

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Avena Forrajera Altoandina

Altoandina:
nueva variedad
de avena forrajera
para el trópico alto
colombiano

Luis Fernando Campuzano
Edwin Castro Rincón
Javier Castillo Sierra
Daniel Torres Cuesta

Pablo Antonio Cuesta Muñoz
Paola Andrea Portillo López
David Felipe Nieto Sierra
Dionicio Bayardo Yepes Chamorro



El campo
es de todos

Minagricultura

Luis Fernando Campuzano Duque

Investigador Ph.D. asociado.

AGROSAVIA, Centro de Investigación CI Libertad, Villavicencio.

Edwin Castro Rincón

Investigador Ph.D. AGROSAVIA,

Centro de Investigación CI Obonuco, Pasto

Javier Castillo Sierra

Profesional de apoyo a la investigación.

AGROSAVIA, Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera.

Daniel Torres Cuesta

Profesional de apoyo a la investigación.

AGROSAVIA, Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera.

Pablo Antonio Cuesta Muñoz

Investigador Ph.D. AGROSAVIA,

Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera.

Paola Andrea Portillo López

Profesional de apoyo a la investigación. AGROSAVIA,

Centro de Investigación Obonuco, Nariño.

David Felipe Nieto Sierra

Profesional de apoyo a la investigación.

AGROSAVIA, Centro de Investigación Obonuco, Nariño.

Dionicio Bayardo Yepes Chamorro

Investigador Master. AGROSAVIA, Centro de Investigación Obonuco, Nariño.

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Antecedentes

El pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov) es la gramínea predominante en los sistemas productivos lecheros del trópico alto colombiano. Esta especie es susceptible a la sequía, las heladas y al ataque de la chinche de los pastos (*Collaria* sp.), los cuales afectan la producción de biomasa y la calidad nutritiva de la pastura (Barreto, Osorio, & Ferreira, 2010). Aunado a esto, el kikuyo presenta altos contenidos de proteína cruda y bajos contenidos de carbohidratos solubles, que, unidos al manejo inadecuado de la fertilización y el pastoreo, limita la producción animal e incrementa la excreción de nitrógeno, lo que afecta la productividad de los sistemas de lechería especializada (Correa, Pabón, & Carulla, 2008). Por este motivo, es necesario evaluar recursos energéticos, como las avenas, que mejoren la fermentación ruminal y suplan los requerimientos de biomasa en épocas críticas.

Las variedades comerciales de avena utilizadas por los productores en Colombia son susceptibles al volcamiento, al ataque de la roya de la hoja (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) y la roya del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Erikss. y Henning), que reducen el rendimiento hasta en un 60% de biomasa y comprometen la calidad composicional (Campuzano et al., 2017). Los materiales comerciales usados actualmente presentan, además, floraciones tardías, superior a los 170 días (Cayuse), baja relación hoja: tallo (Avenar) y susceptibilidad a la roya (Cajicá y Cayuse), lo que resulta en menos ciclos de cultivo al año y, por ende, en una afectación en los costos de producción y la competitividad del sistema productivo de leche.

La evaluación y selección de nuevas especies forrajeras con atributos apropiados de producción y calidad es una estrategia segura y eficaz para mejorar la eficiencia de los sistemas de producción de leche en Colombia. En este sentido, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), en su plan estratégico, evaluó y seleccionó la avena forrajera Altoandina, y tuvo en cuenta las características de adaptación a las condiciones edáficas y climáticas de las principales zonas de ganadería de leche del país, con el fin de reducir la estacionalidad de la producción y mejorar la eficiencia en producción de leche en forma competitiva y sostenible. Además, este material puede conservarse en silos e incluirse en los sistemas de alimentación animal en las épocas de escasez del forraje.

Los atributos de Altoandina son: mayor producción de biomasa (20% superior en relación con las variedades comerciales Avena, Cajicá y Cayuse), mejor calidad nutricional (principalmente en su composición proteica), y resistencia al volcamiento y a la incidencia de la roya de la hoja y del tallo. Se espera que esta nueva variedad permita el incremento de la competitividad del sector lechero.

Origen de la variedad Altoandina

La variedad de avena forrajera Altoandina fue evaluada y seleccionada por AGROSAVIA como una alternativa de suplementación animal para los sistemas de producción de leche ubicados en las subregiones naturales de sabana de Bogotá, alto Chicamocha, valles de Ubaté y Chiquinquirá, y altiplano de Nariño, en el trópico alto colombiano.

