

TRABAJO DE INTENSIFICACION

# “EVALUACIÓN DE GENOTIPOS DE AVENA, CEBADA Y TRIGO PARA CONFECCIÓN DE ENSILAJES DE PLANTA ENTERA”



ALUMNA: Isolina Pérez

DOCENTE TUTOR: Bioq. (Dra.) Marcela Martínez

DOCENTES CONSEJEROS: Ing. Agr. (Mg) Rodrigo D. Bravo

Ing. Agr. (Dr.) Mariano Menghini

CONSULTOR EXTERNO: Ing. Agr. (Mg) Ayelén Mayo



DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA – UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Agosto 2021, Bahía Blanca

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradecer la calidez del Departamento de Agronomía como así también la de cada uno de los profesores por ofrecerme conocimientos para así poder formarme profesionalmente.

A mi directora de tesina la Dra. Marcela Martínez por estar siempre dispuesta y presente ante cada consulta e inquietud que me surgía, teniendo en cuenta las dificultades presentes a causa la pandemia por el Covid- 19.

A los docentes consejeros Ing. Agr. (Dr.) Mariano Menghini e Ing. Agr. (Mg) Rodrigo D. Bravo por sus sugerencias y observaciones durante ejecución del Trabajo de Intensificación Final.

A todo el personal de la EEA del INTA de Bordenave por su agradable hospitalidad durante mi estadía en la institución, especialmente a la Ing. Agr. (Mg) Ayelén Mayo por brindarme conocimientos y herramientas importantes para el desarrollo de la tesina como también para mi posterior formación profesional.

A Daniela Gómez del Laboratorio de Evaluación de Forrajes y Alimentos de la EEA del INTA de Bordenave por acompañarme y enseñarme a realizar distintas técnicas de determinación de parámetros de calidad nutricional de los ensilajes.

Por último, y no menos importante a mi familia que me apoyó durante todos estos años y siempre me impulsó a seguir. A mis amigas de la infancia que estuvieron a mi lado conteniéndome, como así también a las que me dió la universidad que sin ellas no estaría en donde me encuentro actualmente.

¡A todos infinitas gracias!

# INDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	1
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
2.1. Rol de los verdes de invierno .....	4
2.1.1. Verdeos de invierno comúnmente usados en la región.....	5
2.1.2. Valor nutritivo del verdeo según el estado de madurez y su composición morfológica.....	6
2.2. Ensilaje .....	7
2.2.1. Pasos para la confección de un ensilaje. ....	8
2.2.2. Fases del proceso de ensilado .....	9
2.2.3. Ensilaje de planta entera de verdes de invierno.....	10
2.2.4. Estado fenológico del cultivo para confeccionar ensilaje.....	11
2.2.5. Características nutricionales y producción animal de los ensilajes .....	12
<b>3. OBJETIVO</b> .....	14
<b>4. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
4.1. Sitio de estudio .....	14
4.2. Tratamiento y diseño experimental.....	17
4.2.1. Genotipos .....	17
4.2.2. Diseño experimental .....	17
4.3. Prácticas culturales .....	17
4.4. Determinaciones .....	18
4.5. Análisis estadístico.....	21
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	22
6.1. Características organolépticas.....	22
6.2. Componentes del rendimiento .....	23
6.3. Parámetros productivos.....	26
6.3.1. Producción de materia seca .....	26
6.4. Parámetros de calidad del ensilaje.....	29
6.4.1. pH.....	29
6.4.2. Carbohidratos no estructurales solubles.....	30
6.4.3. Proteína bruta .....	32
6.4.3. Fibra detergente neutro .....	34
6.4.4. Fibra detergente ácido .....	35
6.4.5. Lignina detergente ácido.....	35
6.4.6. Digestibilidad de la materia seca y concentración de energía metabolizable .....	36

6.4.7.	Materia seca digestible y proteína bruta por hectárea.....	38
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>42</b>

## 1. RESUMEN

Los verdes de invierno en la zona del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires se caracterizan por ser un recurso muy importante para cubrir períodos de escasas de alimento. Estos pueden ser utilizados mediante pastoreo directo en el periodo otoño- invernial o se pueden confeccionar reservas para el posterior uso, por ejemplo, en los meses de verano. Estas reservas pueden ser henificados, aunque lo más común es realizar ensilajes donde la humedad del material debe ser del 60-70 %. Durante el proceso de ensilaje, el forraje sufre una fermentación anaeróbica y el pH desciende hasta valores de 3,8-4,5 gracias a un tipo de bacterias formadoras de ácido láctico. En estas condiciones el material no sufre alteraciones de calidad, se mantiene conservado en el tiempo y tiene una buena palatabilidad.

El objetivo del trabajo fue analizar diferentes genotipos de avena, cebada y trigo sobre la productividad forrajera y calidad nutricional como ensilaje de planta entera.

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones de la EEA INTA Bordenave, ubicadas sobre la Ruta Prov. Nº 76, km 36,5, en el partido de Puán, Provincia de Buenos Aires, entre los meses de Julio a noviembre del año 2019. Se siguió un diseño en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones y seis tratamientos, consistentes en dos cultivares de tres especies de cereales de invierno (avena, cebada y trigo). Los materiales utilizados (tratamientos) fueron: avena Elizabet INTA y Florencia INTA, cebada Mariana INTA y Trinidad INTA y trigo MS INTA 415 y BIO INTA 3005.

Al momento de la cosecha del forraje se estableció la composición morfológica de las variedades, rendimiento de los cultivos, el porcentaje de materia seca del forraje a ensilar (MS) y el contenido de carbohidratos solubles en agua de los materiales previo al ensilado. Posteriormente, se procedió a ensilar los materiales. Para ello se picó el material de manera manual a través de guillotinas y cuchillos, buscando un tamaño aproximado de dos centímetros. Una vez picado el material se llevó a cabo el llenado de los microsilos, a medida que se añadía el material, se ejercía una presión con una prensa hidráulica para poder eliminar la mayor cantidad de oxígeno posible del interior del

tubo. Finalmente, se completó el volumen, se cerró con una tapa de PVC y se selló herméticamente con cinta.

Luego de 50 días, se abrieron los microsilos y en laboratorio se evaluó pH, proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA), digestibilidad in vitro de la materia seca (DMS), concentración de energía metabolizable (EM), contenido de carbohidratos solubles en agua (CNES) como también características organolépticas (humedad, color, olor y textura). Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) y las medias se compararon con las pruebas de LSD Fisher ( $\alpha=0,05$ ).

En cuanto a la biomasa, es decir, producción de materia seca por hectárea no se encontraron diferencias estadísticas entre variedades al igual que la materia seca digestible y los kilogramos de proteína bruta por hectárea. De manera contraria, si se observaron diferencias en el porcentaje de materia seca entre los materiales antes de ensilar. En referencia a los componentes del rendimiento, se encontraron diferencias altamente significativas ( $p<0,01$ ) para la fracción tallo, espiga/panoja y material senescente, no habiéndose detectado alguna para hoja verde. Las cebadas, Mariana INTA y Trinidad INTA fueron las variedades que contaron con la mayor proporción de material muerto, seguido por las variedades de avena y por último las de trigo. También Mariana INTA presentó mayor porcentaje de la fracción tallo, continuado por ambas variedades de avenas mientras que los trigos tuvieron la menor proporción de dicha fracción. En cuanto a la espiga o panoja contrario a lo que sucedió con el material senescente, los trigos presentaron el mayor porcentaje de esta fracción mientras que las cebadas los valores más bajos. En lo que compete a hoja verde o lámina, se pudo ver que aun no encontrándose diferencias estadísticas las variedades de cebada contaron un valor superior a las otras especies.

En lo concerniente al parámetro nutricional pre ensilaje, en CNES se encontraron diferencias altamente significativas ( $p<0,01$ ). Si se observan los resultados de los análisis químicos post ensilaje, se puede ver diferencias altamente significativa ( $p<0,01$ ) para FDN, FDA, PB, EM y DMS; y diferencias significativas ( $p<0,05$ ) para CNES y no difirieron ( $p>0,05$ ) para LDA y pH.

En promedio, el porcentaje de materia seca al momento del ensilado fue elevado (47,5%), condicionando de esa manera todo el proceso del ensilado y repercutiendo

en ciertos factores como en el pH que, gracias a problemas de compactación, la presencia de oxígeno propició una fermentación débil logrando así un pH medio de 5,5 cuando lo deseable es que se encuentre entre el rango de 3,8-4,5. Luego otro valor bajo fue el contenido de CNES tanto antes como después del ensilado. En contra posición, el contenido de PB fue óptimo logrando una media de 13,3 % lo que hace que sea posible utilizar los ensilados como un recurso forrajero con aceptables niveles de PB para sistema de cría o re cría. Así como también el porcentaje de FDN fue adecuado (53,5%). La digestibilidad de la materia seca en promedio fue de 67,9%. Por último, en cuanto a las características organolépticas, los ensilados presentaron un olor agradable, buena textura y humedad, mientras que el color fue verde aceituna lo cual se consideró excelente.

Reuniendo todos los resultados, se podría afirmar que las seis variedades estudiadas en el ensayo son propicias para realizar ensilados de planta entera de calidad nutricional aceptable cuando nos situamos en un año con escasas precipitaciones. En general, Las cebadas tuvieron un mejor comportamiento, seguido del trigo y por último avena.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Rol de los verdes de invierno

En los sistemas productivos tanto de carne como leche cuando la base de la cadena forrajera son pasturas perennes implantadas, como alfalfas con latencia, o pasturas naturales, podemos observar un déficit de raciones en el periodo otoño-invernal (Amigone y Kloster, 1997). Es por eso que dentro de estos sistemas entran en discusión los verdes de invierno. Estos son diferentes cereales, dentro de los más utilizados encontramos a la avena, cebada, centeno, triticale y trigo. Tienen la característica de ofrecer pasto de calidad y cantidad en dicho corto periodo de tiempo (Zanoniani y Noëll, 2003).

Este tipo de recurso forrajero puede ser consumido mediante pastoreo directo, método común y práctico en el cual hay que tener ciertas precauciones al momento que sucede el mismo porque en los primeros estadios coincidiendo con la entrada al otoño estos pastos tienen gran cantidad de agua y proteína lo que hace que estén en desbalance con respecto a la energía y materia seca. A su vez, en muchos casos es necesario la implementación de una suplementación con grano o algún otro tipo de concentrado energético o añadir fibra en la dieta para poder mejorar el proceso de rumia y que sea eficiente la toma de nutrientes de tal recurso (Méndez et al., s.f.). Otra manera de poder ofrecer los verdes es mediante la confección de reservas como por ejemplo ensilajes, y destinar de este modo, este recurso en un momento en el cual no se dispone de alimento o para ofrecerle fibra dentro de alguna dieta específica.

