran 78, INIAP-Shyri 89, INIAP-Calicuchima 92, INIAP-Atahualpa 92, INIAP-Shyri 2000, INIAP-Quilotoa 2003, INIAP-Cañari 2003, INIAP-Cañicapa 2003, INIAP-Pacha 2003, INIAP-Guaranga 2010, INIAP-Palmira 2014, INIAP-Ñusta 2016, INIAP-Alfa 2021, Clipper (INIAP, 2022a).

1.2.32 INIAP-Dorada 71

Esta variedad fue obtenida por reSelección, presentan rasgos hereditarios y

agronómicos como, resistencia a enfermedades, quemado o escaldado, mancha de la hoja, moderadamente susceptible a la roya de la hoja (*Puccinia anómala*), alto en rendimiento, paja fuerte, buen macollaje, se adaptan a un clima de 2500 hasta los 3600 m.s.n.m., a una temperatura media que varían de 18 a 8 °C (**Tola, 1972**).

1.2.33 INIAP-Teran 78 e INIAP-Duchicela 78

Tola C (1979) menciona que, la variedad INIAP-Teran 78 es originario de una selección de plantas de la línea *Abyssinian* 669, una colección internacional introducida en 1970, el trabajo de adaptación y reacción se dio en 15 localidades en el año de 1971 y 1974, es una variedad dística, su rendimiento es menor a las variedades de seis hileras, es resistente a la roya amarilla, se adaptan a los 2500 hasta 3300 msnm, son recomendados para las provincias de Chimborazo, Bolívar, Cañar y Azuay.

Tola C. (1978) menciona que, la variedad Duchicela nace de una semilla de un vegetal seleccionado en el año de 1968, para el año de 1971 se evaluó la capacidad de adaptación y rendimiento en 40 localidades de las regiones de Carchi a Loja, esta variedad es tolerante a enfermedades como el quemado o escaldado, (*Rynchosporium secalis* J. Davis) mancha de la hoja (*Helminthosporium sp*) y enanismo, es resistente a carbón desnudo (*Ustilago nuda Rostr*), tiene una tolerancia a roya amarilla (*Puccinia striiformis F.sp. hordei*).

1.2.34 INIAP-Shyri 89 e INIAP-Shyri 2000

La variedad INIAP-Shyri 89 se origina en el año 1983 en una cruce por el programa de cebada del International Center for Agricultural, en 1987 el INIAP adopta su semilla por su buena adaptación, tolerancia a roya amarilla (*Puccinia striiformis*), fue valuado en 25 regiones Interandinos, mostrando así una correcta adaptación, resistencia y rendimiento (**Chicaiza N. et al., 1990**).

1.2.35 INIAP-Atahualpa 92 e INIAP-Calicuchima 92

Las variedades INIAP-Atahualpa 92 y INIAP-Calicuchima 92 fueron liberadas en 1992 originarios de ICARDA/CIMMYT, la variedad Atahualpa 92 conforman 2 hileras su uso es de consumo humano e industrial cervecera, mientras que la

Calicuchima 92 se conforma de 6 hileras, de uso alimenticio ganadera (**Fernández, 2015**).

Según **Chicaiza N. et al., (1992)** mencionan que la variedad INIAP-Calicuchima 92 se originó por la cruza LB IRAN/UNA8271/GLORIA “S”/COME “S”, pedigrí CM84A-1127-D-2B-1Y-6M-0Y, variedad de cebada maltera de seis hileras, se adapta a los 2500 hasta los 3350 msnm, con un rendimiento de grano 1.676-5.148 kg/ha.

1.2.36 INIAP-Quilotoa 2003 e INIAP-Cañari 2003

Estas variedades fueron introducidas como líneas segregantes por el programa de cebada del ICARDA/CIMMYT, cebada de 6 hileras que se adaptan a los 2800-3400 msnm. INIAP-Cañari 2003 como INIAP-Quilotoa 2003 son tolerantes a la susceptibilidad a estrés hídrico, roya amarilla, resistente a la roya de la hoja, escaldadura y carbón, variedades utilizados para la realización de balanceados para animales (**Rivadeneira, Chicaiza, et al., 2003**).

1.2.37 INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Pacha 2003

Según **Falconí y Castillo et al (2010)**, afirman que, las variedades INIAP-Cañicapa 2003 e INIAP-Pacha 2003 son variedades que tienen mayor demanda y alto rendimiento, son resistentes a la roya amarilla, roya de la hoja.

1.2.38 INIAP-Guaranga 2010

La cebada INIAP-Guaranga 2010 es un cultivo de dos hileras, originario del cruzamiento entre las líneas JAZMIN/CARDO/TOCTE, esta línea fue creado en México, por el programa ICARDA/CIMMYT, en el año 2010 fue introducido en Ecuador por el programa de cereales INIAP, ha sido evaluado en la estación Santa Catalina y Bolívar, esta variedad es resistente a la sequía, roya amarilla, roya de la hoja y virosis (**Falconí-Castillo, Monar B., et al., 2010**).

1.2.39 INIAP-Palmira 2014

Falconí-Castillo et al (2014) mencionan que, la variedad INIAP-Palmira 2014 viene del cruzamiento entre líneas RHODES/TB-B/CHZO/3/GLORIBAR/COPAL/4/ESC.II.72, se trabajó en el programa ICARDA-CIMMYT, en el año 2003 fue ingresado a Ecuador por el programa de cereales INIAP y evaluado en la estación Santa Catalina, Loja y Chimborazo, resistente a sequía, moderadamente resistente a roya amarilla y roya de la hoja, resistente a virosis y enanismo.

1.2.40 INIAP-Ñusta 2016

La variedad INIAP-Ñusta 2016 es una cebada de grano descubierto, deriva del nombre quichua “reina”, es originario del cruzamiento entre las líneas PETUNIA/SUTTER'S/COME/S/2/PI6124//CAPUCHONA, proviene del programa de cereales ICARDA/CIMMYT, el año 2005 fue introducido en el Ecuador, se trabajó en las localidades del Austro, analizando su comportamiento agronómico, reacción al ataque de royas, escaldadura, tolerante al acame (**INIAP, 2016**).

1.2.41 CM-09-003

INIAP (2022), describe a la variedad CM-09-003 o INIAP-Alfa 2021 como un cultivo que es resistente a la roya amarilla y roya de la hoja, tolerante al acame, tiene características malteras, se adaptan a los 2000 hasta los 3200 msnm, con temperaturas de 13 a 24 °C por lo que es cultivable en Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo y Azuay.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de 15 variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L.) liberadas por el INIAP.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar las principales variables agronómicas en las variedades mejoradas de

cebada.

Valorar la resistencia a las principales enfermedades que atacan a las variedades mejoradas de cebada en campo.

Determinar los parámetros de calidad de grano de cebada en Post cosecha.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en la granja experimental docente Querochaca, perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias ubicado en el Cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, con una latitud de -1.369622 y longitud -78.606962, con altitud de 2863 msnm **(Datos tomados con GPS, Sistema de Posicionamiento Global).**

2.2 Características del lugar

2.2.1 Características del suelo

Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuarias (2016) menciona que, generalmente constituye de material originario de cenizas volcánicas provenientes de volcanes activos como es el caso del Tungurahua, esto influencia en cuanto se refiere a las características de los suelos, tanto en las propiedades físicas como en la composición química, estos suelos son ricos en materia orgánica, con un pH 7.6 ligeramente alcalino y bajo en densidad aparente, la capacidad de intercambio catiónico es baja y la saturación de bases es alta, específicamente el Cantón Cevallos cuenta con un suelo Franco-Arenoso, y con una conductividad eléctrica de 0.20 milimhos/cm.

2.2.2 Características climáticas

Según los datos registrados en los últimos 5 años, en la estación meteorológica de primer orden, el clima está clasificado como templado frío semiseco, con una temperatura media de 13.5 °C y la humedad relativa de 76.1% con una precipitación anual de 632 mm y su velocidad de viento de 3.3 m/s **(Red Hidrometeorológica de Tungurahua, 2021).**

2.3 Materiales y equipos

- Regadera
- Azadón
- Rastrillo
- Cinta métrica
- Regleta
- Regla
- Baldes plásticos
- Balanza electrónica
- Balanza de peso hectolítrico
- Trilladora
- Etiqueta
- Cintas
- Lápiz
- Computador
- Libreta de anotaciones
- Costales

2.4 Factores de estudio

Genotipos mejorados de cebada liberadas por el INIAP

2.5 Tratamientos

Tabla 1.

Tratamientos utilizados en el ensayo

N°	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
1	S-1	INIAP-DORADA 71
2	S-2	INIAP-DUCHICELA 78
3	S-3	INIAP-TERAN 78
4	S-4	INIAP-SHYRI 89

5	S-5	INIAP-CALICUCHIMA 92
6	S-6	INIAP-ATAHUALPA 92
7	S-7	INIAP-SHYRI 2000
8	S-8	INIAP-QUILOTOA 2003
9	S-9	INIAP-CAÑARI 2003
10	S-10	INIAP-CAÑICAPA 2003
11	S-11	INIAP-PACHA 2003
12	S-12	INIAP-GUARANGA 2010
13	S-13	INIAP-PALMIRA 2014
14	S-14	INIAP-ÑUSTA 2016
15	S-15	CM-09-003

2.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones para evaluar las variedades mejoradas.

2.7 Manejo del experimento

El proceso investigativo se realizó en cultivo establecido de 80 días después de la siembra.

2.7.1 *Análisis de suelo*

Se realizó un análisis de suelo en el cual se tomó varias sub muestras del área de investigación, conformando así una muestra general, la cual se envió al laboratorio para su respectivo análisis (Anexo 1).

2.7.2 *Riego*

El riego se realizó de forma manual con una regadera, con frecuencia de 2 a 3 días, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas que se presentaron en

el lugar del experimento y al requerimiento del cultivo.