Altoandina procede de un vivero latinoamericano de observación de enfermedades (VEOLA), del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, y fue introducida en el banco en 1992. Su genealogía es C7512-CPX/F₂ (312X227) 82-CS-636-Selección Tibaitatá, fue obtenida por el CIMMYT mediante el método genealógico y evaluada por Agrosavia en Colombia.



En el proyecto “Evaluación y selección de nuevas especies forrajeras para mejorar la eficiencia de los sistemas ganaderos de leche del trópico alto colombiano” se realizó la evaluación de 18 genotipos de avenas forrajeras introducidas de Nueva Zelanda y de los bancos de germoplasma de CIMMYT y de Agrosavia, a los cuales se les determinó la producción de biomasa para forraje y la respuesta en la alimentación animal, la calidad composicional y la resistencia a plagas y enfermedades en las dos subregiones de la zona andina: el altiplano cundiboyacense y nariñense.

De los 18 genotipos evaluados en ensayos previos, se seleccionaron dos materiales (AV25T y AV25S) con los cuales se conformó las pruebas de evaluación agronómica (PEA), que incluyó los tres testigos comerciales (Avenar, Cajicá y Cayuse). Las PEA se desarrollaron en ocho localidades ubicadas en la región andina, subregión natural del altiplano cundiboyacense y altiplano nariñense, durante el período 2016-2017. Los resultados permitieron escoger a la AV25T, por cumplir con los requisitos y atributos para una nueva variedad, con registro ICA, denominada como *Altoandina*, los cuales se describen a continuación.

Atributos de la variedad Altoandina

Floración y días a cosecha de forraje verde (crv): la avena Altoandina presenta un periodo de floración de 92 días en el altiplano cundiboyacense; y de 107 días, en el altiplano nariñense. Así mismo, presenta un periodo de cosecha de forraje verde de 132 días y 145 días para la primera y segunda subregión, respectivamente (tabla 1). Con base en estos valores, se considera una variedad de ciclo intermedio para floración y días a cosecha de forraje verde, en comparación con los valores observados en las variedades comerciales Avenar y Cajicá; y precoz, en comparación con la variedad más tardía, Cayuse. La diferencia en el desarrollo de la avena Altoandina en la ecorregión del altiplano nariñense se debe al efecto del clima generado por la mayor altitud y la menor temperatura.

El grado de precocidad de la avena Altoandina permite realizar el cultivo en los dos semestres agrícolas de las subregiones, con fechas de siembra de marzo y abril y de octubre y noviembre, en el primer y segundo semestre, respectivamente.

Altura de la planta y volcamiento: la avena Altoandina presenta una altura promedio de 108 cm en el altiplano cundiboyacense; y de 143 cm, en el altiplano nariñense. La mayor altura de planta observada en Nariño está asociada con las condiciones de clima (altitud y temperatura) y la relación con la floración (a mayor tiempo de floración mayor crecimiento y altura de planta). Uno de los principales atributos de la avena Altoandina es la resistencia al volcamiento. El nivel de volcamiento presentado por esta nueva variedad es del 3% en el altiplano nariñense, y del 7% en el altiplano cundiboyacense; a diferencia del volcamiento observado en las tres variedades comerciales, que presentaron valores superiores al 30% en las dos subregiones (tabla 2).

Tabla 1. Periodos (días)* de floración y cosecha de forraje verde de las variedades de avena forrajera evaluadas en ocho localidades y dos ecorregiones de Colombia, en el periodo 2016-2017

Variedad	Altiplano cundiboyacense		Altiplano nariñense	
	Floración	Cosecha	Floración	Cosecha
Altoandina	92 (88-95)	132 (119-129)	107 (103-114)	145 (111-165)
Avenar	74 (72-76)	91 (88-94)	93 (85-109)	111 (102-122)
Cajicá	70 (68-72)	89 (85-94)	93 (78-109)	110 (102-121)
Cayuse	134 (130-138)	163 (153-170)	134 (110-165)	166 (137-180)

*Promedio (intervalo entre localidades). Promedio de 16 observaciones

Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Altura de la planta (cm) y proporción de volcamiento (%)* de las variedades de avena forrajera evaluadas en ocho localidades y dos ecorregiones de Colombia, en el periodo 2016-2017

Variedad	Altiplano cundiboyacense		Altiplano nariñense	
	Altura	Volcamiento	Altura	Volcamiento
Altoandina	108 (84-124)	7 (0-10)	143 (120-157)	3 (0-13)
Avenar	130 (114-146)	32 (11-44)	143 (114-171)	31 (20-65)
Cajicá	135 (114-156)	42 (20-60)	148 (131-164)	31 (10-63)
Cayuse	129 (118-144)	83 (79-91)	153 (140-167)	69 (20-65)