Los verdes por el corto periodo de utilización tienen un elevado costo, pero si es utilizado de manera adecuada podemos ver los beneficios de implementarlo. Para eso hay una serie de pasos que se deben tener en cuenta al momento de la decisión de incorporarlos a nuestro sistema. Lo primero es la elección de la fecha de siembra ya que, si se atrasa la misma, las plantas se van a encontrar con temperaturas inferiores lo que va a limitar el crecimiento inicial, a su vez el primer pastoreo va a suceder en invierno no teniendo el piso adecuado y pudiendo ocasionar pérdidas de plantas. Otro factor importante es el control de las plagas y las malezas para así evitar pérdidas de plantas

por ataque de insectos o por competencia de nutrientes con plantas diferentes a las del verdeo elegido. Para lograr el control en cuanto a las malezas se debe hacer un barbecho adecuado, ya sea químico o mecánico, con el fin de dejar limpio el lote y si se llega a dar el caso de tener presente malezas una vez implantado nuestro verdeo aplicar algún herbicida post-emergente. Cuando nos referimos al control de las plagas se deben hacer los monitoreos adecuados, previo a la siembra en el suelo, como en el desarrollo del cultivo, atendiendo así precozmente cualquier ataque de insectos ya sea gusano blanco que afecta la implantación o pulgones durante los siguientes estadios fenológicos. Siguiendo con los factores a tener en cuenta la fertilización es una de las más importantes ya que por los diferentes sistemas extractivos los suelos se van empobreciendo y un aporte extra hace que se produzca más follaje y de mejor calidad aumentando, por ejemplo, el contenido de proteína bruta (Zanoniani y Noëll, 2003).

#### 2.1.1. Verdeos de invierno comúnmente usados en la región.

##### Avena:

Es el verdeo invernal al que mayor superficie se destina para su producción. Tiene una gran plasticidad ya que se puede realizar el pastoreo directo en todos los estadios fenológicos, como también destinar a la confección de reservas como henificación, ensilaje o la cosecha del grano para consumo animal o industrial. A su vez tiene algunas desventajas como por ejemplo su baja resistencia a las bajas temperaturas como al ataque de pulgones o royas, pero gracias a ciertos mejoramientos se han obtenido diferentes variedades con resistencia a dichos factores. (Amigone y Kloster, 1997).

##### Cebada:

En la región pampeana es un verdeo poco utilizado ya que existen otras especies que se adaptan mejor. Una característica de este recurso que lo hace poco elegido es que posee un sistema radicular superficial y eso hace que se vuelva vulnerable al arranque de plantas por el pastoreo y susceptibles ante sequías prolongadas. Otra desventaja es que cuenta con sensibilidad al frío lo que la hace de difícil implantación en regiones semiáridas marginales.

Se recomienda implementarla en lotes donde hay problemas de salinización o pH básicos ya que prosperan de manera adecuada (Amigoney Kloster, 1997). La cebada forrajera tiene a su vez la ventaja de tener una buena relación cantidad/calidad cuando se destina a la producción de ensilaje de planta entera y tiene una excelente respuesta productiva en ambientes buenos (Moreyra et al., 2014).

Trigo:

Los trigos doble propósito son una opción válida para la alimentación animal en los meses invernales. Generalmente destinados a novillos de inverne.

El mejoramiento del germoplasma no fue prioridad en cuanto a la obtención de trigos para doble propósito, pero características intrínsecas del trigo utilizado en la región de Bordenave mostraron buena performance y además con la selección de materiales para la obtención de una mayor proporción de materiales invernales o facultativos se lograron materiales de doble propósito con un destacado desarrollo de grano tolerantes al “arrebato” y una buena producción tanto de pasto como de grano. (Moreyra et al., 2014).

#### 2.1.2. Valor nutritivo del verdeo según el estado de madurez y su composición morfológica

El valor nutritivo del forraje va a depender según la etapa de crecimiento en que se encuentre y en las diferentes fracciones de la planta, como también del manejo que se le haga, las condiciones ambientales y el material genético que se utilice (Trujillo y Uriarte, s.f.).

Una de las principales limitantes del valor nutritivo de los verdeos invernales es su bajo contenido de materia seca en los primeros estadios de la planta, lo que puede limitar el consumo por un exceso de agua o en caso contrario causar diarreas, lo que a su vez se logra que lleguen muchos nutrientes al intestino grueso del animal causando un desbalance en la absorción de los mismos. Otra característica que presentan este tipo de recursos es un elevado contenido de proteína bruta dentro de la cual parte es nitrógeno no proteico (NNP), siendo el nitrato parte de este y en elevadas cantidades

resulta tóxico para el animal. Parte de ese NNP es metabolizado en el rumen y se forma amoníaco que cuando microorganismos lo combinan con carbohidratos se produce proteína microbiana de gran importancia para el desarrollo del animal, pero los verdeos en las primeras etapas de desarrollo no presentan grandes cantidades de carbohidratos lo cual obliga al animal a eliminar ese exceso de amoníaco en forma de urea a través de la orina ya que en cantidades elevadas también resulta tóxico y genera pérdidas de energía en el animal en un proceso evitable si se balancea la dieta con alguna fuente de carbohidratos como pueden ser granos. La fibra también es otra limitante que poseen los verdeos en los primeros meses de desarrollo y eso puede llegar a causar problemas físicos y/o químicos a nivel ruminal ya que se necesita una cantidad mínima de fibra efectiva para poder realizar la rumia y a su vez se altera la cantidad de la producción de saliva, sustancia que actúa como buffer en el rumen. (Zanoniani et al., 2003).

A medida que el estado vegetativo avanza la calidad nutricional cambia, el contenido de fibra aumenta ya que la relación tallo: hoja es mayor, eso nos arroja un valor más alto de FDN porque se incrementa la proporción de carbohidratos estructurales al avanzar la edad. El nivel de proteínas disminuye por un efecto de dilución y los carbohidratos solubles no tienen una variación muy marcada (Bertin, 2020).

## 2.2. Ensilaje

El ensilaje es un método de conservación del forraje en el cual el material pasa por un proceso fermentativo, donde se obtiene un producto final de buena calidad y palatabilidad el cual se mantiene por meses hasta años y puede ser utilizado en algún periodo de tiempo en donde exista escases de alimento. (Wagner et al., 2013).

Durante el transcurso del ensilaje sucede una fermentación anaeróbica en el cual participan bacterias formadoras de ácido láctico que acidifican el medio, disminuyendo de esa manera el pH del material, la cual, gracias a la combinación de la ausencia del oxígeno, queda imposibilitado el desarrollo de microorganismos que puedan llegar a

degradar o afectar el material ensilado. Este tipo de reservas es considerado un forraje de tipo voluminoso, sin embargo, puede aportar otros nutrientes.

Distintos tipos de materiales pueden ser destinados para la confección de ensilajes, entre ellos subproductos de la agroindustria, residuos agrícolas, granos o plantas forrajeras, dentro de estas las que en mayor medida se utilizan son las gramíneas estivales o cereales de invierno, ya que presentan un alto contenido de carbohidratos fácilmente fermentables y una baja capacidad buffer, a diferencia de las leguminosas que presentan baja cantidad de carbohidratos y una alta capacidad tampón. Aunque eso no quiere decir que estas últimas no puedan ser destinadas a la confección de un ensilaje, siempre y cuando se respeten algunas condiciones (Romero, 2004).

Para que cualquier material anteriormente mencionado pueda ser considerado en la decisión de hacer un ensilaje debe tener un contenido de humedad del 60-70% y un valor aceptable de azúcares y almidón ya que son necesarios como alimento para las bacterias involucradas en el proceso.

#### 2.2.1. Pasos para la confección de un ensilaje.

El primer paso que se debe tener en cuenta es determinar el estado fenológico del cultivo a ensilar y comprobar que se encuentra en el estado óptimo. Esto varía según el tipo de cultivo, dando un ejemplo, los verdes de invierno se deben cosechar cuando están en el estadio grano lechoso-pastoso. Una vez que se cumple lo anterior y el contenido de humedad es el adecuado (60-70%) se procede al corte del forraje, en caso contrario donde la humedad es muy elevada se puede dejar aireando posterior a la cosecha generalmente por 24 horas hasta llegar al valor óptimo. Luego se lleva a cabo el picado del material el cual el tamaño debe ser aproximadamente 2 cm para así facilitar la compactación y evitar pérdida de nutrientes por lixiviación en caso de excesiva compactación, ya que eso sucedería si el picado es menor a 2 cm. El siguiente paso es el llenado del silo, esta etapa sucede de a poco y a medida que se va llenado se va compactando para reducir la cantidad de oxígeno en el silo. El material tiene que estar lo más limpio posible, evitando la entrada de tierra o materiales extraños, ya que puede contaminar el material y luego desarrollarse bacterias indeseables y arruinar el

resultado final del proceso. Una vez que el silo se llenó se da lugar al sellado del mismo para así poder generar la anaerobiosis esperada y que suceda la fermentación (Wagner et al., 2013).

#### 2.2.2. Fases del proceso de ensilado

Desde que entra en hermeticidad hasta que el ensilado está listo para ser usado suceden 4 fases: aeróbica, fermentación, estabilización y utilización.

##### Fase aeróbica:

Es este momento tenemos como el nombre hace referencia, la presencia de oxígeno, el cual se intenta que sea lo mínimo posible y eso sucede gracias a la compactación que se da lugar en la confección. El oxígeno va disminuyendo a medida que los organismos que se encuentran en el forraje y el mismo forraje lo van consumiendo con su respiración. En dicha fase hay mucha actividad enzimática tanto de degradación de proteínas hacia la formación de nitrógeno no proteico como aminoácidos, amidas, etc. como de carbohidratos no estructurales en este caso el almidón es uno de los principales, dando lugar a azúcares simples, futuro alimento de ciertas bacterias que producirán ácidos grasos volátiles, compuestos orgánicos y gases.

Cuanto más rápido disminuya la presencia del oxígeno menor será la reducción de los carbohidratos solubles y no aumentará la temperatura, aspectos que son necesarios para así generar condiciones óptimas para el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos. El pH de esta fase ronda entre los 6,0-6,5 y la duración es de unas horas aproximadamente. Sin embargo, cuando el trabajo se hace en malas condiciones, por ejemplo, el material se encuentra muy seco, el picado es demasiado grande, el llenado del silo es lento, no se genera la hermeticidad por un sellado ineficiente, esta fase puede durar varios días, y esto nos trae aparejado una serie de problemas que pueden llegar a alterar nuestro producto final. Esto genera un aumento de la temperatura llegando a valores superiores a 37 °C, afectando la fermentación y aumentando la cantidad de nitrógeno que junto con la FDN que queda insoluble, y genera así un material de bajo valor nutricional (Fernández Mayer, 1999).