2.7.3 Control de malezas

El control de maleza se realizó de forma manual en dos etapas: el primero al inicio del espigamiento (85 días) y el segundo cuando empezó la madurez fisiológica del cultivo (150 días).

2.7.4 Desmezcla del lote

La desmezcla del lote es necesario ya que de esta manera se evitó las mezclas con otros cereales, para lo cual se eliminaron plantas extrañas, atípicas, deformes y enfermas de otros cereales como es el caso de trigo, avena, centeno, triticale y además de otras variedades de cebada. Esta labor se realizó cuando el cultivo empezó a su madurez fisiológica.

2.7.5 Cosecha y trilla

La cosecha se realizó cuando el cultivo alcanzó la madurez comercial de forma manual con una hoz. El método de trilla se realizó de forma mecánica utilizando una trilladora.

2.7.6 Secado de la semilla

Luego de realizar la cosecha y trilla, se procedió al secado de la semilla hasta obtener una humedad de grano del 13%, posteriormente se realizó la limpieza del grano para luego almacenar en fundas de tela.

2.8 Variables respuestas

2.8.1 Altura de planta

Se midió 3 plantas de la parte céntrica de la parcela a partir de la superficie del suelo hasta la parte superior de la espiga en centímetros, excluyendo las aristas.

2.8.2 Tipo de paja

Para conocer el tipo de paja se utilizó la escala establecida por el programa de cereales del INIAP.

Tabla 2.

Escala de evaluación del 1 al 3 elaborado por INIAP en el año 2019

ESCALA	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
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 flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.
3	Tallo débil	Tallos delgados e inflexibles, que no soportan el viento y el acame

2.8.3 Tamaño de espigas

Para la determinación del tamaño de espigas se tomó al azar 10 espigas de cada tratamiento, y con la ayuda de la regla se midió desde la base hasta el extremo superior de la espiga excluyendo las aristas.

2.8.4 Número de granos por espiga

Este parámetro se evaluó de forma manual contando el número de granos que tiene cada espiga, para lo cual se tomó al azar 10 espigas, este proceso se realizó en la etapa de madurez comercial.

2.8.5 Rendimiento del grano

Para conocer el rendimiento del grano, se pesó en su totalidad la producción de cada unidad experimental y se expresó en kg/ha, esta medición se estimó una vez que el grano estuvo limpio y con una humedad del 13%.

2.8.6 Peso de mil granos

Esta variable se realizó seleccionando al azar 1000 granos, para determinar el rendimiento potencial del cultivo, se utilizó una balanza electrónica y se expresó en gramos.

2.8.7 Peso hectolítrico

El peso electrolítico se evaluó estimando en kilogramos por hectolítrico (kg hl⁻¹), para lo cual se empleó una balanza para peso específico o hectolítrico.

2.8.8 Tipo y color de grano

Para la determinación del tipo y color de grano se lo realizó al momento que el grano estaba totalmente seco, para lo cual se empleó la siguiente escala propuesta por el programa de cereales del INIAP.

Tabla 3.

Escala de evaluación para tipo y color de grano según INIAP, 2019

ESCALA	DESCRIPCIÓN
***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
**	Grano mediano, redondo, blanco o amarillo
*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
+	Grano pequeño, delgado, manchado, chupado

2.8.9 Presencia de la enfermedad en el cultivo de cebada

Esta variable se evaluó observando la presencia y daño causado por la enfermedad, esta se expresó en porcentaje del tejido dañado del follaje, para lo cual se empleó las siguientes escalas.

Figura 1.

Severidad para roya amarilla o lineal (Puccinia striiformis) según CIMMYT, 1986

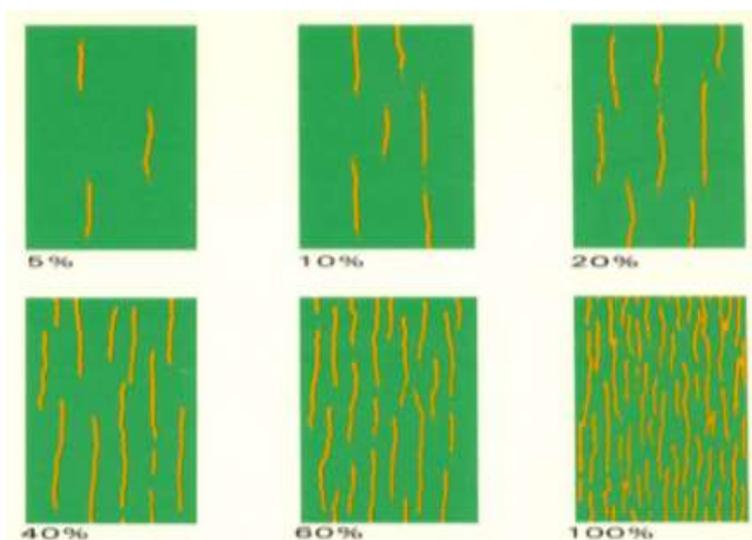


Figura 2.

Severidad para roya de la hoja (Puccinia triticina) según CIMMYT, 1986

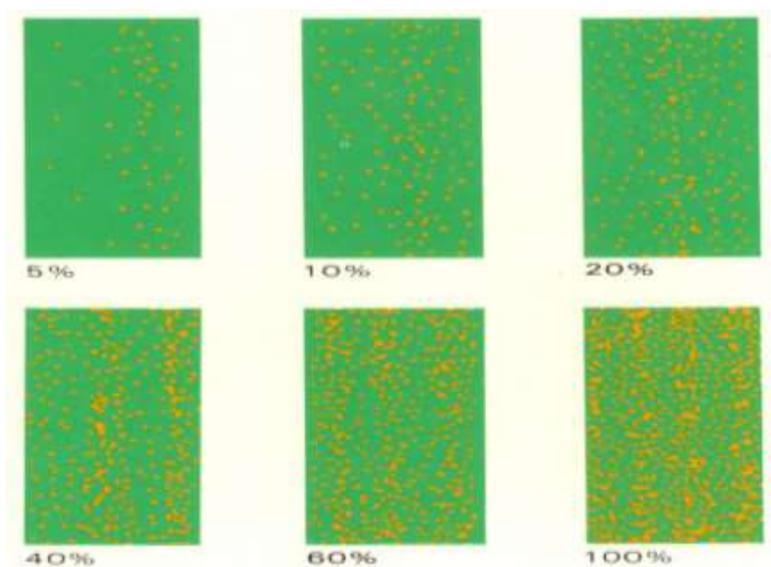


Tabla 4.

Escala para determinar el grado de daño por virosis según INIAP, 2019

ESCALA	DESCRIPCIÓN
1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo) en la punta de pocas hojas, planta de apariencia vigorosa.
2	Amarillamiento restringido de las hojas, una mayor porción de áreas amarillas comparado con el grado 1; más hojas decoladas.
3	Amarillamiento de cantidad moderada a baja, no hay señales de enanismo o reducción de macollamiento.
4	Amarillamiento moderado o algo extenso; no hay enanismo
5	Amarillamiento mas extensor, vigor de la planta moderado, o pobre, cierto enanismo
6	Amarillamiento severo, espigas pequeñas; enanismo moderado, apariencia pobre de la planta.
7	Amarillamiento severo, espigas pequeñas, enanismo moderado, apariencia pobre de la planta.
8	Amarillamiento casi completo, de todas las hojas; enanismo; macollamiento reducido en apariencia (presencia de rosetas); tamaño reducido de las espigas con alguna esterilidad.
9	Enanismo severo; Amarillamiento completo, espigas escasas; considerable esterilidad; madurez acelerado o secamiento de la planta antes de la madurez normal.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Análisis y discusiones de los resultados

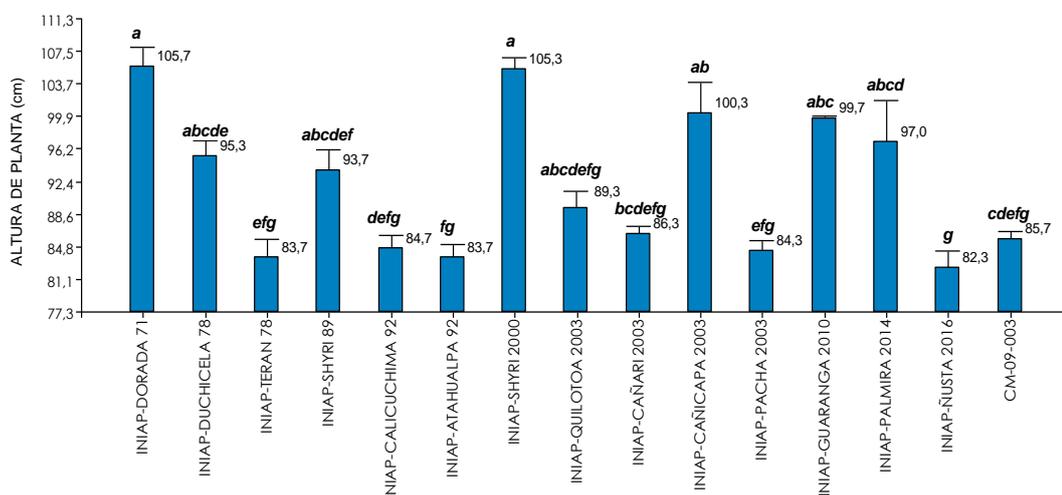
3.1.1 Altura de planta (cm)

Realizada la prueba de Kruskal Willis se determinó diferencias significativas para variedades, con un (p-valor=0.0005) Esta variable presentó 7 rangos de significación.

Como se observa en la (Figura 3) la variedad INIAP-Dorada 71 y INIAP-Shyri 200 están ubicados en el primer rango con un promedio de 105.7 a 105.3 cm respectivamente, mientras que la variedad INIAP-Ñusta 2016 ocupa el último lugar con un promedio de 82.3 cm.

Figura 3.

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable altura de planta



Este valor es diferente a los proporcionados por (Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020), ya que, los rangos establecidos para la variedad INIAAP-Dorada 71 están entre los 110 cm.