*Promedio (intervalo entre localidades). Promedio de 32 observaciones

Fuente: elaboración propia

Incidencia a la roya de la hoja y del tallo: una de las principales bondades de la avena Altoandina es el nivel bajo de incidencia a la roya de la hoja y del tallo. En las condiciones de presión de inóculo natural en las subregiones cundiboyacense y nariñense, se presenta un nivel de incidencia baja, que no supera el 10% de la población, con síntomas y con una reacción tipo “resistente” para ambas royas. Las variedades comerciales presentan una incidencia alta de roya de la hoja y del tallo, especialmente la avena Cayuse, con una incidencia superior al 60% y una reacción tipo “susceptible” (tabla 3).

Tabla 3. Incidencia (%) de la roya de la hoja (*Puccinia coronata* f. sp. *avenae*) y del tallo (*Puccinia graminis* f. sp. *avenae*) de las variedades de avena forrajera evaluadas en ocho localidades y dos ecorregiones de Colombia, en el periodo 2016-2017

Variedad	Altiplano cundiboyacense		Altiplano nariñense	
	Roya de la hoja	Roya del tallo	Roya de la hoja	Roya del tallo
Altoandina	1-5 (R)	8-10 (R)	0-2 (R)	0-10 (R)
Avenar	10-60 (S)	15-30 (MS)	22-40 (S)	10-20 (MR)
Cajicá	20-80 (S)	25-35 (MS)	25-60 (S)	11-22 (MS)
Cayuse	60-80 (S)	30-60 (S)	30-70 (S)	15-30 (S)

R= reacción resistente; MR=reacción moderadamente resistente; MS=reacción moderadamente susceptible; S=reacción susceptible.

Fuente: elaboración propia

Rendimiento de materia seca y semilla: el rendimiento de materia seca de la avena Altoandina depende, principalmente, del régimen de precipitación y de la buena fertilización. En condiciones de humedad sin restricción, con un promedio de precipitación mayor de 500 mm desde la siembra hasta la cosecha, se obtiene un rendimiento de biomasa de 24,8 t/ha; 6,5 toneladas más que Avenar, 11 toneladas más que Cajicá y 4,9 toneladas más que Cayuse.

Cuando las condiciones de precipitación son menores a los 500 mm, el rendimiento obtenido es de 10,6 t/ha para la avena Altoandina, el cual es superior en 1,3 t/ha respecto a la Avenar, 6,7 t/ha respecto a Cajicá, y 2,5 t/ha respecto a Cayuse (tabla 4).

Para la producción de semilla comercial, la avena Altoandina presenta un rendimiento de 4,1 t/ha, similar a la Avenar, el cual representa media tonelada más de semilla en comparación con la Cajicá, y 2,4 toneladas más en relación con Cayuse (tabla 4).

Tabla 4. Producción de forraje verde (t/ha) y de semilla (t/ha)* de las variedades de avena forrajera evaluadas en ocho localidades y dos ecorregiones de Colombia, en el periodo 2016-2017

Variedad	Producción de materia seca (t/ha)		Semilla (t/ha)
	Precipitación > 500 mm	Precipitación < 500 mm	
Altoandina	24,8 (19,1-30,8)	10,6 (9,9-11,6)	4,1 (2,4-5,9)
Avenar	18,3 (10,3-24,1)	9,3 (8,1-11,0)	4,1 (2,6-6,5)
Cajicá	13,8 (5,7-17,0)	3,9 (5,7-7,0)	3,6 (2,7-4,5)
Cayuse	19,3 (16,2-21,8)	8,1 (5,6-8,1)	1,7 (1,3-2,2)

*Promedio (intervalo entre localidades).

Fuente: elaboración propia

Materia seca (MS), nutrientes digestibles totales (NDT), fibra en detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC): la avena Altoandina presenta una proporción de materia seca de 33%, superior en más del 4% en el estado de grano lechoso a pastoso, a las variedades comerciales Avenar, Cajicá y Cayuse. Además, muestra valores superiores de proteína y similares de NDT y FDN respecto a las variedades comerciales (tabla 5). Las características composicionales sugieren un mayor aporte de nutrientes al incorporar este material dentro de los sistemas de alimentación de rumiantes en sistemas ganaderos.