Fase anaeróbica:

Una vez que se consumió todo el oxígeno entramos a la fase de fermentación o también llamada anaeróbica. Es aquí en donde las bacterias formadoras de ácido láctico (BAL) aumentan su población y eso genera que se disminuya el pH el cual oscilará entre 3,8-4,5. Ese medio ácido y anaerobio impide el desarrollo de microorganismos que puedan degradar o alterar la composición química del material.

Fase de estabilización:

Aquí es cuando el pH se mantiene estable y no hay presencia de oxígeno, donde muchos microorganismos de la segunda fase mueren y no hay cambios en el material, puede durar meses a años.

Fase de deterioro:

Por último, nos encontramos en dicha fase cuando se procede a la apertura del silo para que el material sea dado como alimento a los animales. El deterioro se podría decir que sucede en dos partes, la primera es por causa de la degradación de los ácidos orgánicos por acción de bacterias formadoras de ácido acético y por levaduras, lo cual aumentan el pH del silo. Y la segunda parte es por aumento de la temperatura y el desarrollo de algunos tipos de bacterias generalmente algunos bacilos. Es por eso que se recomienda que luego de extraer las raciones necesarias intentar volver a la hermeticidad del silo para así evitar este tipo de pérdidas (Oude Elferink et al., 1999).

### 2.2.3. Ensilaje de planta entera de verdeos de invierno.

El ensilaje de los verdeos invernales es una buena opción a tener en cuenta ya que el resultado final es una reserva con buena calidad y palatabilidad y a su vez nos permite liberar el lote antes, dándonos la posibilidad de implantar un cultivo de segunda (Massigoge et al., 2002). Los ensilajes de estos recursos son fuentes de fibra, energía y proteína siempre que tengamos un buen rendimiento del verdeo en cuanto pasto y grano. Como los costos de producción son elevados, ya que no tienen amortización

como es en el caso de una pastura, lo que debemos hacer es minimizar las pérdidas al momento de la confección de los silos.

#### 2.2.4. Estado fenológico del cultivo para confeccionar ensilaje

El resultado del ensilaje va a depender tanto de las condiciones ambientales como del momento del corte de los recursos por las variaciones de la calidad y de los rendimientos de materia seca que se obtengan.

Es el caso que en primavera cuando las plantas se encuentren en pre-panojamiento “hoja bandera” la digestibilidad va a ser muy buena (> 65%) pero la biomasa va a ser baja, en ciertos casos inferior a 4.500 kg MS.ha<sup>-1</sup>. Es por eso que el estadio en que se recomienda realizar el corte es en “grano pastoso” ya que nos permite contar con mayor contenido de materia seca y a su vez un balance con los otros nutrientes. Esta última característica no sucede cuando la planta se encuentra en estadios más juveniles porque aunque se pueda afirmar que los contenidos de proteína bruta son los más elevados y la fibra es más digestible no podemos dejar de lado que el contenido de agua es muy alto (>70%), también contamos con un mayor contenido de potasio como de nitrógeno no proteico y baja proporción de carbohidratos solubles, lo que hace que el material esté desequilibrado y que el proceso de ensilaje sea más inestable (Gallardo, 2010). En contra posición cuando el estadio fenológico es muy avanzado, grano duro, lo que vamos a encontrar es un material con un elevado contenido de FDN, por el incremento de carbohidratos estructurales por la mayor proporción de tallos y un mayor contenido de materia seca. Lo que podría traer problemas en la compactación del material y aumentar el contenido de oxígeno al momento del cierre del silo. Esto nos podría traer una complicación en cuanto a la fermentación y verse afectado el resultado final del ensilaje.

#### 2.2.5. Características nutricionales y producción animal de los ensilajes.

Las características nutricionales del ensilaje principalmente van a depender de la calidad nutricional del forraje en pie que tiene interacción con las condiciones ambientales en las que se encontraba, del manejo que se le hizo y de las tecnologías de insumo que se aplicaron, pero no solo depende de ello sino también de las condiciones en las que se cosechó el material y de la confección del silo.

Cuando nos referimos a los ensilados, generalmente se proporcionan a los animales para el aporte de fibra, tanto efectiva como digestible que será la precursora de la energía metabolizable (Gallardo, s.f.). Es por eso que el tamaño del picado puede ser un factor a tener en cuenta en la calidad, no solo por su correlación directa con la facilidad de compactación del material que conlleva a una menor cantidad de oxígeno en el silo, sino también a la tasa de pasaje que va a tener este tipo de recurso cuando lo ingieran los animales y la digestibilidad del mismo (Galeano, 2006). Si el picado es muy fino lo que se pueden generar son pérdidas de nutrientes por efluentes, como también genera una fermentación deficiente y butírica lo que implica una extrema degradación proteica y formación de nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ).

Luego en cuanto a la proteína son recursos que realizan un aporte intermedio de la misma entre 7 y 13 %. El valor de PB siempre puede ser mejorado si se le da una buena nutrición a la planta y ésta ingresa con un adecuado nivel al proceso. Si comparamos entre los verdeos trigo, avena y cebada se puede apreciar que el trigo tiene valores de PB entre 5-15 %, la avena 7-14 % y la cebada un rango de 6-12 %. (Gallardo, s.f.).

Cuando nos referimos a los carbohidratos solubles, los cereales de invierno poseen menos contenido que un cultivo de maíz, por ejemplo, con lo cual eso puede afectar en la fermentación y el contenido energético del ensilado, teniendo en cuenta lo mencionado algunos autores recomiendan la incorporación de algún tipo de inoculante que favorezca la supervivencia de las bacterias formadoras de ácido láctico y así asegurar una adecuada fermentación. Luego en cuanto a los tres cereales invernales más comunes de realizar un ensilado la cebada es el que mayor concentración de carbohidratos posee, seguido del trigo y la avena. Otra característica importante a tener en cuenta es que el almidón de los ensilajes proveniente de los granos de estos cultivos

tienen una elevada digestibilidad a nivel ruminal, una excelente tasa de pasaje y una digestibilidad cercana al 95 % en el tracto gastrointestinal.

Los ensilajes de verdeos invernales son un recurso adecuados para vacas o vaquillonas en mantenimiento ya que tienen niveles adecuados de proteínas, energía y fibra. En cambio en sistemas de lechería con vacas de alta producción (>35 lt.vaca día<sup>-1</sup>) se recomienda que este forraje sea el 20-25 % de la MS y luego se le debe proporcionar además una fuente de proteína y energía y algún subproducto fibroso. Esta proporción será siempre y cuando el ensilado sea de buena calidad, en caso contrario se podría diluir la calidad de los demás productos. En sistemas carniceros, con engorde de novillitos, el ensilaje puede ser la fuente de fibra y con algún concentrado de energía se pueden observar ganancias diarias de peso entre 0,5-0,8 kg (Gallardo, s.f.).

## HIPÓTESIS

- La producción de materia seca por hectárea y la composición morfológica va a depender de la especie y cultivar a ensilar.
- La calidad nutricional de los ensilajes resultantes va a diferir en función de la especie y cultivar seleccionado.

### 3. OBJETIVO

Analizar la productividad y calidad nutricional de diferentes genotipos de avena, cebada y trigo y su aptitud para ensilaje de planta entera.

### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1. Sitio de estudio

El ensayo se llevó a cabo en las instalaciones del Campo Experimental de la EEA INTA Bordenave, ubicadas sobre la Ruta Prov. Nº 76, km 36,5, en el partido de Puán, Provincia de Buenos Aires (latitud: 37º 50' 55" S, longitud: 63º 01' 20" O) en el año 2019. (Figura 1)

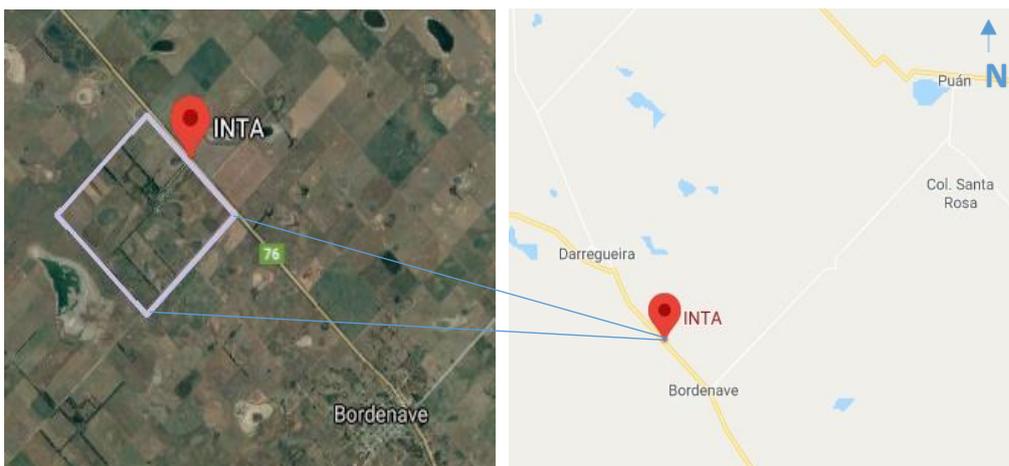
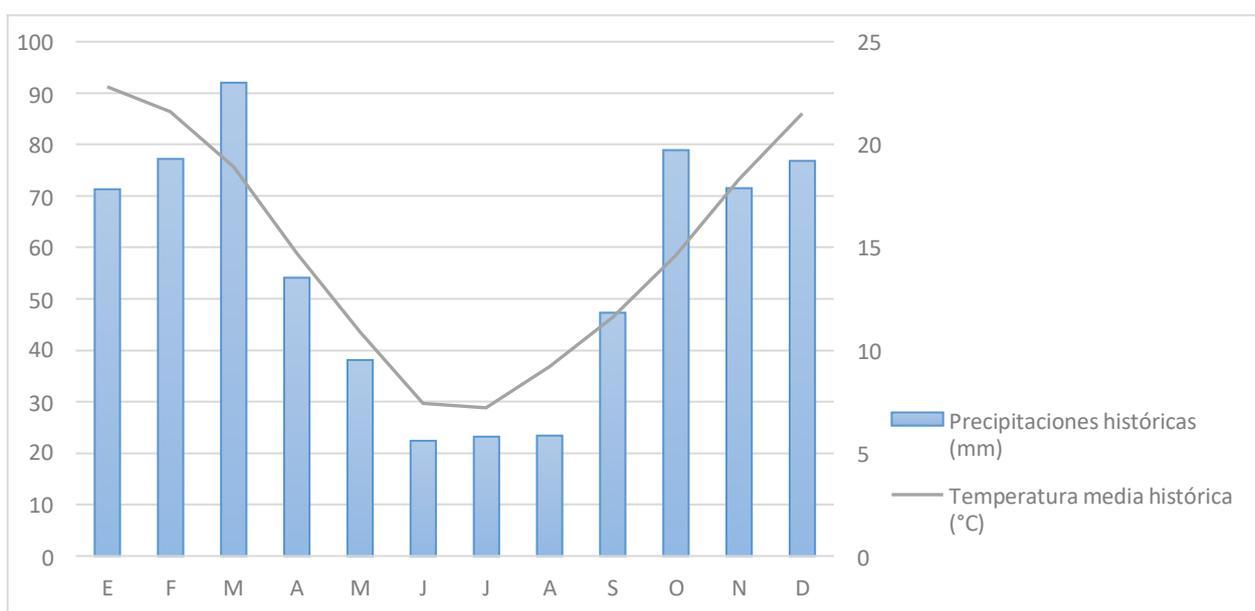