Realizar la evaluación de esta variable es de mucha importancia al momento de elegir una variedad debido a que, está profundamente relacionado con el encamado

de las plantas. **Guerrero (1999)**, menciona que, es de suma importancia enfocarse a esta variable puesto que la cebada es más sensible al encamado que el trigo, ya que dificulta al momento de la cosecha como también al proceso de recolección de grano, esto se evidenció en las variedades como INIAP-Dorada, INIAP-Shyri 200 y INIAP-Cañicapa 2003.

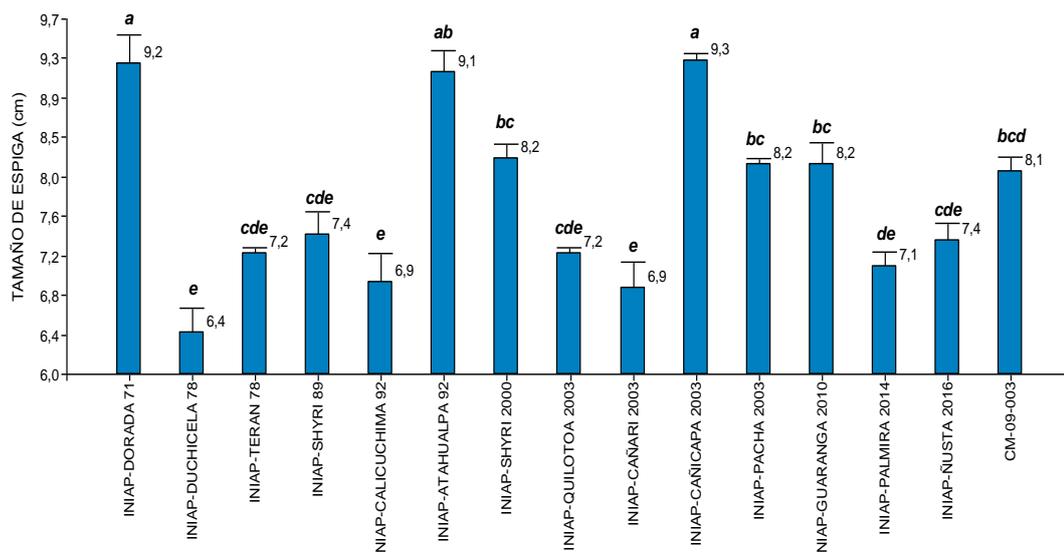
3.1.2 Tamaño de espiga (cm)

Realizado el ADEVA para la variable tamaño de espiga, se determinó que existe diferencias estadísticas entre las variedades en estudio con un (p-valor < 0.0001) y Coeficiente de Variación de 4.40%.

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable tamaño de espiga (Figura 4) se evidencia 5 rangos de significación. En el primer rango se ubica la variedad INIAP-Cañicapa 2003 con un promedio de espiga de 9.3 cm, seguido de INIAP-Dorada 71 con 9.2 cm, el promedio más bajo se obtuvo en las variedades INIAP-Duchicela 78 con 6.4 cm y la INIAP-Calicuchima 92 con 6.9 cm e INIAP-Cañari con 6.9 cm.

Figura 4.

Prueba de significancia de Tukey al 5% para variable tamaño de espiga



Estos resultados no concuerdan a los valores proporcionados por **Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020)**, debido a que, INIAP-Cañicapa 2003 presenta 12 cm,

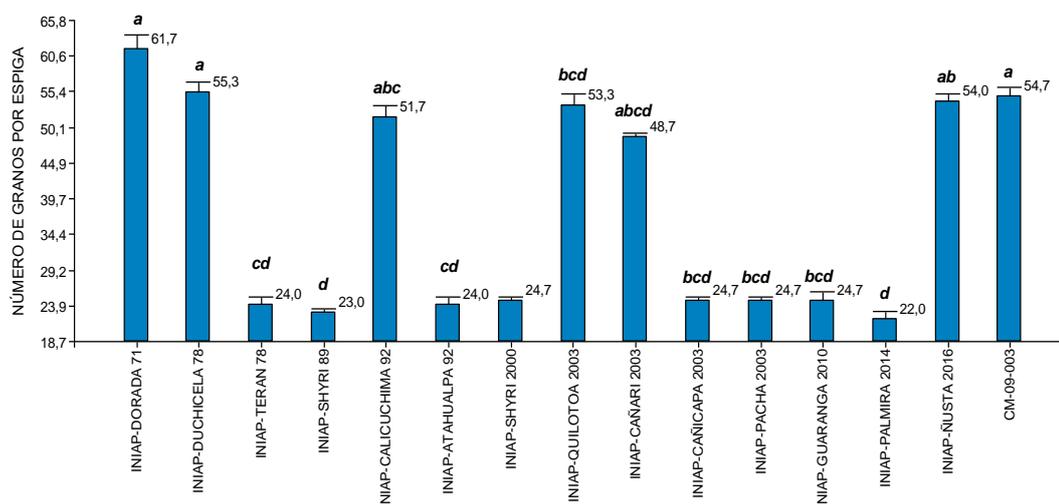
INIAP-Dorada 71 e INIAP-Atahualpa 92 presenta 10 cm, es decir son superiores, cabe resaltar que se trata de variedades dísticas y hexásticas, lo mencionado está relacionado a las condiciones agroecológicas del campo en estudio como indica **Chuquitarco (2015)** quien al realizar su estudio determinó que, la variable esta entrelazado a la condición propio de cada cultivar ya que es afectado por las condiciones climáticas de cada localidad.

3.1.3 Número de granos por espiga

Según los resultados obtenidos estadísticamente mediante la prueba de Kruskal Wallis se determinó diferencias significativas con un (p-valor=0.0005). Según la (Figura 5) se logró evidenciar 4 rangos de significación, en el primer rango se ubica la variedad INIAP-Dorada 71 con un promedio de 61.7 granos por espiga, mientras que, la variedad INIAP-Palmira 2014 se ubicó en el último rango con un promedio de 22 granos por espiga.

Figura 5.

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable número de granos por espiga



El resultado para la variedad INIAP-Dorada 71 no son similares a los obtenidos por **Guambuguete (2022)**, ya que presenta un rango entre 23 granos por espiga. Para la variedad dística (dos hileras), INIAP-Palmira 2014 si se ajusta a los rangos proporcionados, ya que se encuentra en un promedio de 20 a 25 granos por espiga (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

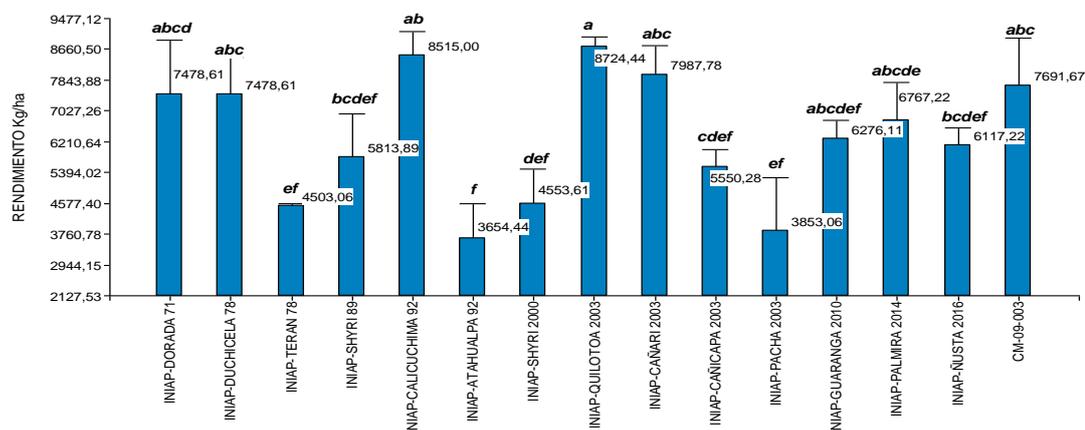
Anderson et al., (1995), citado por Ponce-Molina, Noroña, et al., (2020), mencionan que, el alto estrés hídrico afecta a la formación de polen, por lo que puede disminuir el número de granos que se forman y pueden reducir los rendimientos. Esto concuerda con lo que mencionan Del Blanco et al., (2001) quienes manifiestan que el número de granos por espiga dependen de las condiciones de crecimiento del cultivo y de las características del genotipo usado.

3.1.4 Rendimiento kg/ha

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis muestra diferencias estadísticas para las variedades, el análisis estadístico realizado se obtuvo un (p -valor=0.0009). Según la (Figura 6) para la variable rendimiento del cultivo, se registró que la variedad con mayor rendimiento corresponde INIAP-Quilotoa 2003, el cual obtuvo un promedio de 8724.44 kg/ha, por otra parte, la variedad INIAP-Atahualpa 92 obtuvo un rendimiento bajo de 3654.44 kg/ha.

Figura 6.

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable rendimiento kg/ha



Noroña, et al. (2020), ya que la variedad INIAP-Quilotoa 2003 presenta un valor promedio de 3100 kg/ha, para el caso de la variedad INIAP-Atahualpa 92 el valor promedio obtenido indican un rendimiento de 1560 a 3600 kg/ha.