Tabla 5. Proporción de materia seca, nutrientes digestibles totales (NDT), fibra en detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC)* de las variedades de avena forrajera evaluadas en ocho localidades y dos ecorregiones de Colombia, en el periodo 2016-2017

Variedad	Composición (%)			
	MS	NDT	FDN	PC
Altoandina	33	51	57	7,5
Avenar	29	51	56	4,8
Cajicá	27	50	57	4,2
Cayuse	28	51	62	5,3

*Promedio de 32 observaciones.

Fuente: elaboración propia

Recomendaciones de manejo de la avena forrajera Altoandina

Preparación de suelo: previo a la siembra, se recomienda realizar el análisis de suelo para conocer los niveles de fertilidad. En aquellos con pH extremadamente ácidos, se aconseja la aplicación de enmiendas, principalmente con cal, para asegurar la buena disponibilidad de nutrientes. El lote debe tener condiciones favorables de drenaje, porosidad y, en lo posible, deben ser preparados con labranza vertical, utilizando el cincel rígido que ofrece efectos benéficos en la descompactación y mejoras en la profundidad efectiva del suelo superior a 30 cm. Además, se sugiere utilizar maquinaria que permita realizar la siembra adecuadamente.

Semilla: debe tenerse en cuenta que la semilla de avena posee un periodo de latencia o dormancia de seis meses. Por esta razón, el reposo durante este periodo de tiempo, en condiciones apropiadas de temperatura y humedad, permitirá obtener una semilla con germinación superior al 85%. Se recomienda realizar la siembra previa al inicio del periodo de lluvias. Las buenas prácticas de siembra, que incluyen la preparación del terreno y la fertilización adecuada, garantizan un adecuado establecimiento del cultivo.



Densidad de siembra: para la producción de forraje se recomienda realizar la siembra de 80 kg/ha de semilla, y para la producción de semilla se recomienda 60 kg/ha, con un porcentaje de germinación y de pureza superior al 85%. Si la siembra se hace en épocas de sequía, se recomienda la aplicación de riego, principalmente en el momento de la siembra, con el fin de garantizar la germinación y la emergencia del cultivo. El periodo de floración es una etapa crítica que requiere buena humedad.

Profundidad de la siembra: se recomienda hacer la siembra a una profundidad de máximo 2 cm (la semilla no puede quedar descubierta); siembras a una profundidad superior a 5 cm ocasionan una pobre emergencia. Además, se puede hacer al voleo o con sembradoras de precisión.

Fertilización: de acuerdo con los resultados del análisis de suelo, se debe considerar la absorción de nutrientes del cultivo y la oferta del suelo; sin embargo, en el Centro de Investigación Tibaitatá, para obtener una producción de 30 t/ha de MS, es aconsejable garantizar al cultivo 150 kg/ha de nitrógeno (N), 90 kg/ha de fósforo (P_2O_5) y 30 kg/ha de potasio (K_2O). El nitrógeno y el potasio deben ser aplicados de manera fraccionada en tres etapas del cultivo: al momento de la siembra (40%), en el estado de macollamiento (30%) y en el estado de inicio de floración (30%). Se recomienda aplicar el fósforo, en su totalidad, al momento de la siembra.

Manejo de arvenses: se recomienda la aplicación de herbicidas cuando la siembra se realiza en un lote proveniente de kikuyo. Generalmente, cuando la planta inicia el estado de macollamiento, se presentan arvenses de hoja ancha, por lo que se aconseja la aplicación de herbicidas de hoja ancha.

Cosecha: cuando el 70% del cultivo se encuentra en el estado de grano lechoso a pastoso, se debe realizar la cosecha del cultivo. Este debe ser monitoreado periódicamente para identificar el estado óptimo de cosecha. Si se hace antes del punto óptimo, el porcentaje de humedad en el cultivo es alto, lo que arriesga la calidad del silo, mientras que si se cosecha tardío, disminuye la calidad nutricional del material.

Utilización de la avena forrajera Altoandina en alimentación de vacas lecheras

El cultivo de la avena forrajera se puede utilizar como cultivo trampa para la siembra de especies como ryegrass y alfalfa, y para la renovación de las praderas degradadas. Además, este cultivo es una estrategia para enfrentar la estacionalidad o suplementar los sistemas de alimentación de la ganadería. La suplementación con silo de avena Altoandina presenta una ganancia en la producción de leche de 7 l/vaca/día, al pasar de 15 l/vaca/día, con una oferta de kikuyo, a 22 l/vaca/día con kikuyo, más 35% de silo de avena (tabla 6). Otro indicador de importancia es la reducción del área de pastoreo entre 27 y 42%, lo cual permite mejorar la eficiencia del pastoreo o incrementar la capacidad de carga de la finca.

