AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

GA-G-34 Toma de muestras de recursos forrajeros para análisis de la composición química utilizando la tecnología NIRS

GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA

Departamento de Laboratorios de Investigación Y Servicios
Laboratorio de Química Analítica

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVO 3
3. ABREVIATURAS 3
4. DEFINICIONES 4
5. CONTENIDO 5
6. BIBLIOGRAFÍA y/o REFERENCIAS 19
7. DOCUMENTOS RELACIONADOS CON LA GUÍA 19
8. DISPOSICIONES GENERALES EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 19
9. ANEXOS 20
10. CONTROL DE CAMBIOS 20

1. INTRODUCCIÓN

El análisis NIRS de forrajes es un servicio rápido y confiable para la determinación de la composición química de recursos forrajeros del trópico, mediante el uso de la espectrometría NIR (Near Infrared Spectroscopy – Espectroscopia de Infrarrojo Cercano).

A través del análisis por NIRS se obtienen resultados de materia seca a 105 °C, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, FDN, FDA, lignina, almidón y carbohidratos solubles.

La técnica de espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS, por sus siglas en inglés) se fundamenta en el desarrollo de ecuaciones basadas en miles de análisis químicos realizados a diferentes materiales forrajeros del país, permitiendo reemplazar los métodos químicos tradicionales que son costosos y demorados, por esta tecnología que es ágil, económica y ambientalmente amigable para tener resultados oportunos y tomar decisiones en campo de forma efectiva.

El uso de la tecnología NIRS para el análisis de la composición química de los forrajes tiene los siguientes beneficios:

- Permite determinar de forma rápida la composición química de los recursos forrajeros de la biodiversidad del trópico.
- Una muestra es suficiente para obtener información de múltiples valores químicos relacionados con la calidad del recurso forrajero.
- Permite determinar cambios en composición del forraje por efecto de tipo, edad y/o factores agroclimáticos.
- Comparado con las técnicas de química húmeda, disminuye costos, reduce el tiempo de análisis y es ambientalmente amigable.

2. OBJETIVO

Establecer las pautas generales sobre las técnicas para tomar muestras representativas de recursos forrajeros que cumplan con las condiciones óptimas para la determinación de la composición química utilizando la tecnología NIRS.

3. ABREVIATURAS

NIRS: Near Infrared Spectroscopy – Espectroscopia de Infrarrojo Cercano.
FDA: Fibra detergente ácido.
FDN: Fibra detergente neutro.
°C: Grados Celsius.

cm: centímetro.
m: metro.
m^2: metro cuadrado.
%: porcentaje.
km: kilómetro
kg FV/m^2: kilogramos de forraje verde por metro cuadrado

4. DEFINICIONES

AFORO: cuantificación de masa forrajera en un área determinada; generalmente se expresa como kg FV/m^2.

CÓDIGO QR: código de barras bidimensional cuadrado que puede almacenar datos codificados. La mayoría de las veces es un enlace a un sitio web (URL).

FORRAJE: material vegetal (principalmente hojas y tallos de plantas) que consume el ganado en pastoreo. Históricamente, el término forraje se ha referido solo a las plantas que los animales comen directamente como pastos, residuos de cultivos o cultivos de cereales inmaduros, pero también se usa de manera más flexible para incluir plantas similares a estas, cortadas para forraje, y llevadas a los animales, especialmente como heno, henolaje o ensilaje. (Fageria, 1997).

GRAMÍNEAS: son plantas herbáceas angiospermas monocotiledóneas, pertenecientes a la familia de las poáceas (Poaceae), que se caracterizan por tener tallos cilíndricos y huecos y presenta nudos donde brotan hojas alternas; las flores, en forma de panojas o espigas, contienen granos. Presentan características únicas que le permiten adaptarse a las diferentes condiciones de los terrenos y a los diversos climas en los que se establecen. Su apariencia depende del tipo de crecimiento: rastrero, semierecto, erecto de porte bajo, erecto de porte alto y erecto para grano.

LEGUMINOSAS: son plantas de la familia Fabaceae o Leguminosae con una gran variabilidad morfológica, que incluyen plantas herbáceas o leñosas (árboles y arbustos). La mayoría de las especies son fácilmente reconocidas por el fruto tipo legumbre y las hojas compuestas y estipuladas, con algunas excepciones (p. ej. Bauhinia variegata). Las leguminosas, en las raíces, tienen estructuras llamadas nódulos, que interactúan con bacterias del género *Rhizobium* para fijar nitrógeno atmosférico al suelo y, posteriormente, almacenarlo en las hojas en forma de proteína; también presentan metabolitos secundarios que pueden producir efectos funcionales en el animal.