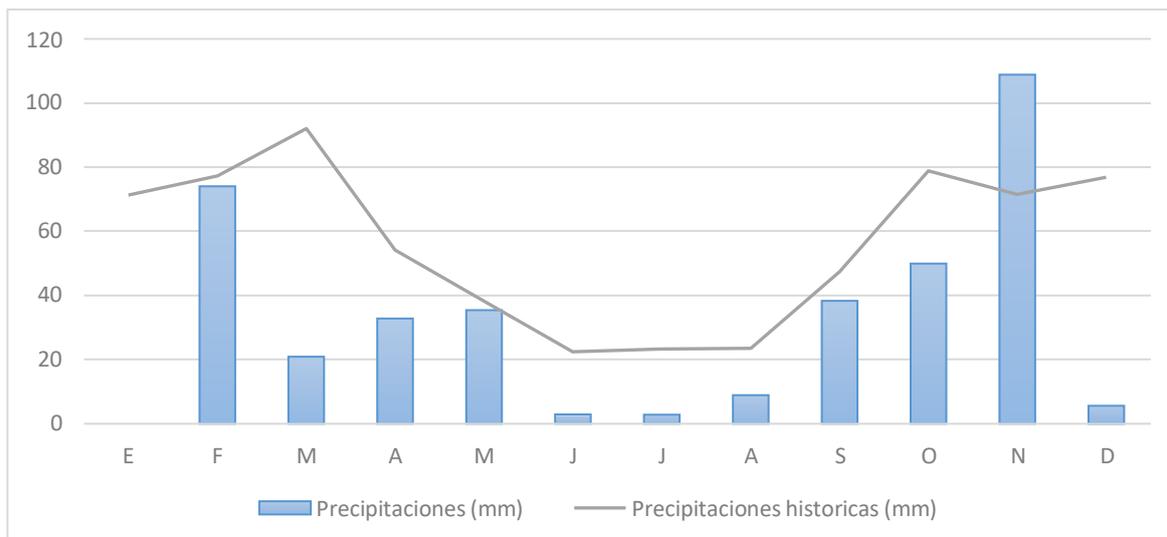
Figura 1. Mapa de localización de la EEA INTA Bordenave. Fuente: Google Maps.

El clima donde se encuentra el sitio experimental es semiárido templado, de acuerdo al criterio de Thorntwaite se lo define como sub-húmedo seco, mesotermal con nulo o un pequeño exceso de agua. La precipitación anual histórica (periodo 1911-2018) es de 676,2 mm, en donde los meses con mayores precipitaciones son enero, febrero, marzo, octubre, noviembre y diciembre, siendo entonces las lluvias predominantes en el periodo primavera-estival disminuyendo notoriamente en el otoño-invierno. Con respecto a las temperaturas medias, la estación experimental del INTA Bordenave, se encuentra dentro de las isotermas de 14 y 15 °C siendo la media anual histórica (periodo 1960-2018) de 14,9 °C.



**Figura 2. Climograma. Distribución mensual de las temperaturas (°C) y precipitaciones (mm) para Bordenave durante la serie histórica 1911-2018 (precipitaciones) y 1960-2018 (temperatura). Fuente: información agrometeorológica EEA INTA Bordenave (2018).**

En el 2019, año en el cual se llevó a cabo el estudio, se observaron valores de precipitaciones inferiores al régimen histórico en todos los meses, excepto en el mes de noviembre (Figura 3). Eso nos lleva a la conclusión que las precipitaciones en el año fueron evidentemente inferiores a la media histórica siendo de 380,3 mm anuales. Dicho parámetro se deberá tener en cuenta para analizar los resultados del estudio.



**Figura 3. Distribución mensual de las precipitaciones en el año 2019 (barras), en comparación con la media histórica de precipitaciones de Bordenave (1911-2018). Fuente: Información agrometeorológica EEA INTA Bordenave.**

Los suelos del área se caracterizan por ser predominantemente Haplustoles énticos, en planicies y depresiones suaves. El perfil de horizonte que se observa en la loma es A-AC-C-Tosca, siendo la profundidad efectiva la mayor limitante para la producción, también se puede sumar como limitante la proporción de la fracción arena que contienen los suelos que hace que la retención de agua y la estructura del perfil sea deficiente. Dichos suelos son susceptibles a tener erosión eólica.

El estudio de suelo en el lugar del ensayo se realizó a diferentes profundidades (0-20 cm; 20-40 cm y 40-60 cm). La información que se obtuvo mediante los análisis fue la siguiente:

- Fosforo disponible (ppm) por el método de Bray y Kurtz.
- Nitrógeno disponible (ppm), por el método de Bremner por microdestilación.
- Nitrógeno disponible (Nd) por hectárea ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Nd (kg}\cdot\text{ha}^{-1}) = \text{N disponible (ppm)} \times \text{Densidad aparente} \times \text{espesor de la capa muestreada} \times 10$$

Los valores obtenidos se informan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Valores del análisis de suelo del sitio de estudio. Fuente: Laboratorio de análisis de suelos INTA Bordenave.**

Profundidad	Fosforo (ppm)	N disponible (ppm)	N disponible (kg.ha <sup>-1</sup> )
0-20 cm	43,2	74,7	179,3
20-40 cm	-	55,6	133,4
40-60 cm	-	29,7	71,3

#### 4.2. Tratamiento y diseño experimental

##### 4.2.1. Genotipos

Los tratamientos fueron 6, dos variedades diferentes para cada especie de cereal de invierno estudiada: Trigo (*Triticum aestivum*), avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*). En el Cuadro 2, se muestran las variedades utilizadas en el ensayo para cada especie.

**Cuadro 2. Variedades (tratamientos) utilizadas para el ensayo.**

<i>Triticum aestivum</i>	<i>Hordeum vulgare</i>	<i>Avena sativa</i>
BIOINTA 3005	Mariana INTA	Florencia INTA
MS INTA 415	Trinidad INTA	Elizabet INTA

##### 4.2.2. Diseño experimental

El ensayo siguió un diseño en bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 6 m<sup>2</sup> (5m x 1,2m). La parcela constituyó la unidad experimental.

#### 4.3. Prácticas culturales

La fecha de siembra del ensayo fue el 3 de julio de 2019, en la cual se utilizó una sembradora experimental Hege 80, con cono de bajada para seis surcos y

distanciamiento entre hileras de 0,2 metros. La misma está diseñada para sistemas de labranza convencional. La densidad de siembra fue la adecuada para lograr el objetivo de 250 plantas.m<sup>-2</sup>. En el momento de la siembra se aplicó 80 kg.ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico (18-46-0).

La fecha de emergencia de las plántulas fue el 29 de julio. Luego, el día 22 de agosto se realizó una aplicación de Peak pack + 7 g.ha<sup>-1</sup> de metsulfuron para el control de malezas de hoja ancha.

La cosecha del forraje se llevó a cabo cuando el estado de los cultivos se encontraba en grano lechoso-pastoso (Z7.1 en la Escala de Zadoks; Zadoks et al., 1974). La misma se realizó en tres fechas diferentes, dependiendo de la especie. El 19 de noviembre se realizó el corte de las cebadas, al día siguiente se cosecharon las variedades de trigo y el día 22 de noviembre se ejecutó lo mismo para el cultivo de avena.

En las fechas que se realizaron los cortes se procedió también a picar, y confeccionar los microsilos, la metodología será descripta más adelante.

#### 4.4. Determinaciones

Previo a la cosecha del forraje en las parcelas experimentales se seleccionó al azar una hilera ubicada en el centro de la misma, donde se cortó el material a ras del suelo por 30 centímetros lineales. Lo recolectado se guardó en bolsas rotuladas con el número de parcela. Esas muestras fueron utilizadas posteriormente para determinar componentes o fracciones morfológicas de la planta (hoja verde, tallo, inflorescencia y partes senescentes). Una vez en el laboratorio se pesó la muestra completa y luego se procedió a separar los componentes. Las espigas y panojas se cortaban sobre el pedúnculo. Se consideraron como hojas verdes aquellas, que como su nombre lo indica, continuaban verdes y también aquellas que poseían una pequeña parte en el ápice clorótica pero la lámina seguía verde. Las partes senescentes eran tenidas en cuenta si poseían toda su estructura necrótica y lo que quedaba luego era considerado tallo, que incluía la vaina de la hoja. Una vez los componentes separados se pesaron cada uno, el

material senescente fue descartado y el resto fue llevado a estufa para determinar la materia seca de cada fracción morfológica.

Luego de tomar la muestra de los 30 cm lineales se llevó a cabo la cosecha del forraje para la confección de los microsilos. La misma se llevó a cabo con una cosechadora experimental para parcelas de forraje verde Wintersteirger, mod. Cibus F, automotriz, la cual está equipada con barra de corte de doble cuchilla y báscula para pesar la biomasa cosechada de toda la parcela, de esa manera se obtuvo el rendimiento de la misma. Todo el material se colocó en bolsas rotuladas con el número de la parcela y nos dirigimos al galpón en donde se llevó a cabo el picado del material. El mismo se realizó de forma manual con guillotinas y cuchillos. El tamaño buscado fue de 1,5-2 cm promedio. A partir del material picado se tomó una muestra y se llevó a estufa con circulación forzada de aire a 60 °C durante 48 horas para la determinación del porcentaje de materia seca del material al momento de la confección de los microsilos.

Para la confección de los microsilos se utilizaron caños de PVC de 50 cm de largo y 11 cm de diámetro, donde el material a medida que iba siendo picado era colocado de forma gradual y a la vez se le aplicaba presión a través de una prensa hidráulica. Una vez lleno el tubo se lo tapó herméticamente para que se genere la anaerobiosis deseada y se la selló con cinta.

Después de un periodo de 50 días, el 7 de enero del 2020 se llevó a cabo la apertura de los microsilos. Se descartó el material de los extremos ya que en dichos sitios al no encontrarse en completa anaerobiosis se desarrollaron hongos. Del material del centro se tomaron dos muestras. De las cuales la primera fue para determinar el pH del ensilaje. Para obtener el pH se utilizaron 100 gr de material fresco, el cual se lo colocó junto con 200 ml de agua destilada y se lo dejó reposar durante una hora, pasado el tiempo con la ayuda del pH metro se obtuvieron los resultados. La segunda muestra fue de 250 gramos y se la llevó a estufa por 48 horas para determinar la materia seca. Luego, el material seco fue molido a 1 mm utilizando un molino Wiley para proceder a evaluar la calidad nutricional de los microsilos.