Tabla 6. Producción de leche de animales suplementados con ensilaje de avena Altoandina en un sistema de lechería en Tibasosa

Variable	Pradera	Pradera + suplemento	Pradera + 35% de silo de avena	Pradera + 70% de silo de avena
Leche (l/vaca/día)	15	20,5	22	21,7
Cambio peso (kg/vaca/día)	-0,5	0	0,1	0,25

Fuente: elaboración propia

En otro experimento, la inclusión de ensilaje de avena no modificó la producción diaria de leche. Sin embargo, sí disminuyó la excreción de nitrógeno ureico en la leche (NUL), lo que se asocia al balance adecuado de la dieta y a la disminución en el impacto sobre el ambiente al reducir la excreción de nitrógeno.

En conclusión, el beneficio de la suplementación con ensilaje de avena Altoandina fue incrementar la producción de leche, disminuir el área de pastoreo y reducir los niveles de NUL, lo que mejora la eficiencia del sistema de alimentación y disminuye el impacto en el ambiente.

Ventajas de la variedad Altoandina

- Es una variedad con hábito de crecimiento semierecto, con precocidad intermedia (99 días a floración y 133 días a cosecha de forraje verde). Sobresale sobre las variedades comerciales (Avenar, Cajicá y Cayuse) por la resistencia a la roya de la hoja y del tallo, y la resistencia al volcamiento en las condiciones de clima de las subregiones cundiboyacense y nariñense.
- Presenta un rendimiento de forraje verde de 75 t/ha en condiciones de buena precipitación (mayor a 500 mm), y de 32 t/ha en condiciones de menor precipitación (menor a 500 m), lo que representa un incremento del rendimiento que varía entre 10 y 20% respecto a las variedades comerciales (Avenar, Cajicá y Cayuse). La calidad del forraje de esta variedad sobresale por el alto contenido de proteína cruda de 7,5%, que es superior en más de dos puntos porcentuales a las variedades comerciales.
- La suplementación con silo de avena Altoandina presenta una ganancia en la producción de leche de 7 l/ha, al pasar de 15 l/vaca/día, solo con pradera, a 22 l/vaca/día con pradera más 35% de silo de avena Altoandina. Otro indicador de importancia es la reducción del área de pastoreo entre 27 y 42%, lo cual permite mejorar la eficiencia del pastoreo o incrementar la capacidad de carga de la finca.
- Para la producción comercial de semilla, Altoandina tiene la ventaja de presentar un rendimiento de grano de 4,1 t/ha, considerado alto, y un rendimiento superior al obtenido por Cajicá y Cayuse.

Agradecimientos

La investigación fue financiada por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Los autores hacen un reconocimiento especial al investigador, Antonio Bolaños, por la selección y evaluación inicial de la variedad Altoandina. Además, agradecen a Luis Carlos Arreaza, Leonardo Sánchez, Juan Carlos Benavidez, Luis Orlando Albarracín y Gustavo García, por el apoyo en la realización de los ensayos experimentales; y, finalmente, a Juan Vargas, por la revisión del documento.



Referencias

- Barreto, N., Osorio, P., & Ferreira, P. (2010, junio). *Primer registro de complejo de chinches (Hemiptera: Miridae) asociadas a pastos en la Sabana de Bogotá*. Ponencia presentada en XXXVII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología Socolen. Bogotá, Colombia.
- Campuzano, L. F, Castro, E., Castillo, J., Torres, D., Nieto, D., & Portillo, P. (2017). *Evaluación agronómica de dos genotipos de avena forrajera (AV25-ST y AV25-SS) para la región andina, subregión natural del altiplano Cundiboyacense y altiplano de Nariño, 2016-2017* (Informe Técnico Final). Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
- Correa, H. J., Pabón, M. L., & Carulla, J. E. (2008). Valor nutricional de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión): I – Composición química y digestibilidad ruminal y posruminal. *Livestock Research for Rural Development*, 20(4). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>

Avena forrajera altoandina / Luis Fernando Campuzano Duque [y otros siete] -- 1ª reimpresión --
Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

16 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN obra impresa:978-958-740-366-4

ISBN E-book: 978-958-740-367-1

1. Gramíneas forrajeras 2. Alimentación del ganado 3. Suplementos alimentarios 4. Rendimiento del forraje 5. Manejo del cultivo.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Más información:

Departamento de Desarrollo de Negocios

Correo: productos@agrosavia.co

Línea de atención nacional gratuita: 01 8000 12 15 15

www.agrosavia.co

ISBN: 978-958-740-366-4



9 789587 403664