MASA FORRAJERA: definida como el peso seco del total del forraje producido por unidad de área en un momento específico, cortado a un nivel de referencia determinado, por lo general, a nivel del suelo (Allen et al., 2011).

MUESTRA REPRESENTATIVA: subgrupo o subconjunto representativo de la población, seleccionada por algún método de muestreo. (ICONTEC, 2002).

5. CONTENIDO

A continuación, se explica el procedimiento que debe seguir para realizar de forma apropiada la colecta de muestras representativas de forrajes frescos y conservados en finca, el registro de la información asociada al origen y características del forraje en la plantilla diseñada por AGROSAVIA y, finalmente, el protocolo de empaque de las muestras que serán enviadas al Laboratorio de Química Analítica para análisis de la composición química utilizando la tecnología NIRS.

5.1. Materiales, herramientas y formatos

Los materiales mínimos necesarios para la toma de muestras de recursos forrajeros para análisis de la composición química utilizando la tecnología NIRS son:

Tabla 1. Materiales requeridos para la toma de muestra de recursos forrajeros

Ítem	Material	Recomendación
1	Formato de solicitud de análisis. GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios-NIRS"	Diligenciar según lo dispuesto en el numeral 5.3 de este documento.
2	Cuchillo, machete o tijeras para cortar	De acero inoxidable, con el fin de que esté libre de óxido (contaminación por hierro).
3	Metro o regla	Unidad de medida en centímetros.
4	Balanza	Propiedad del productor, preferiblemente calibrada o verificada
5	Cuadro para aforos	Utilice el cuadro recomendado según el tipo de crecimiento de forraje: • Crecimiento rastrero y semierecto: cuadro de 50 cm x 50 cm con área de 0.25 m^2.

		• Crecimiento erecto porte alto: cuadro de 1 m x 1 m con área de 1 m^2.
6	Bolsa para empacar las muestras	Utilice la bolsa biodegradable exclusiva para forrajes enviada por AGROSAVIA (Figura 11)
7	Marcador o esfero	Tinta permanente.
8	Guantes	Deben estar limpios.

5.2. Obtenga una muestra representativa del forraje que consumen sus animales para enviar al laboratorio.

Para realizar este paso, AGROSAVIA dispone de los siguientes videos guía. Por favor, observe y siga el procedimiento que más se ajuste a su necesidad.

Video 1: ¿Cómo recolectar una muestra representativa de gramíneas de crecimiento erecto de porte alto?

Video 2: Reconocer que le está ofreciendo a sus animales en un sistema silvopastoril

Video 3: ¿Cómo recolectar una muestra representativa de un sistema silvopastoril en ladera?

Video 4: ¿Cómo recolectar una muestra representativa de flores y frutos de árboles?

Video 5: ¿Cómo recolectar una muestra representativa de heno?

Video 6: ¿Cómo recolectar una muestra representativa de henolaje?

Video 7: ¿Cómo recolectar una muestra representativa de ensilaje?

5.3. Registro de la información de las muestras de forraje en formato Excel de AGROSAVIA

Al momento de realizar la colecta de la muestra de forraje, se debe registrar la información requerida en el formato GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios- NIRS". Para su correcto diligenciamiento, puede guiarse observando el video 8.

Video 8: ¿Cómo diligenciar el formato Excel?

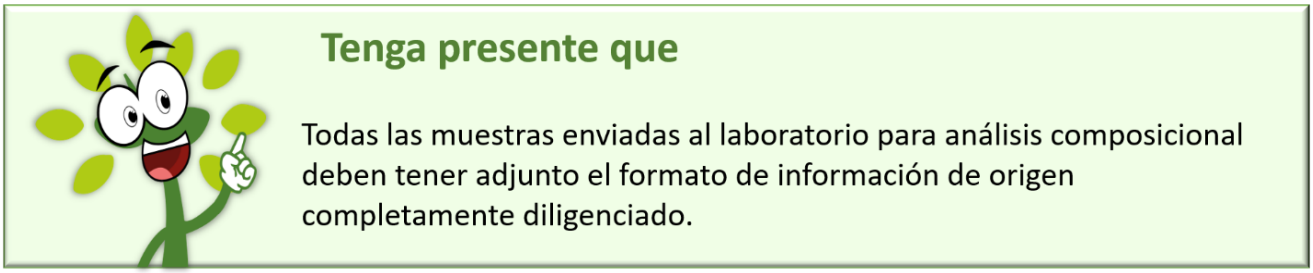


Figura 1. Diligenciar la información de origen de la muestra

Dando uso al formato GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios – NIRS"), la información se debe diligenciar de la siguiente forma:

NOTA: el formato GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios- NIRS" debe ser descargado de la intranet de Agrosavia para su respectivo diligenciamiento.