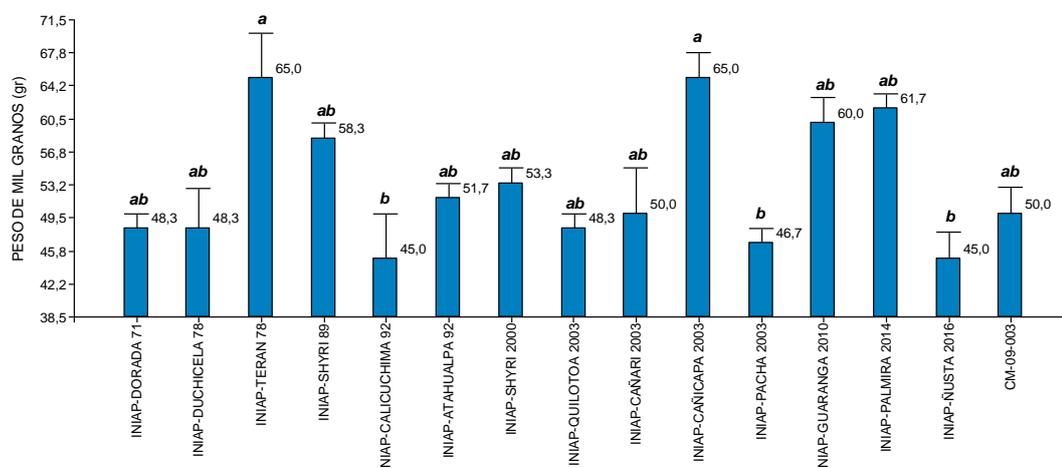
3.1.5 Peso de mil granos

De acuerdo al análisis estadístico ADEVA se determinó diferencia estadística

para variedades con un (p-valor=0.0002) y Coeficiente de Variación fue de 10.45%. La prueba de Tukey al 5% para la variable peso de mil granos realizado (Figura 7), se obtuvo dos rangos de significación, como es el caso de las variedades INIAP-Teran 78 e INIAP-Cañicapa el promedio alcanzado fue de 65 g, mientras que las variedades INIAP-Calicuchima 92 e INIAP-Ñusta 2016 con un promedio de 45 g.

Figura 7.

Prueba de significancia de Tukey al 5% para variable peso de mil granos



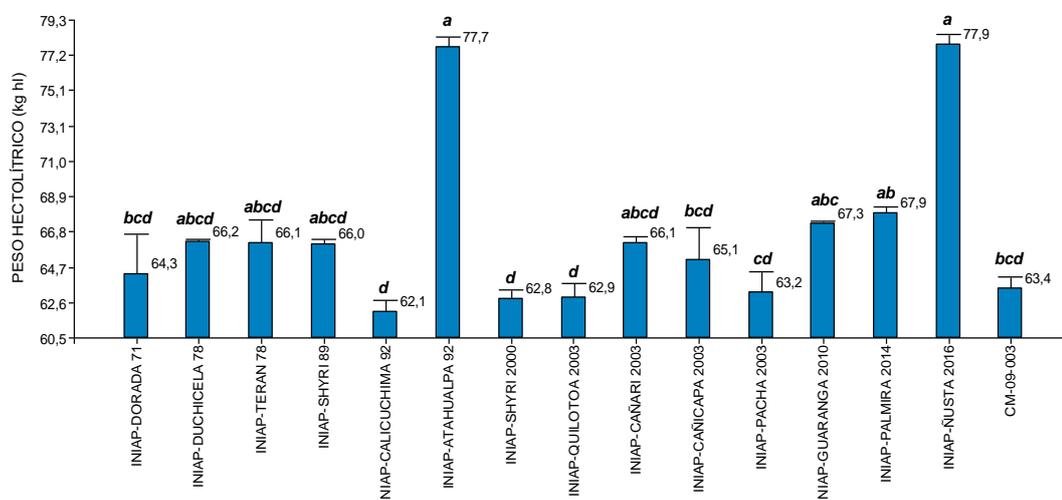
Evaluar esta variable es de suma importancia, debido a que es una característica utilizada para indicar el tamaño, y peso de la semilla, lo cual se puede calcular dosis y densidad de semilla, de esta manera alcanzar una siembra mecanizada como lo explica (Tamboreli, 2021).

3.1.6 *Peso hectolítrico kg hl⁻¹*

El análisis estadístico realizado con la prueba de Kruskal Wallis se obtuvo un p-valor=0.0047. Los resultados obtenidos (Figura 8) registró que las variedades con mayor peso hectolítrico corresponde a INIAP-Ñusta 2016, el cual obtuvo un promedio de 77.9 kg hl⁻¹, seguido de INIAP-Atahualpa 92 con un promedio de 77.7 kg hl⁻¹, por otra parte las variedades con bajo peso hectolítrico fueron, INIAP-Calicuchima 92 con un promedio de 62.1 kg hl⁻¹, seguido de INIAP-Shyri 2000 con un promedio de 62.8 kg hl⁻¹ y INIAP-Quilotoa 2003 con un promedio de 62.9 kg hl⁻¹.

Figura 8.

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable peso hectolítrico Kg/hl



Para la variedad INIAP-Ñusta 2016 el valor obtenido es superior a lo presentado por **Realpe (2022)** quien indica un rango de 72.2 kg hl⁻¹; la variedad INIAP-Atahualpa 92 presenta un peso hectolítrico 74 kg hl⁻¹ siendo un valor diferente e inferior al obtenido.

Los resultados obtenidos de las variedades INIAP-Calicuchima 92, INIAP-Shyri 2000 y INIAP-Quilotoa 2003, se ajustan a los valores propuestos por **Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020)**, quienes muestran un promedio de peso hectolítrico de 60 a 63 kg hl⁻¹.

3.1.7 Tipo y color de grano

De acuerdo al análisis realizado (Tabla 5), se pudo determinar que, el 40% representa a las variedades con grano grande, grueso, redondo, blanco, mientras que el 20% a las variedades con grano mediano, redondo, amarillo, además el 27% corresponde a grano mediano, alargado, amarillo.

También se observó que dentro del 7% se encuentran las variedades de grano mediano, bien formado, limpio, desnudo de color blanco representado en la tabla por 2B, como también grano grueso, grande, bien formado, limpio blanco dado por 1B que representa el 6% de las variedades. Obteniendo así el 100%, es decir que el material represento una apariencia buena.

De acuerdo al color y tamaño de grano se ajusta a lo mencionado por **Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020)**. Cabe mencionar lo que manifiesta **Pérez-Almeida y Montoya Aramburu (2009)** quienes afirman que tanto el tamaño y forma de los granos se trata de características propias de cada variedad.

Tabla 5.

Descripción de la escala de evaluación para tipo y color de grano según INIAP, 2019

VARIETADES	ESCALAS	DESCRIPCIÓN
INIAP-DORADA 71	*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
INIAP-DUCHICELA 78	*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
INIAP-TERAN 78	*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
INIAP-SHYRI 89	***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
INIAP-CALICUCHIMA 92	*	Grano mediano, alargado, crema o amarillo
INIAP-ATAHUALPA 92	2B	grano mediano, bien formado, limpio
INIAP-SHYRI 2000	***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
INIAP-QUILOTOA 2003	**	Grano mediano, redondo, blanco o amarillo
INIAP-CAÑARI 2003	**	Grano mediano, redondo, blanco o amarillo
INIAP-CAÑICAPA 2003	***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
INIAP-PACHA 2003	***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
INIAP-GUARANGA 2010	***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
INIAP-PALMIRA 2014	***	Grano grande, grueso, redondo, blanco o crema
INIAP-ÑUSTA 2016	1B	Grano grueso, grande, bien formado, limpio
CM-09-003	**	Grano mediano, redondo, blanco o amarillo

3.1.8 Tipo de paja

Con respecto a la evaluación de la variable tipo de paja, tenemos tres escalas,

según los resultados obtenidos en la tabla 6 se logró determinar que la escala 1 (Tallo fuerte) corresponde al 26%, mientras que la escala 2 (Tallo intermedio) corresponde al 47%, y el 26% corresponde la escala 3 (Tallo débil), resultados donde predominan tallos intermedios, no muy gruesos erectos y medianamente flexibles, que soportan parcialmente el viento y el acame.

A lo que respecta a la variable tipo de paja, existe variación a lo mencionado por **Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020)** quienes afirman en su mayoría a tallos resistentes al acame.

Tabla 6.

Descripción de la escala de evaluación para tipo de paja según INIAP, 2019

TRATAMIENTOS	ESCALA	DESCIPCIÓN
INIAP-DORADA 71	1	Tallo fuerte
INIAP-DUCHICELA 78	1	Tallo fuerte
INIAP-TERAN 78	2	Tallo intermedio
INIAP-SHYRI 89	3	Tallo débil
INIAP-CALICUCHIMA 92	2	Tallo intermedio
INIAP-ATAHUALPA 92	3	Tallo débil
INIAP-SHYRI 2000	3	Tallo débil
INIAP-QUILOTOA 2003	2	Tallo intermedio
INIAP-CAÑARI 2003	1	Tallo fuerte
INIAP-CAÑICAPA 2003	2	Tallo intermedio
INIAP-PACHA 2003	3	Tallo débil
INIAP-GUARANGA 2010	2	Tallo intermedio
INIAP-PALMIRA 2014	2	Tallo intermedio
INIAP-ÑUSTA 2016	2	Tallo intermedio
CM-09-003	1	Tallo fuerte

3.1.9 Evaluación de enfermedades

De acuerdo con los resultados evaluados, (Tabla 7) describe los valores porcentuales y el tipo de reacción a las enfermedades presentadas como son Roya

amarilla; roya de la hoja; escaldadura y virus del enanismo (BYDV) en el cultivo de cebada.

Tabla 7.

