

Capítulo I

Generalidades sobre los cereales de grano pequeño

Los cereales pequeños se definen como gramíneas anuales autógamas, como la avena (*Avena sativa*), la cebada (*Hordeum vulgare*), el trigo (*Triticum aestivum*) y el triticale (x *Triticosecale* Wittmack). Estas especies son cultivadas para la alimentación humana, y también son suministradas como forraje para la alimentación animal y para la producción de concentrados para animales (Barraza Martín, 2019).

La cebada y el trigo fueron introducidos a Colombia por los españoles hacia mediados del siglo XVI (Patiño, 1969). En contraste, la avena no presenta referencias de introducción durante la dominación española (Patiño, 1969). Estos cereales se siembran en la región altoandina, entre los 1.800 a 3.200 m s. n. m., con intereses para la alimentación humana y animal, y para la producción de cerveza.

Actualmente, con las investigaciones realizadas en AGROSAVIA, enfocadas hacia la alimentación animal, la avena forrajera Altoandina se caracteriza por su buena producción de biomasa y relación hoja-tallo (Campuzano-Duque et al., 2020). Respecto a las cebadas forrajeras, se ha observado que sobresalen por su precocidad y buena producción de grano que ayuda a complementar la dieta de los animales. Finalmente, los trigos se caracterizan por su rusticidad y producción de grano.

Importancia del cultivo de cereales para la alimentación animal

El trópico alto colombiano se caracteriza porque produce más del 40% de la leche a nivel nacional. Esta producción de leche se concentra en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Nariño (Superintendencia de Industria y Comercio [SIC], 2021).

Una de las principales problemáticas en los sistemas ganaderos bovinos de altura es el déficit de forraje, asociado a factores como la variabilidad climática, las heladas, la sequía, las inundaciones, el inadecuado manejo de los pastos, la competencia por la tierra y la falta de implementación de planes de finca que permitan reconocer el requerimiento de forraje durante el año. La falta de forraje de calidad lleva a adquirir suplementos alimenticios que suben los costos de producción, lo cual se ha acrecentado luego de la pandemia de covid-19 y la actual guerra entre Rusia y Ucrania.

Una estrategia para mitigar el déficit de forraje y los altos costos de producción es el uso de cereales de grano pequeño, que tienen potencial para usarse como fuente de forraje para épocas críticas y como suplemento en la dieta de los animales (Castillo et al., 2019). Lo anterior permite mejorar o mantener la producción de manera sostenible y competitiva.

La producción de semillas de cereal de calidad requiere ser incluida dentro del plan de finca para apoyar la producción de forraje que permita cumplir con los objetivos productivos del año.

Principales características productivas y desarrollo fenológico de los cereales de grano pequeño

Avena (*Avena sativa*)

La *Avena sativa* es una especie de grano pequeño originaria en Asia Menor (Coffman, 1961; Murphy & Hoffman, 1992). En Colombia es utilizada para la alimentación animal (Campuzano et al., 2018). Algunos la utilizan para pastoreo directo y otros para realizar ensilaje o henolaje. El consumo de este recurso alimenticio permite cubrir los requerimientos de materia seca (MS) de los animales o servir como complemento al forraje de pastoreo para lograr un mejor balance de la ración (Enciso et al., 2021).

Actualmente el cereal más estudiado y utilizado por los productores para la alimentación animal es la *Avena sativa* y es utilizada para enfrentar épocas críticas de forraje y para suplementar la dieta de los animales (figura 2).



Figura 2. Avena forrajera. a. Cosecha de avena Altoandina; b. Avena Altoandina en estado de floración; c. Consumo de henolaje de avena Altoandia por el hato lechero de una finca en Lenguazaque (Cundinamarca).

La avena en Colombia ha sido clasificada como precoz, tardía e intermedia (tabla 1), en función del tiempo que se demora el cultivo en llegar a un estado fenológico de grano lechoso-pastoso, ideal para ensilar. Las avenas consideradas como precoces se caracterizan porque el tiempo de cosecha oscila alrededor de los 100 días después de la siembra, las avenas intermedias se cosechan cerca de los 135 días después de la siembra y las avenas tardías por encima de los 150 días después de la siembra. Es importante aclarar que los días para cosecha varían en función de las condiciones ambientales, incluyendo el suelo y el manejo agronómico del cultivo (Campuzano-Duque et al., 2022).

Tabla 1. Días para cosecha y tasa diaria de crecimiento de avenas precoces, intermedias y tardías, evaluadas en AGROSAVIA y usadas para la alimentación animal bovina del trópico alto colombiano en el estado de grano lechoso a pastoso

Avena	Días para cosecha	TDC (kg MS/ha/día)	Variedad
Precoz	90-110	30-50	Cayuse
Intermedia	120-140	52-67	Altoandina
Tardía	140-160	67-80	Everleaf

TDC: tasa diaria de crecimiento. MS: materia seca.