En el Laboratorio de Forrajes de la EEA INTA Bordenave se llevaron a cabo los siguientes análisis para determinar la calidad nutricional de los microsilos a partir de las muestras molidas. Se determinó:

- Fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA), usando el analizador de fibra Ankom 200 (Ankom Technology, Fairport, NY, EEUU).
- Contenido de proteína bruta (PB), por técnica macro Kjeldahl transformando el N obtenido en PB mediante el factor 6,25 (AOAC, 2000).
- Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, mediante el sistema Daisy II (Ankom Technology Fairtport, NY, EEUU).
- Concentración de energía metabolizable (EM) en Mcal.kg MS<sup>-1</sup>, estimada como el producto de la energía bruta contenida en los alimentos - 4,4 Mcal.kg MS<sup>-1</sup>, valor propuesto como constante por Maff (1990) - multiplicado por la digestibilidad de la materia seca, menos las pérdidas por orina y gases - 18 %, valor calculado para ovinos por Armstrong (1964) y Graham (1983).
- Carbohidratos no estructurales (CNES) solubles en agua para forrajes. PROMEFA 2015 adaptada del Método de Antrona (Yemm y Willis, 1954).

Sobre el material fresco y picado además se determinaron características organolépticas que nos ofrecieron información acerca de cómo fue el proceso de ensilaje. Estas fueron olor, color, textura y humedad. Y se establecieron en una escala que lo clasificaba como excelente, bueno, regular y mala. En el Cuadro 3, se muestran los parámetros utilizados para calificar el material dentro de la escala elegida.

**Cuadro 3. Propiedades organolépticas de los ensilajes.**

	RANGOS DE CALIDAD			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
Olor	Agradable, a fruta madura	Agradable, ligero a vinagre	Acido, fuerte a vinagre o manteca rancia	Putrefacto, a húmedo o moho
Color	Verde aceituna	Verde amarillento	Verde oscuro	Casi negro o negro total
Textura	El forraje conserva todos sus contornos definidos, las hojas aparecen unidas a los tallos		Las hojas tienden a ser transparentes con bordes poco definidos	No se diferencian entre hojas y tallos, forman una masa amorfa, jabonosa al tacto
Humedad	No humedece las manos al hacer presión con el puño y se mantiene suelto el forraje		Al ser comprimido en el puño emanan efluentes con tendencia a ser compactado y formar una masa	Al ser comprimidos en el puño emanan efluentes, con tendencia a ser compactado y formar una masa

Finalmente, se relacionó la producción de forraje con la digestibilidad y el contenido de PB del mismo para calcular el rendimiento de los diferentes materiales en términos de nutrientes por unidad de superficie, ya sea expresado como producción de materia seca digestible (MSD) kg MSD.ha<sup>-1</sup> y kg PB.ha<sup>-1</sup>, respectivamente).

#### 4.5. Análisis estadístico

Los resultados de producción del forraje, componentes del rendimiento y parámetros de calidad nutricional pre y post ensilaje de los distintos materiales fueron sometidos a un análisis de la varianza (ANOVA) utilizando los Software Infostat (Di Rienzo et al., 2008) donde se determinaron si había diferencias estadísticas entre variedades (tratamientos) y se compararon las medias mediante el test LSD de Fisher (0.05).

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Características organolépticas

Se pudo observar al abrir todos los microsilos la presencia de moho en los primeros centímetros, lo cual pudo ocurrir por la presencia de oxígeno que favoreció la aparición de los hongos. Pero el resto del material se encontró en perfecto estado y se pudieron analizar todas las características organolépticas. En el Cuadro 4, podemos observar para cada variedad los resultados obtenidos.

El color en todos los casos fue excelente (verde aceituna) menos en la variedad de cebada, Mariana INTA, que de igual manera tuvo un buen color aceptable siendo el mismo verde amarillento. Con respecto al olor fue agradable, ligero a vinagre, es decir, dentro del rango de calidad bueno. El forraje conservaba todos los contornos bien definidos y las hojas permanecían unidas a los tallos, ofreciendo una buena textura. Y por último, la humedad del material una vez ocurrido el proceso de ensilado fue buena también ya que al ejercer presión con el puño no se humedecían las manos y el forraje se mantenía suelto. Como conclusión podemos decir que los microsilos tuvieron una buena calidad organoléptica, con cierto problema de presencia de oxígeno en las proximidades de la abertura de los microsilo pero que no generó un problema mayor ya que en el centro y base se obtuvieron las condiciones de anaerobiosis y fermentación deseables.

**Cuadro 4: Análisis organoléptico al momento de la apertura de los microsilos.**

Variedad	Color	Olor	Textura	Humedad
Avena Florencia INTA	Excelente	Bueno	Buena	Buena
Trigo MS INTA 415	Excelente	Bueno	Buena	Buena
Avena Elizabet INTA	Excelente	Bueno	Buena	Buena
Trigo BIOINTA 3005	Excelente	Bueno	Buena	Buena
Cebada Trinidad INTA	Excelente	Bueno	Buena	Buena
Cebada Mariana INTA	Bueno	Bueno	Buena	Buena
Promedio	Excelente	Bueno	Buena	Buena

Los valores son promedio de 4 repeticiones.

## 6.2. Componentes del rendimiento

Cuando nos referimos a los componentes del rendimiento, evaluamos el porcentaje que abarca cada fracción morfológica con respecto a la producción de materia seca total producida de cada material vegetal.

**Cuadro 5: Componente del rendimiento lámina; para cada una de las seis variedades utilizadas en el ensayo.**

Variedad	Lamina (%)	E.E
Cebada Mariana INTA	1,2	0,82
Trigo MS INTA 415	1,3	0,49
Avena Florencia INTA	3,8	1,12
Avena Elizabet INTA	4,7	0,90
Trigo BIO INTA 3005	7,6	7,15
Cebada Trinidad INTA	9,2	1,01
p- valor	0,3746	

Los valores son promedios de 4 repeticiones E.E: Error estándar

En el Cuadro 5 se puede observar que no se mostraron diferencias estadísticas entre la proporción de hojas verdes pero si queda a la vista, por ejemplo, la diferencia entre las variedades de igual cultivo. En las cebadas el porcentaje de hojas en Trinidad INTA fue de 9,17% mientras que en Mariana INTA de 1,23%, lo mismo sucedió entre las variedades de trigo, BIOINTA 3005 tuvo 7,60% cuando MS INTA 415 1,33%. Si bien no se muestran diferencias estadísticas se puede apreciar valores muy diferentes.

**Cuadro 6: Componente del rendimiento tallo; para cada uno de las seis variedades utilizadas en el ensayo.**

Variedad	Tallo (%)	E.E
Trigo MS INTA 415	31,9 A	1,23
Trigo BIO INTA 3005	36,5 B	2,02
Cebada Trinidad INTA	42,7 C	0,73
Avena Elizabet INTA	45,5 C D	1,75
Avena Florencia INTA	48,9 D E	0,85
Cebada Mariana INTA	50,5 E	1,89
p- valor	< 0,0001	

Los valores son promedios de 4 repeticiones E.E: Error estándar.

Si nos referimos al componente tallo podemos observar en el Cuadro 6 diferencias altamente significativas. Las variedades que menor proporción tienen de esta fracción son las de trigo, le siguen la variedad Elizabet INTA y Trinidad INTA y con mayor proporción Florencia INTA y Mariana INTA. En el tallo es donde se encuentran en mayor cantidad los carbohidratos estructurales como son lignina, hemicelulosa y celulosa, siendo parte de la fracción que posee menos digestibilidad. Este valor nos puede explicar otros parámetros como por ejemplo la fibra detergente neutro. La variedad de trigo MS INTA 415 se diferencia de todas las demás posicionándose la que menor proporción de tallo tiene. Luego el BIO INTA 3005 también se diferencia del resto. Las variedades Trinidad INTA de cebada con Elizabet INTA de avena se asemejan estadísticamente lo mismo pasa con las dos variedades de avena entre sí. Y luego Mariana INTA es la que mayor proporción de tallo tiene.

**Cuadro 7: Componente del rendimiento espiga/panoja; para cada uno de las seis variedades utilizadas en el ensayo.**

Variedad	Espiga / Panoja (%)	E.E
Cebada Mariana INTA	29,5 A	3,80
Cebada Trinidad INTA	30,5 A	3,81
Avena Florencia INTA	36,9 A	1,61
Avena Elizabet INTA	37,9 A B	1,57
Trigo BIO INTA 3005	47,7 B C	5,53
Trigo MS INTA 415	54,5 C	1,59
p- valor	0,0003	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; E.E: Error estándar.

Con respecto al porcentaje de espigas/panojas se puede apreciar en el Cuadro 7 que presentan diferencias estadísticas las diferentes variedades, presentando en menor proporción las dos variedades de cebada y las avenas. Los trigos con mayor cantidad. La variedad BIO INTA 3005, con la de avena Elizabet INTA se asemejan estadísticamente mientras que los trigos entre ellos también, pero MS INTA 415 no con el resto de las variedades. Estas diferencias pueden deberse a que el mejoramiento vegetal en trigo apunta principalmente al rendimiento de grano, mientras que los materiales de avena y cebada tienen un uso complementario para pastoreo.

**Cuadro 8: Componente del rendimiento material senescente; para cada uno de las seis variedades utilizadas en el ensayo.**

Variedad	Material senescente (%)	E.E
Trigo MS INTA 415	6,2 A	1,21
Trigo BIO INTA 3005	7,8 A	0,85
Avena Florencia INTA	7,9 A	0,82
Avena Elizabet INTA	8,7 A B	0,72
Cebada Trinidad INTA	13,3 B C	3,08
Cebada Mariana INTA	15,0 C	1,74
p- valor	0,0069	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; E.E.: Error estándar.

Y por último en la evaluación de los componentes el material senescente las diferencias estadísticas fueron significativas y se vio que los trigos presentaron menos proporción de esta fracción, le siguieron en orden creciente las avenas y por último las cebadas, con mayor porcentaje de material muerto la variedad Mariana INTA.

### 6.3. Parámetros productivos

#### 6.3.1. Producción de materia seca

La producción de materia seca por hectárea de los diferentes cultivos y variedades no mostró diferencias significativas debido a que arrojó un p-valor  $>0,05$ . La media de dicha variable fue de  $4391 \text{ kg MS.ha}^{-1}$  (Cuadro 9) mostrando un valor inferior a rendimientos normales de la región. Observando los resultados obtenidos en el ensayo podemos ver que las dos variedades de avena fueron las que más producción de materia seca produjeron.