Resultados en porcentaje de Roya amarilla; Roya de la hoja; Escaldadura y virus (BYDV) para las variedades de cebada

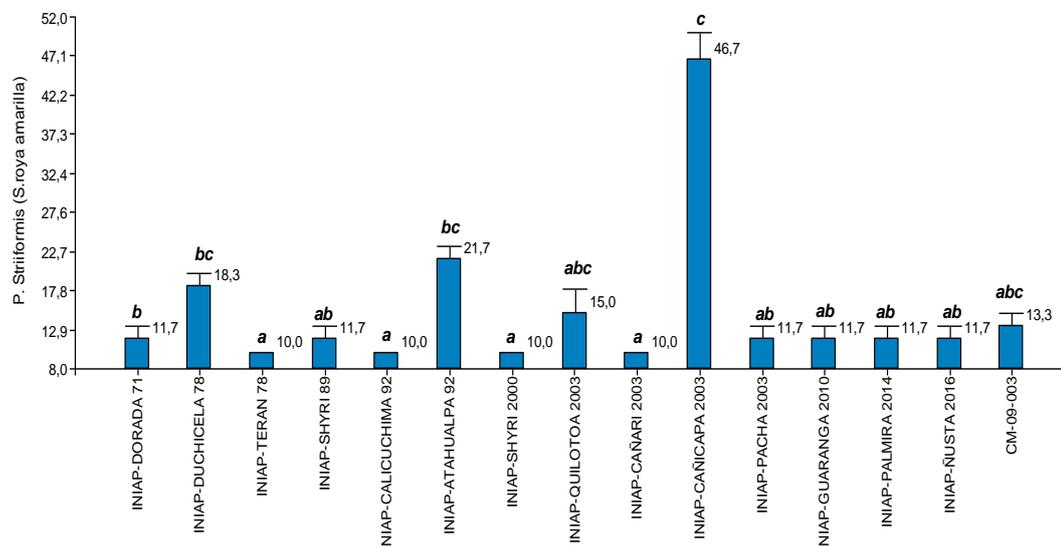
VARIETADES	BYDV	Escaldadura	R. Amarilla	R. hoja
INIAP-DORADA 71	1	0	11,7MR	33,3MR
INIAP-DUCHICELA 78	2	23,3	18,3MR	11,7MR
INIAP-TERAN 78	2	13,3	10MR	53,3S
INIAP-SHYRI 89	1	0	11,7MR	2,3R
INIAP-CALICUCHIMA 92	1	0	10MR	0,7R
INIAP-ATAHUALPA 92	2	0	21,7MR	5MR
INIAP-SHYRI 2000	2	0	10MR	1R
INIAP-QUILOTOA 2003	2	0	15MR	1R
INIAP-CAÑARI 2003	1	0	10MR	0,7R
INIAP-CAÑICAPA 2003	2	40	46,7S	5MR
INIAP-PACHA 2003	2	0	11,7MR	8,3MR
INIAP-GUARANGA 2010	1	43,3	11,7MR	15MR
INIAP-PALMIRA 2014	2	23,3	11,7MR	11,7MR
INIAP-ÑUSTA 2016	2	0	11,7MR	18,3MR
CM-09-003	1	0	13,3MR	5MR

3.1.9.1 *Roya amarilla (Puccinia striiformis)* (severidad %)

Según los resultados evaluados a través de la prueba de Kruskal Wallis en la (Figura 9) mostraron diferencia estadística con un p-valor=0.0073 para la variable *Roya amarilla (Puccinia striiformis)*, presentó tres rangos de significación, la variedad INIAP-Cañicapa 2003 registro un promedio de 46.7% con mayor severidad de tipo de reacción (S) con grandes uredias siendo susceptible, mientras que las variedades INIAP-Teran 78; INIAP-Calicuchima 92; INIAP-Shyri 2000 y INIAP-Cañari 2003 fueron medianamente resistentes.

Figura 9.

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable Roya amarilla (Puccinia striiformis) (severidad %)



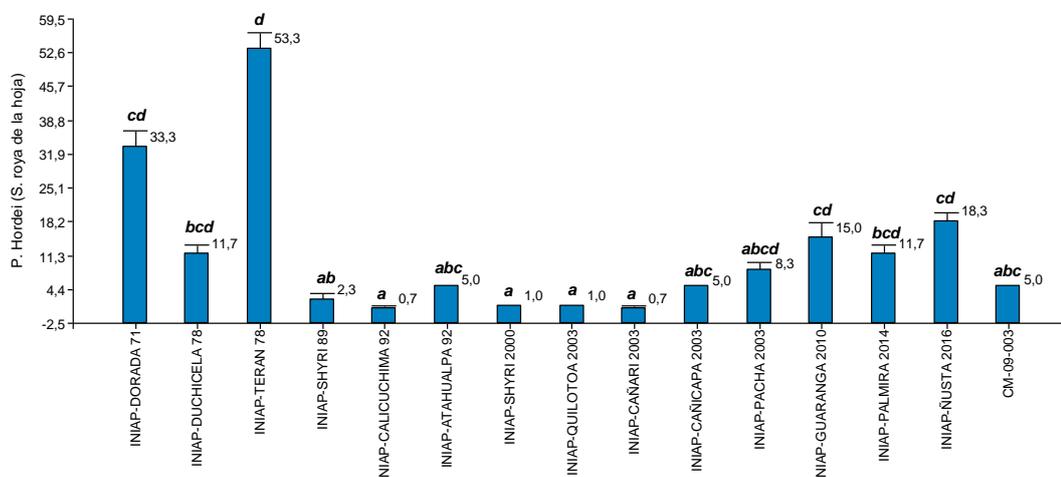
La variedad INIAP-Cañicapa 2003 concuerdan con lo que menciona (**Realpe, 2022**), quien presentó alto porcentaje de severidad, por lo cual son susceptible a roya amarilla sin embargo, esto es diferente a lo que indica **Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020)**, quienes caracterizan a esta variedad como resistente.

3.1.9.2 *Roya de la hoja (Puccinia hordei) (severidad %)*

Para el caso de la Roya de la hoja, (Figura 10) los resultados estadísticos a través de la prueba de Kruskal Wallis mostro un (p-valor 0.0001), se logró determinar que la variedad INIAP-Teran 78 presentó un promedio de 53,3% de severidad siendo susceptible a la enfermedad, mientras que la variedad INIAP-Calicuchima 92 e INIAP-Cañari 2003 presentó un promedio de 0.7 resistente a la enfermedad.

Figura 10.

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable Roya hoja (Puccinia hordei) (severidad %)



Para la variedad INIAP-Teran 78 el valor obtenido es similar a lo presentado por **Dobronsky (1988)**, quien mostró un promedio de 69.53% a una alta susceptibilidad. Además **Gilchrist-Saavedra et al. (2005)** nos indica que la roya de la hoja es el factor limitante del rendimiento y calidad de grano. Mientras que las variedades INIAP-Calicuchima 92 e INIAP-Cañari 2003 presentaron niveles bajos a la enfermedad, algo similar a lo presentado por **Ponce-Molina, Noroña, et al. (2020)**, quienes mencionan la resistencia a la enfermedad.

3.1.9.3 Grado de daño por virosis (BYDV)

Las variedades evaluadas presentaron moderadamente resistente a la infección por el virus del enanismo (BYDV), por lo cual en la (Tabla 8) se pudo visualizar que el grado de daño por virosis alcanzo hasta el segundo grado, representando así el 40% al primer grado (trazas de amarillamiento a veces color rojizo), mientras que el 60% al segundo grado (amarillamiento restringido de las hojas) mostrando baja cantidad de virosis en el cultivo.

Las variedades INIAP-Doradas 71, INIAP-Shyri 89, INIAP-Calicuchima 92, INIAP-Cañari 2003 y INIAP-Guaranga 2010 presentaron grado 1 de daño por virosis, es decir trazas de amarillamiento. Por otro lado, las variedades INIAP-Duchicela 78, INIAP-Teran 78, INIAP-Atahualpa 92, INIAP-Shyri 2000, INIAP-Quiltoa 2003, INIAP-Cañicapa 2003, INIAP-Pacha 2003, INIAP-Palmira 2014 y INIAP-Ñusta 2016

mostraron un grado 2 de virosis sin señales de enanismo.

La presencia del virus del enanismo se podría atribuir a la aparición de áfidos, para el caso de la cebada fue inferior en cada parcela, en base a los expuesto por **Biurrun et al. (2010)**, quienes afirman que el virus del enanismo no se desarrolla en cereales resistentes. Además como afirma **Realpe (2022)** en su investigación no se observaron insectos vectores del virus como son los áfidos.

Tabla 8.

Grado de daño por virosis según INIAP, 2019

TRATAMIENTOS	GRADO	DESCRIPCIÓN
INIAP-DORADA 71	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo)
INIAP-DUCHICELA 78	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-TERAN 78	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-SHYRI 89	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo)
INIAP-CALICUCHIMA 92	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo)
INIAP-ATAHUALPA 92	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-SHYRI 2000	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-QUILOTOA 2003	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-CAÑARI 2003	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo)
INIAP-CAÑICAPA 2003	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-PACHA 2003	2	Amarillamiento restringido de las hojas

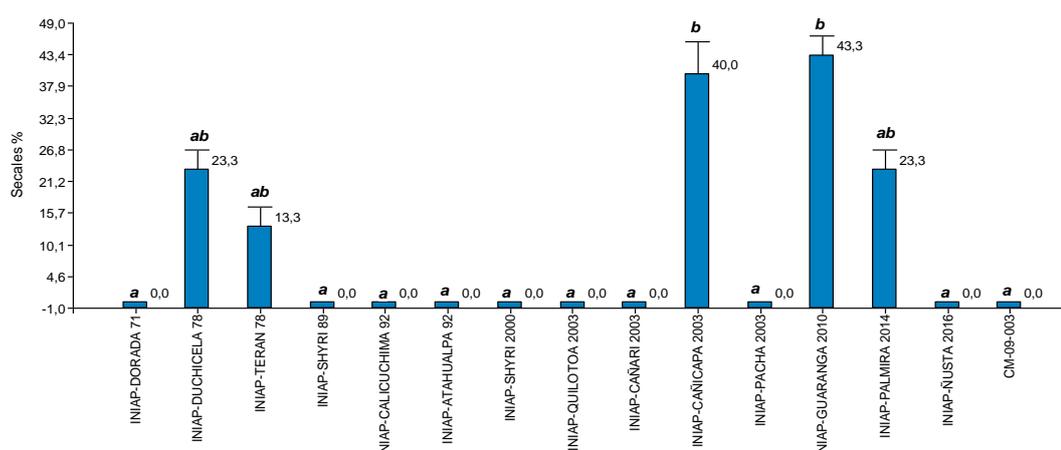
INIAP-GUARANGA 2010	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo)
INIAP-PALMIRA 2014	2	Amarillamiento restringido de las hojas
INIAP-ÑUSTA 2016	2	Amarillamiento restringido de las hojas
CM-09-003	1	Trazas de amarillamiento (a veces color rojizo)

3.1.9.4 Escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis muestra diferencia estadística para las variedades (p-valor=0.0001), en la variable Escaldadura según la (Figura 11) se obtuvo dos rangos de significancia estadísticas, las variedades INIAP-Guaranga 2010, presentó un promedio de 43.3% de escaldadura, seguido de INIAP-Cañicapa 2003 con un promedio de 40% de escaldadura, mientras que es resto de variedades no presentaron escaldadura.