Fuente: Elaboración propia

Variedades de avena registradas en Colombia

A continuación, en la tabla 2 se indican las variedades de avena reportadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales.

Tabla 2. Variedades de avena consignadas en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA*

Variedad	Creador	Adaptación
ICA Cajicá	ICA	2.200-3.000 m s. n. m.
ICA Soracá	ICA	2.500-3.000 m s. n. m.
Obonuco Avenar	Corpoica e ICA	Nariño 2.400-3.200 m s. n. m.
Altoandina	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y AGROSAVIA	Región andina-altiplano cundiboyacense y nariñense

* Consultado en mayo de 2023.

Fuente: ICA (2023)

Sin embargo, la literatura reporta otras variedades en los años sesenta, como ICA Bacatá, ICA Gualcalá e ICA Soracá (Enciso et al., 2021). Además, en Colombia las casas comerciales importan otras avenas, como Wizard, Cayuse, Everleaf, Dorada y Green Máster, las cuales son utilizadas para alimentación animal.

Cebada (*Hordeum* sp.)

La domesticación de la cebada ocurrió en la creciente fértil de Israel-Jordania (Harlan & Zohary, 1966; Badr et al., 2000), y es de gran importancia para la alimentación humana y animal. En Colombia, la mayor producción de cebada con fines cerveceros ocurrió en el año de 1979 con una producción de 136.6 t (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya [Fenalce], 2023), pero a partir de la globalización del año 1991 la producción cayó significativamente y llegó a valores de 4,89 t en el 2023 (Fenalce, 2023).

Esta gramínea se clasifica según el número de hileras de granos en cebadas de dos y seis carreras (figura 3). Las cebadas de seis carreras tienden a ser más precoces y altas que las cebadas de dos carreras (AGROSAVIA, 2023).



Fotos: Javier Castillo y Edgar Mancipe

Figura 3. Cebada con dos carreras (izquierda) y seis carreras (derecha)

Algunos países como México reportan el uso de cebada sin aristas para la alimentación animal (González et al., 2021), ya sea para pastorear en el estado de embuchamiento, para ensilar en el estado de grano lechoso a pastoso o para cosechar el grano y molerlo para incluirlo en la dieta de los animales (figura 4). Los materiales de cebada del Banco de Germoplasma evaluados por AGROSAVIA han presentado en promedio una tasa diaria de crecimiento (TDC) de entre 30 y 50 kg de ms/ha por día (tabla 3).



Fotos: Javier Castillo

Figura 4. Cultivares de cebada con potencial forrajero en el altiplano cundiboyacense. a. Cebada en estado de floración; b. Espigas de cebada en estado de grano lechoso-pastoso; c. Cultivar de cebada próximo para cosecha de grano.

Tabla 3. Días para cosecha y TDC promedio de cebadas y trigos pertenecientes al Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura (SBGNAA), con potencial para alimentación animal bovina del trópico alto colombiano, en estado de grano lechoso a pastoso, evaluados en el CI Tibaitatá

Especie	Días para cosecha	TDC (kg MS/ha/día)
Cebada	90-110	30-50
Trigo	120-140	46-60

TDC: tasa diaria de crecimiento. MS: materia seca.
Fuente: Elaboración propia

Variedades de cebadas registradas en Colombia

En el año 1952, la variedad Funza era la más común para la producción de cerveza en Colombia. En 1962, en la sabana de Bogotá, se lanzaron las variedades de cebada ICA-124 y Galeras (Zapata Belalcázar, 1969). Actualmente, la semilla Explorer es usada para la producción de cerveza industrial. En la tabla 4 se mencionan las variedades que se encuentran en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales.

Tabla 4. Materiales de cebada consignados en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA*

Variedad	Creador	Adaptación
Voyager	ICA y Bavaria	Altiplano cundiboyacense
Funza	ICA y Bavaria	1.900-3.200 m s. n. m.
FNC Cuchuco 163	Fenalce	Altiplano cundiboyacense
FNC Cuchuco 166	Fenalce	Altiplano cundiboyacense
Galeras	ICA y Bavaria	2.200-3.000 m s. n. m.
ICA Surbatá	ICA	2.400-2.800 m s. n. m.
ICA Tibaná	ICA	2.400-2.800 m s. n. m.
ICA Yanala	ICA	2.200-3.000 m s. n. m.
Mochaca	Agrofomento S. A.	2.600-3.000 m s. n. m.
Tibitó	Agrofomento S. A.	2.100-3.100 m s. n. m.
Unagro V PM6	Universidad Nacional	2.200-2.800 m s. n. m.
V124	ICA y Procebada	2.500-2.900 m s. n. m.
Quibenras	Malterías de Colombia e ICA	2.600-3.000 m s. n. m.