5.3.1 Información del cliente

Puntos 7 a 11. Nombre del usuario, cédula o NIT, dirección, teléfono y correo electrónico. Asegúrese de diligenciar correctamente esta información, ya que con estos datos será creado su usuario en AlimenTro para consulta de resultados (Columnas G a K del formato GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios – NIRS").

5.3.2 Información de la muestra

Punto 12. Identificación de la muestra: código asignado por el usuario (Columna L del formato).

Puntos 13 a 18. Ubicación donde fue tomada la muestra de forraje:

- Departamento, municipio, vereda y finca (Columnas M a P del formato).
- Georreferenciación y altura sobre nivel del mar (Columna Q y R del formato).

Si se encuentra en la finca y tiene cobertura de internet, consulte estos datos así:

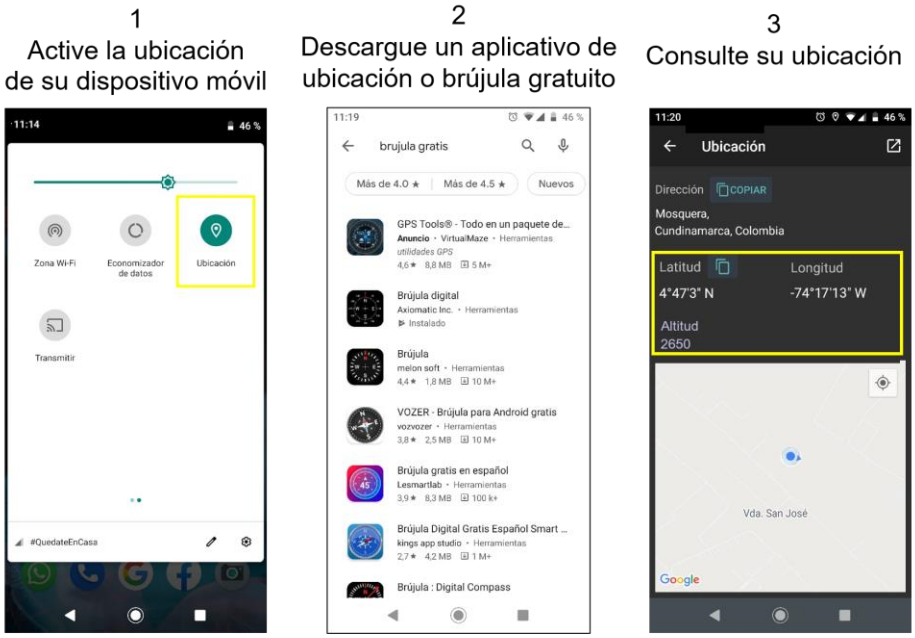


Figura 2. Guía para consulta de georreferenciación en fincas con acceso a internet

Si en la finca no tiene cobertura de internet, utilice Google Maps o Google Earth para ubicar la finca y consultar los datos.

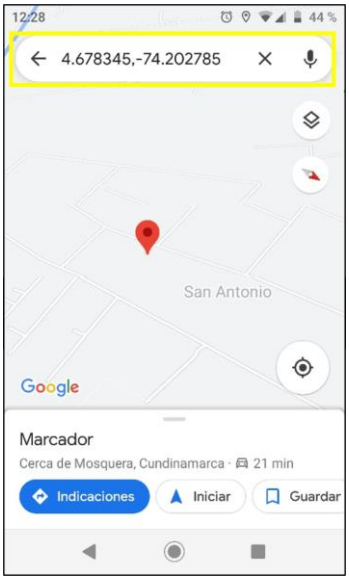


Figura 3. Guía para consulta de georreferenciación en fincas sin acceso a internet

Puntos 19 a 23. Condiciones Agroclimáticas:

- Topografía y textura del suelo (Columnas S y T del formato).
- Fecha, hora y época de recolección (Columnas U a W del formato).