Figura 11.

*Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis al 5% para variable escaldadura (*Rhynchosporium secalis*) (severidad %)*



Las variedades INIAP-Guaranga 2010 e INIAP-Cañicapa, son valores diferentes mencionados por **Yar Narváez (2013)**, quien afirma resistencia a la escaldadura. Por otro lado las variedades que presentaron el 0% son resistentes como lo afirman (**Ponce-Molina, Noroña, et al., 2020**).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Una vez que se ha completado y finalizado el trabajo de investigación acerca de “Evolución del comportamiento agronómico de 15 variedades mejoradas de cebada (*Hordeum vulgare* L) liberadas por el INIAP” se concluye lo siguiente.

De acuerdo a la recopilación de datos obtenidos en el trabajo de campo y en el análisis estadístico se concluye que las condiciones agroecológicas; como clima, humedad, temperatura, altitud, precipitación y suelo, fueron la mejor alternativa para la adaptación de las variedades mejoradas de cebada INIAP en la Universidad Técnica de Ambato, Campus Querochaca, identificando entre las 15 variedades evaluadas, que el tratamiento con mejor adaptabilidad a las condiciones agroecológicas fue la variedad INIAP-Dorada 71, ya que se evidenció adaptabilidad en variables como; altura de planta, tamaño de espiga, número de granos por espiga, resistencia a roya amarilla y a escaldadura.

La evaluación de las 15 variedades, la variedad de tipo hexásticas INIAP-Quilotoa 2003 presentó un rendimiento promedio de 8724.44 kg ha⁻¹ con respecto a las variedades restantes. Sin embargo la variedad de dos hileras INIAP-Atahualpa 92 presentó 3654.44 kg ha⁻¹ con mejor rendimiento en dísticas.

Al valorar la resistencia a las principales enfermedades como son roya amarilla, roya de la hoja, escaldadura y virus del enanismo (BYDV), las 15 variedades de cebada, fueron resistentes, moderadamente resistente y susceptibles para la incidencia y severidad, por otro lado no presentaron signos ni síntomas para carbón.

Se determinó la interacción de las variables rendimiento, peso hectolítrico, peso de mil granos, tipo y color de grano como parámetros de calidad, concluyendo que las variedades INIAP- Dorada 71; INIAP-Quilotoa 2003; INIAP-Cañicapa y INIAP-Atahualpa 92 como los que más resaltaron con respecto al resto.

4.2 Recomendaciones

En cuanto a la utilización de variedades mejoradas INIAP, se recomienda su utilización debido a la adaptabilidad, resistencia y rendimiento.

Incentivar a los agricultores de la zona la utilización de variedades mejoradas de cebada INIAP, como alternativa en lo que se refiere a la rotación, conservación, y recuperación de suelos.

De acuerdo al escenario climático, se sugiere realizar la siembra en la época favorable para el desarrollo del cultivo.

Se recomienda realizar la cosecha cuando el cultivo este completamente seco, para obtener una buena trilla.

Realizar la limpieza y desbarbe completo del grano, con el fin de obtener datos reales en poscosecha.

MATERIALES DE REFERENCIA

Bibliografía

- Biurrun, R., Lezáun, J. A., Zúñiga, J., & Garnica, I. (2010). Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV). <https://www.navarraagraria.com/categories/item/809-virus-del-enanismo-amarillo-de-la-cebada-bydv>
- Boga, L. (2014). La nutrición de cebada cervecera en Argentina: Mejores prácticas de manejo de la fertilización.8.<https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2014/06/19.pdf>
- Borbor, N. O., L. A. S., R. E. S., R. M. C., P. V. A., C. J. M., F. W. S., & Camacho, F. V. (2012). Comportamiento Agronómico de seis variedades de Cebada (*Hordeum Vulgare*) en tres localidades, Provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 1(1), Art. 1. <https://doi.org/10.26423/rctu.v1i1.6>
- Bothmer, R. (2003). *Diversity in Barley (Hordeum vulgare)*, Volume 7—1st Edition. <https://www.elsevier.com/books/diversity-in-barley-hordeum-vulgare/von-bothmer/978-0-444-50585-9>
- Carmona, M., & Sautua, F. (2014). Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada—PDF Descargar libre. <https://docplayer.es/53903843-Manual-practico-para-el-diagnostico-de-enfermedades-foliares-y-su-control-con-fungicidas-en-los-cultivos-de-trigo-y-cebada.html>
- Chicaiza N., O., Rivadeneira, M., Paredes, F., Villacrés, E., & Balseca, R. (1992). INIAP-Calicuchima 92. Variedad de cebada maltera. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2562>
- Chicaiza N., O., Urbano B., J., Paredes, F., & Abad G., S. (1990). INIAP-Shyri 89: Variedad de cebada de dos hileras. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/264>

- Chuquitarco, P. G. (2015). Evaluación de la adaptabilidad de seis variedades mejoradas de trigo (*triticum aestivum* L.). Mediante el apoyo de investigación participativa en las localidades el Chan y San Ramón del canton Latacunga, Cotopaxi [Bachelor Thesis, LATACUNGA / UTC / 2015]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2516>
- Coronel, J., & Jiménez, C. (2011). Guía práctica para los productores de cebada de la Sierra Sur. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1106>
- Cuéllar Zambrano, C., Sandoval Islas, S., Quijano Carranza, J. Á., Zamora Díaz, M., Gómez Mercado, R., Cuéllar Zambrano, C., Sandoval Islas, S., Quijano Carranza, J. Á., Zamora Díaz, M., & Gómez Mercado, R. (2015). Modelo de infección y desarrollo de *Puccinia striiformis* f. sp. *Hordei* Eriks en Guanajuato, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(SPE11), 2219-2224. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i11.801>
- Del Blanco, I. a., Rajaram, S., & Kronstad, W. e. (2001). Agronomic Potential of Synthetic Hexaploid Wheat-Derived Populations. *Crop Science*, 41(3), 670-676. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.413670x>
- Demagnet, R. (2022, enero 31). Cebada (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*): Manual de cultivos suplementarios Cap. 4. Engormix. <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cebada-hordeum-vulgare-ssp-t48897.htm>
- Dobronsky, J. (1988). Estudio de pérdidas del rendimiento ocasionadas por la roya de la hoja (*Puccinia hordie* Oth.), en dos variedades de cebada. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/183>
- Falconí, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., Abad, S., & Rivadeneira, M. (2015). «INIAP-Palmira 2014»: A new drought-resistance barley variety. *Agronomía Colombiana*, 33(2), Art. 2. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n2.49678>

- Falconí-Castillo, E., Garófalo, J., Llangarí B., P., & Espinoza, M. (2010). El cultivo de cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2420>
- Falconí-Castillo, E., Garófalo, J., Ponce, L., Coronel, J., Abad G., S., & Rivadeneira, M. (2014). INIAP Palmira 2014: Nueva variedad de cebada, tolerante a la sequía. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2644>
- Falconí-Castillo, E., Monar B., C., Rivadeneira, M., Ponce, L., Garófalo, J., & Abad G., S. (2010). INIAP-Guaranga 2010: Nueva variedad de cebada para la provincia de Bolívar. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2636>
- Fernández, P. A. Y. (2015). Utilización de hordeum vulgare (cebada variedad calicuchima 92) como fuente de energía en la alimentación de conejos neozelandés, desde el destete, hasta el inicio de la vida reproductiva. 93.
- Fetch, T. G., & Steffenson, B. J. (1999). Rating Scales for Assessing Infection Responses of Barley Infected with Cochliobolus sativus. *Plant Disease*, 83(3), 213-217. <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.3.213>
- Franco, A., Blanco, A., & Chantre, G. (2018). Manejo integrado de malezas: Simulación del sistema multianual AVEFA-trigo/cebada. <https://digital.cic.gba.gob.ar/items/61360c01-9514-489a-a2c0-75ab768e56e7>
- Gallegos, D. P. B. (2011). Manejo integrado del cultivo de cebada en condiciones de temporal en San Luis Potosí. 56.
- Garófalo, J., Ponce, L., & Abad G., S. (2011). Guía del cultivo de trigo. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/381>
- Garófalo, J., Ponce-Molina, L., Noroña, P., & Campaña Cruz, D. F. (2020). Mejoramiento genético de cebada (*Hordeum vulgare* L.) mediante la inducción de mutaciones con rayos gamma. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2020. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5484>

- Gilchrist-Saavedra, L., Fuentes-Dávila, G., Martínez-Cano, C., López-Atilano, R. M., Duveiller, E., & Singh, R. P. (2005). Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada.
- González, M., Zamora Díaz, M., Solano Hernández, S., González González, M., Zamora Díaz, M., & Solano Hernández, S. (2016). Evaluación agronómica y física en líneas avanzadas de cebada maltera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(1), 159-171.
- González Rodríguez, Á. (2001). Estudio de caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos en relación con la tolerancia al estrés hídrico en cebada [Info:eu-repo/semantics/doctoralThesis]. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/5172/>
- Grando, S. (2005). Food barley: Importance, uses and local knowledge. https://www.academia.edu/es/26143870/Food_barley_importance_uses_and_local_knowledge
- INEC. (2021). Estadísticas Agropecuarias. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- INIAP. (2016). INIAP Ñusta 2016: Nueva variedad de cebada de grano descubierto para el sur del Ecuador. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3532>
- INIAP. (2022a). CEREALES. <https://eva.iniap.gob.ec/web2/oferta-tecnologica/cereales/>
- INIAP. (2022b). Nuevas variedades de papa y cebada para aumentar la producción – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. <https://www.iniap.gob.ec/nuevas-variedades-de-papa-y-cebada-para-aumentar-la-produccion/>
- Jayasena, K., & Loughman, R. (2005). Leaf diseases of barley. *Leaf Diseases of Barley.*, 65. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20137803493>