**Cuadro 9. Producción de materia seca en  $\text{Kg MS.ha}^{-1}$ .**

Variedad	$\text{Kg MS.ha}^{-1}$	E.E
Trigo MS INTA 415	3.127	623,01
Trigo BIO INTA 3005	3.775	435,47
Cebada Mariana INTA	4.512	744,08
Cebada Trinidad INTA	4.920	609,18
Avena Elizabet INTA	4.957	246,56
Avena Florencia INTA	5.056	309,80
Promedio	4.391	
P valor	0,1002	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; MS: Materia seca; E.E: Error estándar.

Los valores de producción de materia seca por hectárea fueron inferiores a los rendimientos normales de la región. Como podemos observar en la Figura 4 rendimientos normales de MS del cultivo de avena ronda los  $5.500 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ , en cebada aproximadamente  $6.000 \text{ kg MS.ha}^{-1}$ , mientras que trigo tiene una producción de

materia seca inferior a los demás cultivos ubicándose en valores alrededor de los 3.500 kg MS.ha<sup>-1</sup>



**Figura 4: Producción total de materia seca de los verdeos de invierno obtenida den ensayos comparativos de rendimiento (Tomaso, 2008)**

Esa caída en la producción de materia seca se pudo ver reflejado por las condiciones meteorológicas del 2019, año en el cual se llevó a cabo el estudio. Las plantas, independientemente qué cultivo o variedad fueron, se vieron afectadas bajo un estrés hídrico, ya que como se mencionó anteriormente las precipitaciones se mantuvieron en todos los meses, menos en el mes de noviembre, por debajo de la media histórica. La reserva de agua al momento de la siembra no fue la ideal por la sequía que ocurrió los meses anteriores a julio, y luego de la siembra y durante el ciclo de vida de los cultivos tampoco se vio favorecido ya que en el periodo en el cual se llevó adelante el estudio (3 de julio- 21 de noviembre) las precipitaciones fueron un total de 102,5 mm, cuando en ese periodo el valor histórico de lluvias es de 266,7 mm, es decir, 164,2 milímetros menos.

En cuanto al porcentaje de materia seca (%MS) del material a ensilar el resultado estadístico mostró diferencias significativas entre las diferentes variedades del ensayo, ya que se arrojó un  $p < 0,05$  (Cuadro 10).

**Cuadro 10: Porcentaje de materia seca del material a ensilar**

Variedad	% MS	E.E
Cebada Trinidad INTA	44,2 A	0,85
Avena Florencia INTA	44,5 A	0,87
Trigo BIOINTA 3005	46,2 A B	0,25
Avena Elizabet INTA	47,5 B C	0,65
Cebada Mariana INTA	49,7 C	0,48
Trigo MS INTA 415	53,0 D	1,29
Promedio	47,5	
P valor	0,0001	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; MS: Materia seca; E.E: Error estándar.

El valor promedio fue de 47,5 % y es un dato a tener en cuenta debido a que para que el material esté en condiciones de someterse a un ensilado y que el resultado del mismo sea bueno, el porcentaje de materia seca debe encontrarse dentro del rango de 30-40%. Esto nos informa que las variedades no se encontraban en el estado adecuado al momento del corte, en este parámetro también pudo tener influencia las precipitaciones ocurridas como se mencionó anteriormente. Es por eso, que lo más conveniente, hubiese sido destinar los materiales para la confección de heno, ya que dicha reserva necesita que el forraje contenga una humedad entre 40-60 % (Schroeder, 2004). La conservación del material sucede gracias a la combinación de la ausencia de oxígeno y la baja humedad del material, de esa manera no hay fermentación, producción de ácido láctico, por lo consiguiente el pH no disminuye (Müller, 2018).

La variedad de trigo MS INTA 415 fue la que presentó mayor porcentaje de materia seca (53 %). Probablemente se haya encontrado en un estado fenológico más avanzado en relación al resto de las variedades.

## 6.4. Parámetros de calidad del ensilaje

### 6.4.1. pH

En el ensayo no se evidenciaron diferencias estadísticas entre los valores de pH entre las variedades. El valor promedio de pH fue de 5,5 (Cuadro 11).

**Cuadro 11: Valores de pH de los ensilajes.**

Variedad	pH	E.E
Avena Elizabet INTA	5,0	0,19
Trigo BIO INTA 3005	5,4	0,14
Cebada Trinidad INTA	5,4	0,18
Cebada Mariana INTA	5,6	0,20
Avena Florencia INTA	5,6	0,33
Trigo MS INTA 415	5,9	0,22
Promedio	5,5	
p-valor	0,1374	

Los valores son promedios de 4 repeticiones: E.E: Error estándar.

El valor de pH en sí, no es un indicador de calidad del material ensilado, pero nos da una idea del proceso de fermentación que sufrió el mismo. Este indicador varía de acuerdo al forraje utilizado y al contenido de materia seca del mismo. El pH debe encontrarse en el rango 3,5-4,5 para considerar exitoso el proceso. En caso de ser superior a 5, puede deberse a problemas en la fermentación a causa de falta de la misma, problemas de deterioro aerobio o por algún tipo de micotoxina (Milwaukee, WI. 2014). Es probable que en nuestro estudio el alto porcentaje de materia seca de los materiales que se ensilaron hayan causado dos problemas que imposibilitaron el descenso del pH, uno de ellos fue la dificultosa compactación lo que aumentó la presencia de oxígeno en los tubos y la otra problemática fue que las bacterias formadoras de ácido láctico, principales microorganismos encargados de disminuir el pH del silo, no hayan contado con suficiente agua metabólica para desarrollarse y prosperar (Limin Kung et al., 2018). Y como todos los materiales presentaron un elevado porcentaje de materia seca al momento de la confección de los microsilos es por eso

que en las seis variedades que se evaluaron el pH fue 5 o mayor y no se encontraron diferencias estadísticas. Sin embargo, en ninguno de los casos se observó enmohecimiento u olor pútrido que indiquen deterioro o mala fermentación del mismo, se podría decir que no sucedió fermentación por la baja humedad del material.

#### 6.4.2. Carbohidratos no estructurales solubles

Se encontraron diferencias estadísticas con un p-valor < 0,05.

**Cuadro 12: Contenido de carbohidratos no estructurales post-ensilaje.**

Variedades	CNES	E.E.
Trigo MS INTA 415	1,9 A	0,33
Avena Florencia INTA	2,3 A	0,49
Avena Elizabet INTA	2,7 A	0,50
Trigo BIOINTA 3005	3,0 A B	0,35
Cebada Trinidad INTA	5,8 B C	1,02
Cebada Mariana INTA	6,1 C	1,94
Promedio	3,6	
p-valor	0,0175	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; CNES: Carbohidratos no estructurales; E.E.: Error estándar

Lo que observamos en este análisis son los carbohidratos que no fueron utilizados por los microorganismos durante la fermentación, y se aprecian valores muy bajos en especial el cultivar de trigo MS INTA 415 y las dos variedades de avena. Las cebadas fueron las que mayor contenido presentaron, un factor importante a tener en cuenta.

En el estudio el único parámetro de calidad que se evaluó antes de ensilar el material fue el contenido de carbohidratos no estructurales. De esta manera se puede estimar el consumo de los mismos, llevado a cabo por los microorganismos, durante el proceso del ensilado.

Para que suceda exitosamente el proceso de ensilado se requieren cantidades apreciables de carbohidratos no estructurales, ya que la función de los mismos es ser la fuente de energía para los microorganismos, especialmente las bacterias.

Al analizar los datos estadísticamente al igual que en el contenido luego de la apertura de los microsilos se encontraron diferencias estadísticas entre las variedades utilizadas. En el Cuadro 13 se muestran los resultados pre-ensilaje. Se puede apreciar que la variedad de cebada Mariana INTA es la que difiere estadísticamente de las restantes variedades al poseer contenidos superiores de CNES mientras que Florencia INTA y MS INTA 415 presentan los contenidos más bajos.

El no contar con este tipo de compuestos nos acarrea un problema ya que las poblaciones de bacterias se ven afectadas al no obtener energía para su desarrollo de esa manera se ve limitada su supervivencia y como consecuencia el futuro del ensilaje.

**Cuadro 13: Contenido de carbohidratos no estructurales previo al ensilado.**

Variedad	% CNES	E.E
Avena Florencia INTA	2,2 A	0,04
Trigo MS INTA 415	2,6 A	0,39
Avena Elizabet INTA	4,2 A B	1,61
Trigo BIOINTA 3005	4,4 A B	0,18
Cebada Trinidad INTA	5,8 B	0,52
Cebada Mariana INTA	8,9 C	2,17
Promedio	4,7	
p-valor	0,0011	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; CNES: Carbohidratos no estructurales; E.E: Error estándar.

A continuación, se analizaron estadísticamente el contenido de carbohidratos no estructurales pre ensilaje vs post ensilaje. En el cuadro 14, se pueden visualizar los resultados y se puede concluir que no hay diferencias estadísticas en todas las variedades, menos en la variedad de trigo BIOINTA 3005 que hay diferencias ( $p < 0,05$ ).

**Cuadro 14: Carbohidratos no estructurales pre y post ensilaje.**

Variedad	Pre ensilaje CNES	Post ensilaje CNES	p- valor
Trinidad INTA	5,8 A	5,8 A	No significativo
Mariana INTA	8,9 A	6,1 A	No significativo
Florencia INTA	2,2 A	2,3 A	No significativo
Elizabet INTA	4,2 A	2,7 A	No significativo
MS INTA 415	2,6 A	1,9 A	No significativo
BIO INTA 3005	4,4 B	3,0 A	0,0148

Los valores son promedios de 4 repeticiones; CNES: Carbohidratos no estructurales.

El cuadro 14 muestra el consumo de CNES realizado por los microorganismos fermentativos durante el proceso de ensilado. Se puede observar que en la mayoría de los casos no hubo gran consumo de CNES por parte de los microorganismos, excepto para Bio INTA 3005. Esto pudo deberse al alto contenido de MS de las muestras, las cuales no permitieron un adecuado proceso de ensilado. También se ve reflejado en el alto valor de pH final de los ensilajes. Sin embargo, resulta beneficioso que queden disponibles CNES para que los animales puedan utilizar como fuente de energía rápidamente disponible. Excepto Florencia INTA, Elizabet INTA y MS INTA 415 que presentaron valores muy bajos de CNES los demás cultivares presentaron valores de CNES post-ensilaje similares o mayores a los obtenidos en otros ensayos. Si nos referimos a ensilajes de cebada normalmente podemos observar valores medios de 3,1 % (González, 2016), mientras que nuestros ensayos ambas variedades arrojaron valores medios superiores a dicho valor que rondan los 6 %. Con respecto a la avena De Marco (2018) determinó valores medios de 6,4 % con lo cual nuestros ensilajes como lo mencioné anteriormente presentaron valores muy inferiores a lo común en la zona. Y por último, con respecto a los ensilajes confeccionados con trigo presentan valores medios de 5,3 % (Bolleta et al., 2008).