Puntos 24 y 25. Condiciones de manejo:

- Sistema productivo (carne, leche o doble propósito de bovinos, ovinos, caprinos): hace referencia al sistema productivo al cual se le está ofreciendo el forraje que envía para análisis de calidad. (Columna X del formato).
- Aplicación de fertilizantes: si aplica fertilizantes, mencione cuales usa y la dosis de aplicación. (Columna Y del formato)

Puntos 26 y 27. La especie presente en la muestra (Nombre común y nombre científico). Si la muestra presenta más de una especie, digite en estos campos la especie predominante. (Columnas Z y AA del formato).

Al dar clic sobre la celda “Nombre común”, el formato lo direccionará a un listado guía de nombres comunes y científicos de especies forrajeras.

Punto 28. Variedad, genotipo o cultivar, si aplica. (Columna AB del formato).

Punto 29. Si la muestra es una mezcla de forrajes, indique el porcentaje de cada uno (por ejemplo: Kikuyo 70 % - Trébol blanco 30 %). (Columna AC del formato). Ver video 9

Video 9: Reconocer que le está ofreciendo a sus animales en praderas asociadas

Punto 30. Presentación de la muestra como es suministrada a los animales: la muestra debe enviarse de la misma forma como es suministrado a los animales. (Columna AD del formato).

Fresco

Henolaje

Heno

Ensilaje

Peletizado

Figura 4. Tipos de presentación de la muestra

Punto 31. Origen de la muestra: en el caso de ensilaje, henolaje o heno debe indicar si fue cultivado en finca o adquirido. (Columna AE del formato)

Figura 5. Origen de la muestra

Punto 32. Tiempo de almacenaje del ensilaje, henolaje, heno (en días): es el tiempo desde el momento de elaboración del forraje conservado hasta la toma de la muestra para análisis. (Columna AF del formato).

Punto 33. Parte de la planta: depende del estado fisiológico de la planta (ver Figura 6). (Columna AG del formato).

Figura 6. Ejemplos de parte de la planta

Punto 34 y 35. Altura de la planta y altura de corte: realice las dos mediciones y reporte en centímetros (ver Figura 7 y Figura 8). (Columnas AH y AI del formato).

Figura 7. Medición de la altura de la planta y altura de corte

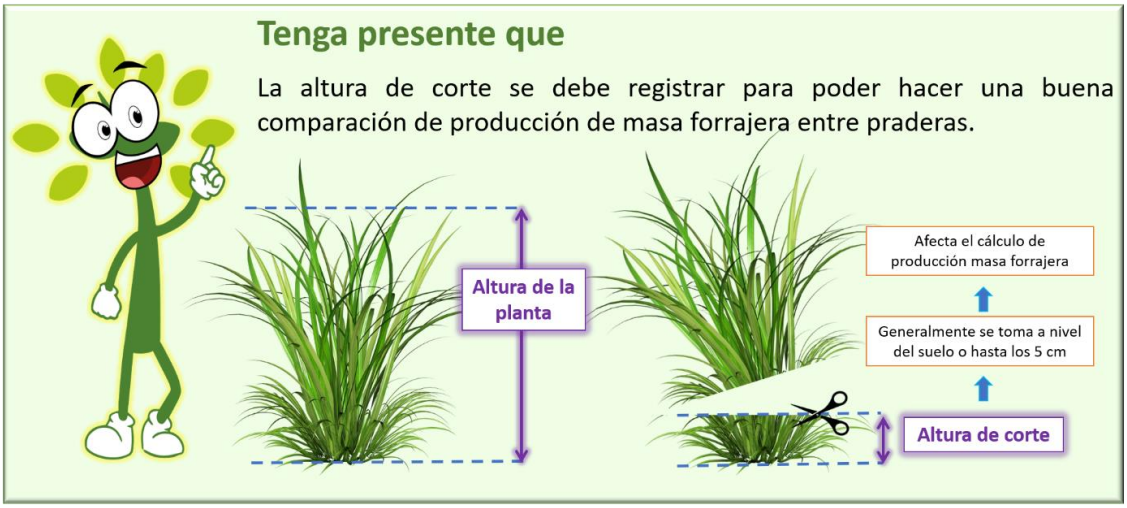


Figura 8. Importancia de medir la altura de la planta y altura de corte

Punto 36. Edad de corte, poda o pastoreo (en días): tenga en cuenta el tiempo de rotación de la pastura para identificar la edad de rebrote de los forrajes. (Columna AJ del formato).

Para identificar la edad de corte, poda o pastoreo en especies leñosas se puede guiar con el siguiente video.