- Khaled Elazab, A. (2015). Novel phenotyping and monitoring approaches to assess cereal performance under abiotic stress conditions = Nuevos enfoques de fenotipado y monitoreo de cultivos para evaluar el rendimiento de cereales cultivados en diferentes condiciones de estrés abiótico. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/66472>
- Langridge, P., & Barr, A. R. (2003). Preface to «Better Barley Faster: The Role of Marker Assisted Selection». *Australian Journal of Agricultural Research*, 54(12), i. https://doi.org/10.1071/ARv54n12_PR
- Lapierre, H., & Signoret, P.-A. (2004). *Viruses and Virus Diseases of Poaceae (Gramineae)*. Editions Quae.
- Larry D. Robertson and Jeffrey C. Stark. (2003). IDAHO SPRING BARLEY PRODUCTION GUIDE Idaho Spring Barley Production Guide. Docslib. <https://docslib.org/doc/3540522/idaho-spring-barley-production-guide-idaho-spring-barley-production-guide>
- Lehnackers, H., & Knogge, W. (1990). Cytological studies on the infection of barley cultivars with known resistance genotypes by *Rhynchosporium secalis*. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Infection-of-Rrs1-barley-by-an-incompatible-race-of-Thirugnandasambandama-Wrighta/7d9105d3d00fff60856ed56b8d0100799eee0de1>
- León, D. S. (2011). Evaluación del rendimiento de dos variedades mejoradas y una tradicional, de Cebada (*Hordeum vulgare* L.) en Tunshi, parroquia Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/668>
- Manlla, A. (2020). Cebada Cervecera: Comportamiento agronómico y de calidad en Oliveros (Santa Fe). Campaña 2019. Para Mejorar La Producción (59): 85-90. (Noviembre 2020). https://www.academia.edu/90405793/Cebada_Cervecera_comportamiento_agron%C3%B3mico_y_de_calidad_en_Oliveros_Santa_Fe_Campa%C3%B1a_2019

- Monaco, M. K., Stein, J., Naithani, S., Wei, S., Dharmawardhana, P., Kumari, S., Amarasinghe, V., Youens-Clark, K., Thomason, J., Preece, J., Pasternak, S., Olson, A., Jiao, Y., Lu, Z., Bolser, D., Kerhornou, A., Staines, D., Walts, B., Wu, G., ... Ware, D. (2014). Gramene 2013: Comparative plant genomics resources. *Nucleic Acids Research*, 42(D1), D1193-D1199. <https://doi.org/10.1093/nar/gkt1110>
- Morton, A. G. (2009). *Domestication of Plants in the Old World. The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley*. (Oxford Science Publications.) Pp. Ix + 249; 39 figures, 25 maps. Oxford: Clarendon Press, 1988. £35. *The Classical Review*, 39(1), 160-161. <https://doi.org/10.1017/S0009840X00271151>
- Mwando, E., Angessa, T. T., Han, Y., & Li, C. (2020). Salinity tolerance in barley during germination—Homologs and potential genes. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 21(2), 93-121. <https://doi.org/10.1631/jzus.B1900400>
- Naeem, M., Hussain, M., Farooq, M., & Farooq, S. (2021). Weed flora composition of different barley-based cropping systems under conventional and conservation tillage practices. *Phytoparasitica*, 49(4), 751-769. <https://doi.org/10.1007/s12600-021-00900-4>
- Navarrete Rojas, D. (2015). Rendimiento y calidad de grano en líneas experimentales de cebada de dos hileras (*Hordeum distichum* L.). <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/2623>
- Pérez-Almeida, I., & Montoya Aramburu, M. A. (2009). Calidad del grano y variabilidad genética de variedades y líneas de arroz del Instituto nacional de investigaciones agrícolas (INIA). *Agronomía Tropical*, 59(4), 445-456.
- Ponce-Molina, L., Campaña Cruz, D. F., Noroña, P., & Garófalo, J. (2020). *Actividades de Investigación en Cereales Año 2019*. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2020. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5588>

- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Campaña Cruz, D. F., & Noroña, P. (2019). Parámetros de evaluación y selección en cereales. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2019. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña Cruz, D. F., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2020). LA CEBADA (*Hordeum vulgare* L.): Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana. Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina 2020. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5587>
- Pourkheirandish, M., & Komatsuda, T. (2007). The importance of barley genetics and domestication in a global perspective. *Annals of Botany*, 100(5), 999-1008. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm139>
- Realpe, M. D. (2022). Evaluación de las variedades mejoradas de cebada (*hordeum vulgare* l.) del INIAP bajo las condiciones agroecológicas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Campus Salache UTC 2021-2022. [BachelorThesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9480>
- Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuarias. (2016). Vista de Caracterización física y química de suelos de origen volcánico con actividad agrícola, próximos al volcán Tungurahua. <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/reiagro/article/view/68/60>
- Rivadeneira, M., Chicaiza N., O., Coronel, J., Ponce, L., Paredes, F., & Abad G., S. (2003). INIAP-Cañari 2003 e INIAP-Quilotoa 2003: Nuevas variedades de cebada para la Sierra Centro-Norte ecuatoriana. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/286>

- Rivadeneira, M., Chicaiza, O., Coronel, J., Ponce, L., Paredes, F., & Abad, S. (2003). \ INIAP-Canari 2003 \ e \ INIAP-Quilotoa 2003 \ Nuevas variedades de cebada para la Sierra centro-norte ecuatoriana. No. 295. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=%5C+INIAP-Canari+2003+%5C+e+%5C+INIAP-Quilotoa+2003+%5C+Nuevas+variedades+de+cebada+para+la+Sierra+centro+norte+ecuatoriana&author=Rivadeneira%2C+Miguel&publication_year=2003
- Romero, R. (2015). Vulnerabilidad y adaptación de la cebada cervecera al cambio climático en el Uruguay. 20.
- Salamini, F., Ozkan, H., Brandolini, A., Schäfer-Pregl, R., & Martin, W. (2002). Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. *Nature Reviews. Genetics*, 3(6), 429-441. <https://doi.org/10.1038/nrg817>
- Samia, Y., Gracia, M., Igartua, E., Medina, B., Ciudad, F., Codesal, P., Molina-Cano, J., & Lasa, J. (2022). Agronomical evaluation of the Spanish Barley Core Collection.
- Slafer, G., Molina, J. L., Savin, R., & Araus, J. L. (2002). *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality*. <https://www.abebooks.com/book-search/author/slafer-gustavo-a-molina-cano-jose-luis-savin-roxana-araus-jose-luis-romagosa-ignacio/>
- Stubbs, R. W., Prescott, J. M., Saari, E. E., & Dubin, H. J. (1986). *Cereal disease methodology manual [Monograph]*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT). <http://eprints.icrisat.ac.in/12027/>
- Tamboreli, M. (2021). Importancia del control de calidad de la semilla. <https://inta.gob.ar/documentos/importancia-del-control-de-calidad-de-la-semilla>
- Tanno, K., Taketa, S., Takeda, K., & Komatsuda, T. (2002). A DNA marker closely linked to the vrs1 locus (row-type gene) indicates multiple origins of six-rowed cultivated barley (*Hordeum vulgare* L.). *TAG. Theoretical and Applied*

- Genetics. Theoretische Und Angewandte Genetik, 104(1), 54-60.
<https://doi.org/10.1007/s001220200006>
- Tola C., J. (1978). «Duchicela»: Nueva variedad de cebada.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/196>
- Tola C., J. (1979). «Terán 78»: Variedad de cebada de dos hileras.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/204>
- Tola, J. (1972). «Dorada» nueva variedad de cebada para el Ecuador.
<http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/161>
- U.S. Grain Council. (2019). Barley. U.S. GRAINS COUNCIL. <https://grains.org/>
- Yar Narváez, P. F. (2013). Determinación del rendimiento del grano, en la reintroducción de cuatro variedades de cebada (*hordeum vulgare* L.) mediante la aplicación de la abonadura orgánica en la zona Pimampiro Provincia de Imbabura” [BachelorThesis, Babahoyo: UTB, 2013].
<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/272>
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14(6), 415-421.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1974.tb01084.x>
- Zveinek, I. (2013). PRECOCITY IN LOCAL BARLEYS (*Hordeum vulgare* L.) FROM SOUTH-EAST ASIA AND THE MIDDLE EAST. Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya, 4, 121-126.
<https://doi.org/10.15389/agrobiology.2013.4.121rus>

Anexo 2. Cultivo de cebada 80 días después de la siembra



Anexo 3. Etiquetado de las parcelas



Anexo 4. Visita al ensayo de campo, por parte del tutor



Anexo 5. Levantamiento de datos de la variable presencia de enfermedades



Anexo 6. Levantamiento de datos variable altura de planta



Anexo 7. Levantamiento de datos variable tipo de paja



Anexo 8. Levantamiento de datos variable tamaño de espigas



Anexo 9. Levantamiento de datos variable número de granos por espiga



Anexo 10. Trilla mecanizada



Anexo 11. Conservación en invernadero



Anexo 12. Limpieza y desbarbe



Anexo 13. Levantamiento de datos variable rendimiento de grano



Anexo 14. Levantamiento de datos variable peso de mil granos



Anexo 15. Levantamiento de datos variable peso hectolítrico



Anexo 16. Levantamiento de datos variable tipo y color de grano



Anexo 17. Datos variable altura de la planta (cm)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	110	102	105
INIAP-DUCHICELA 78	92	98	96
INIAP-TERAN 78	80	87	84
INIAP-SHYRI 89	96	89	96
INIAP-CALICUCHIMA 92	85	82	87
INIAP-ATAHUALPA 92	86	81	84
INIAP-SHYRI 2000	108	105	103
INIAP-QUILOTOA 2003	93	88	87
INIAP-CAÑARI 2003	85	88	86
INIAP-CAÑICAPA 2003	101	94	106
INIAP-PACHA 2003	85	86	82
INIAP-GUARANGA 2010	99	100	100
INIAP-PALMIRA 2014	95	90	106
INIAP-ÑUSTA 2016	79	82	86
CM-09-003	87	84	86