#### 6.4.3. Proteína bruta

Se comprobaron diferencias estadísticas cuando se estudió el factor de proteína bruta con un  $p < 0,05$ . El valor promedio de proteína fue de 13,3 %.

**Cuadro 15: Contenido de proteína bruta en las variedades.**

Variedad	PB %	E.E.
Avena Florencia INTA	10,6 A	0,35
Avena Elizabet INTA	11,4 A	0,25
Cebada Mariana INTA	13,9 B	0,62
Trigo BIOINTA 3005	14,4 B	0,55
Trigo MS INTA 415	14,7 B	0,41
Cebada Trinidad INTA	15,0 B	0,63
Promedio	13,3	
p-valor	< 0,0001	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; PB: Proteína bruta; E.E: Error estándar.

El valor de proteína fue inferior en ambas variedades de avena estadísticamente comparando entre el resto de las variedades. Pero de igual manera todos los cultivos presentaron niveles óptimos de proteína bruta, un factor importante en cuanto a la calidad del ensilado y para tener en cuenta al momento de confeccionar una dieta.

Para poder evaluar el contenido de proteína bruta primero se necesitó determinar en el laboratorio el nitrógeno total de la muestra para luego a dicho valor multiplicarlo por 6,25 y de esa manera obtener el porcentaje de proteína bruta del material sometido al proceso de ensilaje. Este valor ronda entre los 10-12 % en los ensilajes de verdes, las gramíneas estivales poseen contenidos menores y los de leguminosas 15-17% (Favre, 2012). Eso nos permite a los ensilajes de verdes invernales tenerlos en cuenta en sistemas de cría cuando es necesario la suplementación proteica. A manera de ejemplo nos situamos en un sistema de cría con vacas de 400 kg que se encuentran en el último periodo de gestación, y estas se encuentran pastoreando a razón de 3 kg de materia seca por día un pastizal de baja calidad con un 3,5 % de PB. En el periodo fisiológico que se encuentran el requerimiento de proteína es de  $657 \text{ gr} \cdot \text{dia}^{-1}$ . El consumo del pastizal aporta tan solo  $105 \text{ gr} \cdot \text{dia}^{-1}$ , es así que necesitamos un suplemento proteico que bien podría ser uno de los ensilajes del ensayo, por ejemplo, el de cebada Trinidad INTA, este cuenta con 15,08 % de proteína bruta. Debemos proveerles 552 gr de proteína que se cubren con 3,66 kg del ensilado. Si las vacas tienen

un consumo del 2% del peso vivo, es decir, 8 kg MS.día<sup>-1</sup> es posible y viable darle como suplemento proteico nuestro ensilaje.

#### 6.4.3. Fibra detergente neutro

Esta variable evidenció diferencias estadísticas entre las variedades con un p-valor < 0,05. La media de la FDN fue de 53,3% (Cuadro 16).

**Cuadro 16: Contenido de FDN expresado en porcentaje**

Variedad	FDN %	E.E
Cebada Mariana INTA	46,9 A	2,20
Cebada Trinidad INTA	53,3 B	1,09
Trigo MS INTA 415	53,7 B	1,45
Avena Elizabet INTA	54,3 B	0,89
Trigo BIOINTA 3005	55,6 B	2,00
Avena Florencia INTA	56,0 B	1,34
Promedio	53,3	
p-valor	0,0083	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; FDN: Fibra detergente neutro; E.E: Error estándar

El valor de FDN que debe presentar un buen ensilaje tiene que encontrarse dentro del rango 40-60 % (Favre, 2012), con lo cual se puede decir que el contenido de FDN es adecuado en los microsilos confeccionados.

La fibra detergente neutro representa los componentes de la pared celular de las plantas, es decir, los carbohidratos estructurales que abarcan la hemicelulosa, la celulosa y la lignina. Este dato es importante de conocer ya que son fracciones indigestibles como es el caso de la lignina y parcialmente digestible la hemicelulosa y celulosa. Esto va a afectar el consumo voluntario en caso de que el valor sea muy alto ya que en esas condiciones va a operar el mecanismo de control físico por llenado ruminal, con inhibición del consumo.

Estadísticamente se puede observar que la variedad de cebada Mariana INTA es la que difiere del resto con un valor inferior.

#### 6.4.4. Fibra detergente acido

Con respecto a este parámetro hay diferencias estadísticamente entre las variedades estudiadas, el p-valor arrojado del ANOVA fue menor a 0,05. El valor medio de la FDA fue de 25,92 % (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Porcentaje de FDN**

Variedad	FDA %	E.E
Cebada Mariana INTA	21,3 A	1,06
Trigo MS INTA 415	26,5 B	1,27
Cebada Trinidad INTA	26 B	0,32
Avena Elizabet INTA	26,6 B	0,59
Trigo BIOINTA 3005	27,3 B	1,38
Avena Florencia INTA	27,3 B	1,29
Promedio	25,9	
p-valor	0,0067	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; FDA: Fibra detergente acido; E.E: Error estándar

La FDA es un indicador del contenido de celulosa, lignina y pectina de la fracción de fibra de los forrajes. Al igual que la FDN indirectamente nos habla de la digestibilidad del silo, ya que, a un valor mayor la digestibilidad va a disminuir ya que son compuestos de difícil digestión por el animal (Ramírez, Catani y Ruiz, 1999).

Al igual que en el porcentaje de FDN la variedad de cebada Mariana INTA difiere estadísticamente y se destaca de las demás variedades con un valor menor.

#### 6.4.5. Lignina detergente acido

No se observaron diferencias estadísticas en el porcentaje de lignina detergente acido con un  $p > 0,05$ . De todos modos, la media de dicho indicador fue 4,27 % (Cuadro 18).

**Cuadro 18: Porcentaje de lignina detergente ácido.**

Variedad	LDA %	E.E
Cebada Mariana INTA	2,9	0,74
Cebada Trinidad INTA	4,0	0,25
Trigo MS INTA 415	4,6	0,74
Avena Florencia INTA	4,6	0,76
Trigo BIOINTA 3005	4,7	0,49
Avena Elizabet INTA	4,7	0,24
Promedio	4,2	
p-valor	0,2521	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; LDA: Lignina detergente ácido; E.E: Error estándar.

Lo deseable es que este valor sea bajo ya que nos representa el porcentaje de lignina del material, siendo la fracción de la pared celular que no es degradada por los microorganismos ruminales.

#### 6.4.6. Digestibilidad de la materia seca y concentración de energía metabolizable

La digestibilidad al igual que la concentración de energía metabolizable mostró evidencias de diferencias significativas estadísticas con un p-valor < 0,05. El promedio de digestibilidad de la materia seca fue 67,93 %, mientras que la media de EM en el ensayo fue de 2,45 Mcal.kg MS<sup>-1</sup> (Cuadro 19).

**Cuadro 19: Digestibilidad de la materia seca expresada en porcentaje y energía metabolizable por kilogramo de materia seca.**

Variedad	DMS (%)	E.E.	EM (Mcal.kg MS <sup>-1</sup> )	E.E.
Avena Florencia INTA	63,8 A	1,67	2,3 A	0,06
Avena Elizabet INTA	64,4 A	1,40	2,3 A	0,05
Trigo BIOINTA 3005	67,1 A B	0,71	2,4 A B	0,03
Trigo MS INTA 415	69,8 B C	1,00	2,5 B C	0,04
Cebada Trinidad INTA	70,9 C	0,56	2,6 C	0,03
Cebada Mariana INTA	71,5 C	1,32	2,6 C	0,05
Promedio	67,9		2,4	
p-valor	0,0004		0,0004	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; DMS: Digestibilidad de la materia seca. EM: Energía metabolizable; E.E: Error estándar.

Nuevamente se encuentran las avenas con menos calidad, si tomamos en cuenta este parámetro de digestibilidad, luego se posicionan los trigos y con mayor porcentaje de digestibilidad las cebadas.

Los valores de digestibilidad son adecuados ya que en general, a excepción de las dos variedades de avena, el porcentaje de digestibilidad es mayor a 65%, lo que es considerado un valor aceptable en calidad.

En cuanto al contenido de EM es importante de evaluar ya que es la energía destinada para el mantenimiento y producción del animal que ofrece la ración. Los valores adecuados para los ensilajes están en el orden de 2,5 Mcal.kg MS<sup>-1</sup> (Iraira y Saldaña, s.f.).

En este caso, se observó que las cebadas, particularmente la variedad Trinidad INTA, son las que mayor contenido de energía por kilogramo de materia seca cuentan y se encuentran dentro de los valores adecuados, luego el trigo variedad MS INTA 415 también evidencia semejanzas con las cebadas, contrario a esta, la otra variedad de trigo estudiada y las avenas especialmente se encontrarían con un contenido de EM bajo y podría ser un factor importante influyente en la calidad del ensilaje.

#### 6.4.7. Materia seca digestible y proteína bruta por hectárea.

Cuando nos referimos a la materia seca digestible por hectárea hablamos de una variable que combina rendimiento con calidad ya que es la fracción de la materia seca total que es aprovechable por el animal, lo mismo sucede con la proteína bruta por hectárea que nos da idea de la cantidad de proteína que puede disponer un animal en una hectárea del material ensilado. En este ensayo no se mostraron diferencias significativas estadísticamente entre las variedades de los tres cultivos en ambos parámetros, debido a que se obtuvo un p-valor  $> 0,05$ . El valor promedio entre las variedades fue de 2971 kg MSD.ha<sup>-1</sup> y 577 kg PB.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 20).

**Cuadro 20: Kilogramos de materia seca digestible por hectárea y kilogramos de proteína bruta por hectárea.**

Variedad	MSD (kg MSD.ha <sup>-1</sup> )	E.E	PB (kg PB.ha <sup>-1</sup> )	E.E
Trigo MS INTA 415	2.191	451	460	94
Trigo BIOINTA 3005	2.526	273	548	81
Avena Elizabet INTA	3.193	165	563	24
Avena Florencia INTA	3.211	134	534	20
Cebada Mariana INTA	3.226	521	624	100
Cebada Trinidad INTA	3.480	407	731	62
Promedio	2.971		577	
P valor	0,1359		0,1945	

Los valores son promedios de 4 repeticiones; MSD: Materia seca digestible. PB: Proteína bruta; E.E: Error estándar.

Estadísticamente no se encontraron diferencias, pero se puede observar a través de los promedios que las cebadas fueron las que mayor digestibilidad presentaron, luego le siguieron las variedades de avena y las que menor digestibilidad por kilogramo de materia seca presentaron fueron los trigos. En cuanto a los kilogramos de proteína bruta por hectárea ambas variedades de cebada fueron las que lideraron, mientras que los cultivares de avena y trigo obtuvieron valores similares.