Video 10. ¿Cómo identificar la madurez en el forraje de especies leñosas?

Punto 37. Masa forrajera [Aforo (kg FV/m²)]: para calcular la masa forrajera de pradera que desea evaluar, AGROSAVIA dispone de los siguientes videos guía. Por favor, observe y siga el procedimiento que más se ajuste a su sistema productivo (Columna AK del formato).

Video 11: ¿Cómo calcular la masa forrajera de gramíneas de crecimiento erecto de porte alto?

Video 12: Reconocer que le está ofreciendo a sus animales en praderas asociadas

Video 13: ¿Cómo calcular la masa forrajera de árboles y arbustos forrajeros?

A continuación, encontrará un ejemplo práctico y un formato descargable como herramientas para estimar la masa forrajera y composición botánica de sus potreros.

Si su finca cuenta con arreglos silvopastoriles que incluyan especies forrajeras leñosas, descargue el siguiente formato:

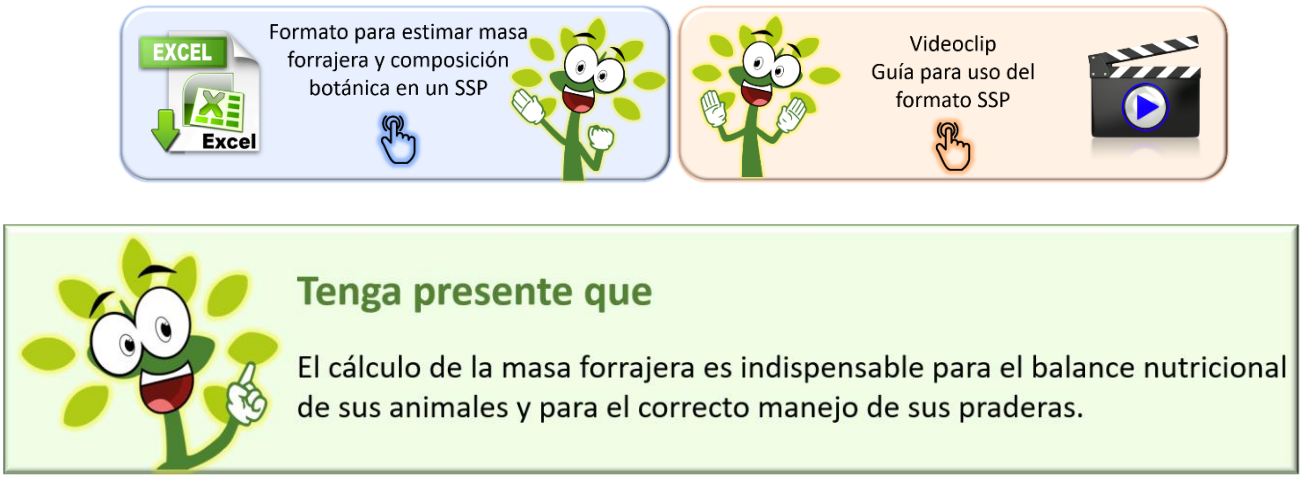


Figura 9. Importancia del cálculo de masa forrajera

5.4. Empaque de la muestra para envió al laboratorio.

Para realizar este paso de manera correcta asegúrese de:

a. Realizar la homogeneización y cuarteo del forraje colectado, con el fin de obtener una muestra de forraje representativa de la pradera.

Figura 10. Homogenización y cuarteo de la muestra

b. Utilizar el empaque exclusivo para forrajes, el cual está compuesto por: 1. **Bolsa externa**, la cual garantiza la conservación de las propiedades físicas y químicas del forraje durante los procesos de embalaje y transporte hasta su llegada a la recepción del laboratorio de AGROSAVIA, y 2. **Bolsa interna**: especial para el proceso de secado.

Figura 11. Empaque exclusivo para forrajes

Nunca separe las bolsas, estas cuentan con un código que asegura la trazabilidad de la muestra

Tenga presente que

Si la muestra de forraje está muy húmeda porque está en época de lluvias, se recomienda retirar el exceso de agua utilizando papel absorbente, para evitar que crezcan hongos durante el transporte.

Figura 12. Manejo de muestras con exceso de humedad

c. Empacar la muestra de forraje fresco, retirando el aire y sellando la bolsa.

Figura 13. Empaque de la muestra

d. Pesar la muestra de forraje fresco en la bolsa de papel y registrar este dato en el formato en Excel GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios – NIRS".