Anexo 18. Datos variable tamaño de espiga (cm)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	9,1	9,8	8,8
INIAP-DUCHICELA 78	6	6,3	6,9
INIAP-TERAN 78	7,3	7,1	7,3
INIAP-SHYRI 89	7,2	7,2	7,9
INIAP-CALICUCHIMA 92	6,5	6,8	7,5
INIAP-ATAHUALPA 92	8,7	9,2	9,5
INIAP-SHYRI 2000	8	8,5	8,2
INIAP-QUILOTOA 2003	7,1	7,3	7,3
INIAP-CAÑARI 2003	6,7	7,4	6,5
INIAP-CAÑICAPA 2003	9,2	9,2	9,4
INIAP-PACHA 2003	8,1	8,1	8,3
INIAP-GUARANGA 2010	8,4	7,7	8,4
INIAP-PALMIRA 2014	7,4	7	6,9
INIAP-ÑUSTA 2016	7,6	7,5	7
CM-09-003	7,9	8	8,4

Anexo 19. Datos variable número de granos por espiga

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	65	62	58
INIAP-DUCHICELA 78	53	55	58
INIAP-TERAN 78	22	24	26
INIAP-SHYRI 89	23	22	24
INIAP-CALICUCHIMA 92	55	50	50
INIAP-ATAHUALPA 92	26	24	22
INIAP-SHYRI 2000	24	26	24
INIAP-QUILOTOA 2003	54	56	50
INIAP-CAÑARI 2003	48	48	50
INIAP-CAÑICAPA 2003	24	24	26
INIAP-PACHA 2003	24	24	26
INIAP-GUARANGA 2010	26	22	26
INIAP-PALMIRA 2014	24	22	20
INIAP-ÑUSTA 2016	56	52	54
CM-09-003	52	56	56

Anexo 20. Datos variable rendimiento kg/ha

TRATAMIENTO	I	II	III
INIAP-DORADA 71	8211,67	5839,17	8385,00
INIAP-DUCHICELA 78	7171,67	6716,67	8547,50
INIAP-TERAN 78	4452,50	4571,67	4486,00
INIAP-SHYRI 89	6662,50	4506,67	6272,50
INIAP-CALICUCHIMA 92	9208,33	8352,50	7984,17
INIAP-ATAHUALPA 92	4723,33	3174,17	3065,83
INIAP-SHYRI 2000	4983,33	3488,33	5189,17
INIAP-QUILOTOA 2003	8905,00	8417,50	8850,83
INIAP-CAÑARI 2003	8385,00	7085,00	8493,33
INIAP-CAÑICAPA 2003	5969,17	5080,83	5600,83
INIAP-PACHA 2003	3434,17	2719,17	5405,83
INIAP-GUARANGA 2010	6857,50	5980,00	5990,83
INIAP-PALMIRA 2014	7518,33	5600,83	7182,50
INIAP-ÑUSTA 2016	5730,83	6640,83	5980,00
CM-09-003	6240,00	8428,33	8406,67

Anexo 21. Datos variable peso de mil granos

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	50	45	50
INIAP-DUCHICELA 78	40	55	50
INIAP-TERAN 78	75	60	60
INIAP-SHYRI 89	55	60	60
INIAP-CALICUCHIMA 92	55	40	40
INIAP-ATAHUALPA 92	50	50	55
INIAP-SHYRI 2000	55	50	55
INIAP-QUILOTOA 2003	50	45	50
INIAP-CAÑARI 2003	40	55	55
INIAP-CAÑICAPA 2003	60	65	70
INIAP-PACHA 2003	45	45	50
INIAP-GUARANGA 2010	60	65	55
INIAP-PALMIRA 2014	60	60	65
INIAP-ÑUSTA 2016	45	50	40
CM-09-003	45	50	55

Anexo 22. Datos variable peso hectolítrico (kg/hl)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	63,28	60,75	68,81
INIAP-DUCHICELA 78	65,85	66,50	66,12
INIAP-TERAN 78	67,55	67,46	63,22
INIAP-SHYRI 89	65,44	66,55	66,07
INIAP-CALICUCHIMA 92	63,35	61,85	60,97
INIAP-ATAHUALPA 92	78,66	76,48	77,94
INIAP-SHYRI 2000	63,78	62,68	62,07
INIAP-QUILOTOA 2003	61,53	64,29	62,92
INIAP-CAÑARI 2003	66,69	65,45	66,28
INIAP-CAÑICAPA 2003	64,25	68,80	62,24
INIAP-PACHA 2003	61,41	62,54	65,59
INIAP-GUARANGA 2010	67,56	67,02	67,19
INIAP-PALMIRA 2014	68,23	68,35	67,06
INIAP-ÑUSTA 2016	77,58	79,02	77,00
CM-09-003	63,56	64,59	62,09

Anexo 23. Datos variable tipo y color de grano

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	*	*	*
INIAP-DUCHICELA 78	*	***	*
INIAP-TERAN 78	***	**	**
INIAP-SHYRI 89	**	***	***
INIAP-CALICUCHIMA 92	*	*	*
INIAP-ATAHUALPA 92	2B*	2B*	2B*
INIAP-SHYRI 2000	***	**	***
INIAP-QUILOTOA 2003	**	**	***
INIAP-CAÑARI 2003	**	**	**
INIAP-CAÑICAPA 2003	***	***	***
INIAP-PACHA 2003	**	***	***
INIAP-GUARANGA 2010	***	***	***
INIAP-PALMIRA 2014	**	***	***
INIAP-ÑUSTA 2016	1B**	2B**	1B**
CM-09-003	***	**	**

Anexo 24. Datos variable roya amarilla (*Puccinia striiformis*)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	15MR	MR	10MR
INIAP-DUCHICELA 78	15MR	20MR	20MR
INIAP-TERAN 78	10MR	10MR	10MR
INIAP-SHYRI 89	15MR	10MR	10MR
INIAP-CALICUCHIMA 92	10MR	10MR	10MR
INIAP-ATAHUALPA 92	20MR	25MR	20MR
INIAP-SHYRI 2000	10MR	10MR	10MR
INIAP-QUILOTOA 2003	10MR	15MR	20MR
INIAP-CAÑARI 2003	10MR	10MR	10MR
INIAP-CAÑICAPA 2003	50S	40S	50S
INIAP-PACHA 2003	10MR	15MR	10MR
INIAP-GUARANGA 2010	10MR	10MR	15MR
INIAP-PALMIRA 2014	15MR	10MR	10MR
INIAP-ÑUSTA 2016	10MR	10MR	15MR
CM-09-003	10MR	15MR	15MR

Anexo 25. Datos variable roya de la hoja (*Puccinia hordei*)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	40S	30MR	30MR
INIAP-DUCHICELA 78	15MR	10MR	10MR
INIAP-TERAN 78	60S	50S	50S
INIAP-SHYRI 89	1TR	5MR	1TR
INIAP-CALICUCHIMA 92	0	1TR	1TR
INIAP-ATAHUALPA 92	5MR	5MR	5MR
INIAP-SHYRI 2000	1TR	1TR	1TR
INIAP-QUILOTOA 2003	1TR	1TR	1TR
INIAP-CAÑARI 2003	0	1TR	1TR
INIAP-CAÑICAPA 2003	5MR	5MR	5MR
INIAP-PACHA 2003	10MR	10MR	5MR
INIAP-GUARANGA 2010	20MR	15MR	10MR
INIAP-PALMIRA 2014	10MR	15MR	10MR
INIAP-ÑUSTA 2016	20MR	20MR	15MR
CM-09-003	5MR	5MR	5MR

Anexo 26. Datos variable enanismo amarillo (BYDV)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	1	1	2
INIAP-DUCHICELA 78	2	2	2
INIAP-TERAN 78	2	2	2
INIAP-SHYRI 89	1	2	1
INIAP-CALICUCHIMA 92	1	1	1
INIAP-ATAHUALPA 92	2	2	2
INIAP-SHYRI 2000	2	2	2
INIAP-QUILOTOA 2003	1	2	2
INIAP-CAÑARI 2003	1	1	1
INIAP-CAÑICAPA 2003	2	2	2
INIAP-PACHA 2003	2	3	2
INIAP-GUARANGA 2010	1	1	1
INIAP-PALMIRA 2014	2	1	2
INIAP-ÑUSTA 2016	2	2	2
CM-09-003	2	1	1

Anexo 27. Datos variable escaldadura (*Rhynchosporium secalis*)

TRATAMIENTOS	I	II	III
INIAP-DORADA 71	0	0	0
INIAP-DUCHICELA 78	20	30	20
INIAP-TERAN 78	20	10	10
INIAP-SHYRI 89	0	0	0
INIAP-CALICUCHIMA 92	0	0	0
INIAP-ATAHUALPA 92	0	0	0
INIAP-SHYRI 2000	0	0	0
INIAP-QUILOTOA 2003	0	0	0
INIAP-CAÑARI 2003	0	0	0
INIAP-CAÑICAPA 2003	40	30	50
INIAP-PACHA 2003	0	0	0
INIAP-GUARANGA 2010	50	40	40
INIAP-PALMIRA 2014	30	20	20
INIAP-ÑUSTA 2016	0	0	0
CM-09-003	0	0	0