Volvemos a recaer en que este es otro parámetro influenciado por el clima ya que interviene el rendimiento de los cultivos, que como se mencionó anteriormente fue afectado por el año seco. Para mostrar el contraste observamos un estudio realizado

por González (2018) donde evaluó la calidad de ensilajes de planta entera de distintos cultivares de cebada en una año climáticamente favorable. En este se obtuvieron valores de 7.300 – 6.550 kg MSD.ha<sup>-1</sup> y 900-1.000 kg PB.ha<sup>-1</sup> quedando en evidencia la diferencia con nuestros resultados que en el caso de las cebadas tuvimos valores de 3.226 – 3.480 kg MSD.ha<sup>-1</sup> y 624 – 731 kg PB.ha<sup>-1</sup>.

## 7. CONCLUSIÓN

Dada la importancia que tienen los verdeos de invierno en el sudoeste bonaerense y la tendencia creciente hacia la confección de reservas en forma de ensilajes de planta entera, podemos destacar que bajo las condiciones experimentales se obtuvieron buenos resultados basándonos que el año en el que se llevó a cabo el ensayo fue seco ya que las precipitaciones estuvieron por debajo de la media histórica.

En la hipótesis se planteó que se iban a encontrar diferencias en la producción de materia seca por hectárea entre las especies y los cultivares a ensilar, pero eso no sucedió a causa de las escasas precipitaciones a lo que se vieron afectados todos los cultivos de la misma manera, obteniendo rendimientos inferiores a los que se puede llegar a lograr en años con lluvias que rondan la media histórica de la zona. A su vez, al momento de la cosecha, los forrajes de las diferentes variedades presentaron un elevado valor de MS (47,5%), no siendo adecuado para someterse al proceso de ensilado, ya que para esto se requieren altos niveles de humedad (60-70%) con el fin que suceda una fermentación, con posterior formación de ácido láctico, disminuyendo de esa manera el pH, para evitar así el deterioro del material. En los microsilos del ensayo no sucedió el proceso de fermentación, viéndose reflejado en el valor del pH, obteniendo una media de 5,5. A raíz de esto se podría decir entonces que se dio lugar a la confección de henolajes, otro tipo de reservas, en el que los factores para que el material se conserve en el tiempo son la ausencia de oxígeno y valores de humedad entre 40-60%. Ambas condiciones sucedieron en el ensayo que se llevó a cabo. Podemos confirmar que el material se conservó ya que la calidad del forraje fue óptima.

Con respecto a la segunda hipótesis que exponía que se encontrarían diferencias en la calidad de los ensilados resultantes de las distintas especies y cultivares podemos atestiguar observando y analizando los resultados la validación de la misma ya que las diferencias fueron claras ya que la especie que mejor comportamiento tuvo fue la cebada, seguida del trigo y por último la avena.

La digestibilidad de todas las reservas forrajeras obtenidas fue buena logrando una media de 67,9%, así como también el contenido de proteína bruta (13,3%) y el valor de FDN (53,3%). La energía metabolizable se encontró dentro de los valores de

referencia, punto favorable ya que es la energía destinada para el mantenimiento y producción del animal que ofrece la ración.

Un factor que se podría tener en cuenta a futuro es la inoculación del ensilado con algunas enzimas o azúcares con el fin de contar con un mayor contenido de sustrato para las bacterias que intervienen en el proceso de fermentación ya que el porcentaje de carbohidratos no estructurales solubles pre ensilaje fue bajo interfiriendo en el crecimiento de las colonias de los microorganismos deseables.

Si analizamos las variedades utilizadas en el ensayo la que mejor resultado tuvo fue la cebada Trinidad INTA ya que contó con los mejores niveles de PB, digestibilidad de materia seca por hectárea y energía metabolizable. Luego la cebada Mariana INTA, seguida por los trigos MS INTA 415 y BIO INTA 3005 y por último las avenas Florencia INTA y Elizabet INTA.

Podemos concluir que en la zona del sudoeste bonaerense ante un año con precipitaciones por debajo de la media se pueden obtener adecuadas reservas forrajeras de trigo, avena pero particularmente cebada, variedad Trinidad INTA.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C., 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. (17th edition).
- Amigone, M. A. y Kloster, A. M. (1997). *Verdeos de invierno*. Invernada bovina en zonas mixtas. Agro 2 de Córdoba. Capítulo II: 37-56. INTA, Centro Regional Córdoba, EEA Marcos Juárez.
- Armstrong, W. (1964). *Oxygen diffusion from the roots of some British bog plants*. Nature, 204(4960), 801-802.
- Bertin, O. (2020). *Características nutricionales de los verdes de invierno*. Nota técnica en Agrolatam
- Bolletta, A.I, Lagrange, S., Giménez, F.J. y Tomaso, J.C. (2008) *Rendimiento y valor nutritivo de silajes de verdes de invierno en grano lechoso*. INTA EEA, Bordenave, Bs.As
- De Marco, B (2018) *Elección del momento de corte y cultivar de avena para obtener ensilajes de óptima calidad nutricional*. Departamento de Agronomía- Universidad Nacional del Sur.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., González, L. A., Tablada, E. M., & Díaz, M. D. P. (2008). *Estadística para las ciencias agropecuarias* (No. 630.21 E79e). Córdoba, AR: Edit. Brujas.
- Dpto. Técnico Alterbio S.A. (2012). *10 tips de un buen ensilaje*. Producir XXI, Bs.As., 20(49):54.
- Favre, M. L. (2012) Una guía práctica para conocer la calidad del alimento ensilado. Producir XXI, Bs. As., 20(253):64. Dto. Técnico Alterbio SA.
- Fernández Mayer, A. (1999). *El silaje y los procesos fermentativos*. Silaje de planta entera, Cap. I:4-11. EEA INTA Bordenave.
- Gallardo, M. (2010). *Cereales de invierno: valor de los ensilajes de avena y cebada*. Nutrición Animal. Instituto de Patobiología- CICVyA-Castelar.

- Gallardo, M. *Silajes alternativos: Cereales de invierno, pasturas de alfalfa*. Consultora privada. Pilar, Buenos Aires.
- Gallardo, M., Gaggiotti, M. (2004). *Las reservas, lo deseable y las diferentes técnicas de conservación*. Calidad en forrajes conservados, INTA, CACF, CREA, Claas y otros, 10-16.
- Galleano, A. (2006). *Avances en producción y conservación de gramíneas*. Segundo Congreso Nacional de Conservación y Uso de Forrajes. Cátedra de Forrajes, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
- Google Maps. Acceso mayo de 2021. URL: <https://www.google.com/maps/place/INTA/@-37.7627607,-63.0875805,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x95e9423f7d490463:0xc7b576433a96a1f9!8m2!3d-37.7627607!4d-63.0853918>
- González, L (2016) *Ensilaje de planta entera de cebada (Hordeum vulgare L.): Producción de forraje y calidad nutritiva de diferentes genotipos*. Departamento de Agronomía- Universidad Nacional del Sur
- INTA 2021. Información agrometeorológica EEA Bordenave. Acceso Mayo 2021. URL: <https://inta.gob.ar/documentos/informacion-agrometeorologica>
- Iraira, S y Saldaña, R *¿Cómo evaluar su ensilaje de pradera?* Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue, Informativo Remehue N° 33.
- Kung Jr, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of dairy Science*, 101(5), 4020-4033.
- Maff. 1990. UK Tables of nutritive value and chemical composition of feeding stuffs. Ministry of Fisheries, Agriculture and Food, Aberdeen, UK. pp. 420.

- Massigoge, J., Wehrhahne, L., Perea, A. (2002). *Cereales de invierno ¿también para silaje?* Chacra Experimental Integrada Barrow, Convenio INTA – MAA.
- Méndez, D y Davies, P. *Suplementación otoñal*. INTA General Villegas, Buenos Aires.
- Moreyra, F., Conti, V., Giménez, F., González, G. y Vallati, A. (2014). Mejoramiento de verdeos de invierno. En Moreyra, F. et al. 2014. *Verdeos de Invierno: utilización de verdeos de invierno en planteos ganaderos del sudoeste bonaerense*. INTA EEA, Bordenave, Bs.As.
- Müller, C. E. (2018). *Silage and haylage for horses*. Grass and Forage Science, 73(4), 815-827.
- Oude Elferink, S. J.W.H., Driehuis, F., Gottschal, J C y Spoelstra. S F. (1999). *Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación*. Estudio FAO Producción y protección vegetal 161.
- Ramírez, E., Catani, P y Ruiz, S. (1999). *La importancia de la calidad del forraje y el silaje*. Silaje de Maíz y Sorgo Granífero, Act. Téc. Nº 2. Marca Líquida, nov./99:23-28.
- Romero, L. A. (2004) *Silajes*. Calidad en forrajes conservados, INTA, CACF, CREA, CLAAS y otros, pág. 28-30. E.E.A INTA Rafaela.
- Royo, L y Brach, A. M. *Rendimiento y calidad nutricional de verdeos de invierno para ensilar*. (MP 3/0061) INTA EEA Reconquista 1.
- Schroeder, J. W. (2004). *Quality forage: haylage and other fermented forages*. Servicios Técnicos Chr. Hansen Inc, Milwaukee, WI. (2014). *Evaluando la calidad del ensilaje*. FonaHolstein.
- Shields, M. (2006). Análisis de silajes, para que sirve saber. Producir XXI, Bs.As., 14(174):20-22. Alltech Australia Traducido de la revista. The Australian Dairyfarmer 18(5).
- Spanghero, M., Boccalon, S., Gracco, L., & Gruber, L. (2003). *NDF degradability of hays measured in situ and in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 104 (1-4), 201-208.

Trujillo, A I., Uriarte, G. *Valor nutritivo de las pasturas*. Acceso Mayo 2021. URL: <https://studylib.es/doc/5271230/trujillo-y-uriarte.valor-nutritivo-de-las-pasturas>

Valencia Castillo, A., Hernández Beltrán, A y López de Buen, L. (2011). *El ensilaje ¿Qué es y para qué sirve?* Revista de divulgación científica y tecnológica de la universidad veracruzana. Volumen XXIV. Número 2.

Wagner, B., Asencio, V y Caridad, J. (2013). *Como preparar un buen ensilaje*. IDIAF Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

Yemm, E. W., & Willis, A. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical journal*, 57(3), 508-514.

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.

Zanoniani, R. A. y Noëll, S. (2003). *Verdeos de invierno*. Publicaciones UEDY, Uruguay. Pasturas, EEMAC, Fac. de Agronomía, Uruguay. Se agradecen las sugerencias realizadas por la Ing. Agr. Mónica Rebuffo (INIA La Estanzuela, Pasturas) y por técnicos de la UEDY.

Zanoniani, R A., Ducamp, F., Bruni, M dl A. (2003). *Utilización de verdes de invierno en sistemas de producción animal*.