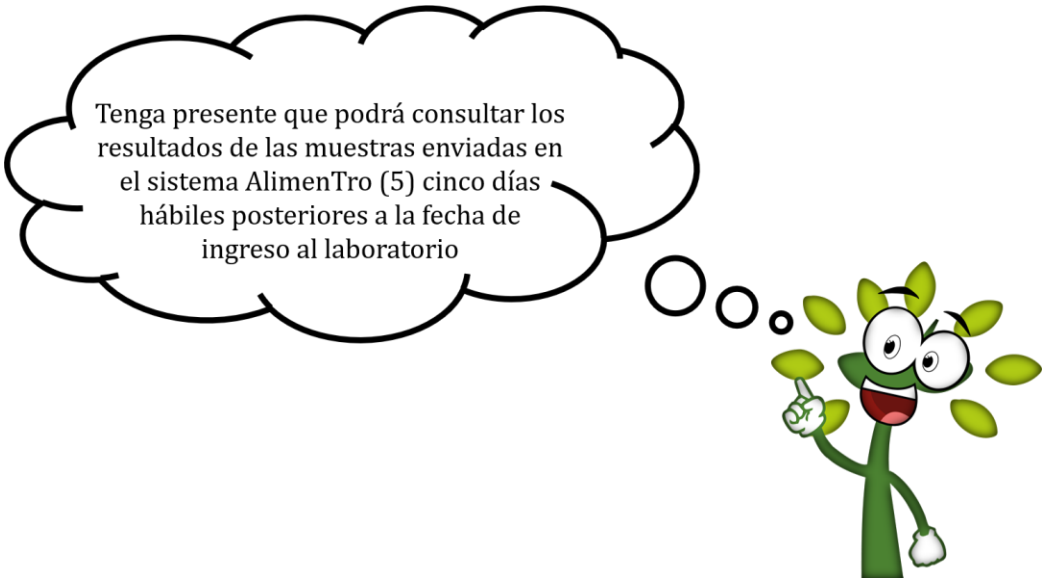
Figura 14. Pesaje de la muestra

e. Diligenciar con letra legible la información requerida en el empaque.

Figura 15. Diligenciamiento de la información del empaque

f. Enviar el formato en Excel GA-F-71 "BD Unidad de laboratorio de servicios – NIRS" diligenciado al correo electrónico RecepcionMuestras@agrosavia.co

g. Enviar la bolsa por correo certificado al laboratorio de la red de Química analítica del Centro de investigación Tibaitatá, Km 14 vía Mosquera



Escanee el siguiente código QR para ingresar a la plataforma

Alimentro
Recursos Alimenticios para Animales del Trópico

6. BIBLIOGRAFÍA y/o REFERENCIAS

Ariza-Nieto, C., Mayorga, O. L., Mojica, B., Parra, D., & Afanador-Tellez, G. (2017). Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 26(1), 44-52. https://doi.org/10.1177/0967033517746900.

Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. Grass and Forage Science, 66(1), 2-28. https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x.

Fageria, N. K. (1997). Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. NY, NY: Marcel Dekker.

7. DOCUMENTOS RELACIONADOS CON LA GUÍA

GA-F-71 "BD Unidad de laboratorios de servicios-NIRS"
GA-I-48 "Empaque y embalaje de muestras de laboratorio"

8. DISPOSICIONES GENERALES EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Para la correcta ejecución de esta guía, se deben seguir los controles dispuestos a continuación:

Controles		
Medio	**Fuente**	**Individuo**
Reconocimiento y señalización de la zona. Limpieza de la zona.	Instructivos de instrumentos para realizar toma de muestra y empaque.	Bata. Gorro. Tapabocas. Gafas. Guantes. Zapatos antideslizantes. Entrenamiento en toma de muestra.

9. ANEXOS

No aplica.

10. CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	REALIZADO POR
0	Creación del documento.	Claudia Ariza Investigador Ph.D. Senior Profesional adscrito a la Oficina Asesora de Gestión Organizacional que revisó el documento: David Andrés Bolaños García Profesional de Mejoramiento Continuo

Revisó:	**Aprobó:**
APROBADO	
YENI RODRÍGUEZ GIRALDO Investigador Máster	**MARÍA ANGÉLICA PICHIMATA SANABRIA** Jefe Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios

Espacio exclusivo para ser diligenciado por la Oficina Asesora de Gestión Organizacional	
FECHA DE APROBACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL CAMBIO	18/02/2021