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Variedad	Creador	Adaptación
Facianar Esperanza	Universidad de Nariño	2.000-3.000 m s. n. m.
FNC Maltera 5	Fenalce	Altiplano cundiboyacense
FNC Maltera 2	Fenalce	Altiplano cundiboyacense
Metcalfe	Bavaria S. A.	Altiplano cundiboyacense
Explorer	Bavaria & Cía. S. C. A.	Altiplano cundiboyacense

*Consultado en mayo de 2023.

Fuente: ICA (2023)

Trigo (*Triticum aestivum*)

El trigo es originario de la creciente fértil de Medio Oriente que se extiende desde Jordania, Palestina y Líbano hasta Siria, Turquía, Irak e Irán (Harlan & Zohary, 1966). En Colombia, el trigo tuvo su época dorada entre 1920 y 1960, cuando se realizaron trabajos de mejoramiento genético a nivel nacional. La mayor producción de trigo se evidenció en el año 1960 con una producción total de 142 t (Fenalce, 2023). Sin embargo, la apertura económica condujo a una transformación en la economía nacional, lo que afectó la producción y el mejoramiento de nuevas variedades.

En el informe de AGROSAVIA (2023), se han identificado materiales de trigo con aristas y sin aristas (figura 5). La altura promedio de los trigos evaluados en AGROSAVIA varía desde los 70 hasta los 145 cm. El tiempo para cosechar el grano está por encima de los 150 días después de la siembra y requiere densidades de siembra superiores a la avena y la cebada.

Las tasas diarias de crecimiento de los trigos del Banco de Germoplasma variaron entre 40 y 60 kg de MS/ha por día. Es importante considerar que la semilla de trigo del Banco de Germoplasma evaluada en AGROSAVIA puede presentar latencia, es decir, dificultad para germinar por las condiciones propias de la semilla o por las condiciones ambientales.



Fotos: Javier Castillo

Figura 5. Cultivares de trigo con potencial forrajero. a. Trigo con buena relación de hoja-tallo; b. Trigo en estado de floración; c. Cultivar de trigo sin arista.

Variedades de trigo registradas en Colombia

Las variedades destacadas entre los años 1929-1960 son Picota, Bola y Diacol Nariño. En 1952 se lanza la variedad mejorada Menkemen. Entre 1961 y 1990 se lanzan las variedades Bónza, Crespo, Tota, Tiba, Napo, Miramar, Yuriya, Sugamuxi y Samacá. Entre 1991 y 2000 se lanzaron las variedades Tenza, Hunza, Bochica, Yacuanquer, Gualmatán, Achalay, Obonuco Sequía 96 y Obonuco Sureño 97. Sobresalen las variedades Bochica e ICA Hunza, que son resistentes a la roya amarilla (Álvarez Sánchez & Chávez, 2017). En la tabla 5 se mencionan las variedades que se encuentran en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales.

Tabla 5. Materiales de trigo consignados en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales del ICA*

Variedad	Creador	Adaptación
Bochica	ICA	Altiplano cundiboyacense, 2.400-2.800 m s. n. m.
Bónza 63	ICA	2.400-2.700 m s. n. m.
Crespo 63	ICA	2.400-2.800 m s. n. m.
Facianar Promesa	U. de Nariño	Nariño, 2.000-3.000 m s. n. m.
FNC Galeras	Fenalce	Andina, mayor a 2.200 m s. n. m.
FNC Fénix	Fenalce	Andina, mayor 2.200 a m s. n. m.
FNC Tundama	Fenalce	Altiplano cundiboyacense, mayor a 2.500 m s. n. m.
ICA Achalay	ICA	Nariño, mayor a 2.400 m s. n. m.
ICA Engativá	ICA	2.200-2.800 m s. n. m.
ICA Gualmatán	ICA	Nariño, 2.000-3.000 m s. n. m.
ICA Hunza	ICA	Altiplano cundiboyacense, 2.200-2.800 m s. n. m.
ICA Samacá	ICA	2.300-2.700 m s. n. m.
ICA Sugamuxi	ICA	2.300-2.700 m s. n. m.
ICA Susata	ICA	2.200-2.800 m s. n. m.
ICA Tenza	ICA	Altiplano cundiboyacense, 2.400-2.900 m s. n. m.
ICA Yacuanquer	ICA	Mayor a 2.600 m s. n. m.
ICA Yuriya	ICA	2.200-2.700 m s. n. m.
ICA Zipa 68	ICA	2.300-2.700 m s. n. m.

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Variedad	Creador	Adaptación
Icata	ICA	2.000-3.000 m s. n. m.
Miramar 64	ICA	2.400-2.800 m s. n. m.
Napo 63	ICA	2.500-3.000 m s. n. m.
Obonuco Obando 98	ICA, Corpoica y Fenalce	Altiplano de Nariño
Obonuco Sequía 96	ICA, Corpoica y Fenalce	Altiplano de Nariño
Tiba 63	ICA	2.200-2.700 m s. n. m.
Tota 63	ICA	2.200-2.700 m s. n. m.

* Consultado en mayo de 2023.
Fuente: ICA (2023)



