



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y**  
**ZOOTECNIA**



**EVALUACIÓN DE LA ALFALFA DORMANTE W350 EN**  
**MONOCULTIVO VS ASOCIADO CON DACTILIS EN LA**  
**PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**THANIA TALIA CCOYA BENITES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



# CCOYA BENITES THANIA TALIA

## EVALUACIÓN DE LA ALFALFA DORMANTE W350 EN MONOCULTIVO VS ASOCIADO CON DACTILIS EN LA PRODU...

My Files

My Files

Universidad Nacional del Altiplano

### Detalles del documento

Identificador de la entrega  
trn:oid::8254:412880935

115 Páginas

Fecha de entrega  
5 dic 2024, 6:26 a.m. GMT-5

30,526 Palabras

Fecha de descarga  
5 dic 2024, 6:32 a.m. GMT-5

158,206 Caracteres

Nombre de archivo  
tesis alfalfa talia 30.docx

Tamaño de archivo  
6,8 MB





## 2% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 20 palabras)

### Fuentes principales

- 2% Fuentes de Internet
- 0% Publicaciones
- 1% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

PhD Bernardo Rodue Huajica  
DOCENTE PRINCIPAL

Domingo Ruelas Calloapaza  
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA  
C.M.V.P. 2021  
MAGISTER EN SALUD ANIMAL  
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA SALUD





## DEDICATORIA

A mis queridos padres Ernesto y Francisca, gracias por ser el pilar fundamental de mi vida, han sido infinitamente pacientes y han ido velando día tras día por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, por su amor incondicional, sacrificios y enseñanzas que siempre me acompañan.

A mis hermanos Jhon Antoni y Jaan Pool, por ser compañeros inseparables en cada paso de este viaje, por su apoyo y cariño constante.

**Thania Thalía Ccoya Benites**



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme formado como Médico Veterinario y Zootecnista.

A mi director/asesor PhD. Bernardo Roque Huanca por su orientación, apoyo y soporte académico y logístico a través del Fondo de Desarrollo Universitario (FEDU) para la elaboración de esta tesis.

A los miembros del jurado M. Sc. Rolando Daniel Rojas Espinoza, MVZ. Marino Francisco Avila Felipe y Dra. Diannett Benito López, por sus sugerencias y correcciones que posibilitaron mejorar el trabajo, y por haber sido también mis maestros.

Al laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme permitido procesar y analizar las muestras del trabajo de investigación.

Al Centro Experimental ILLPA-UNA-Puno, por el apoyo para realizar el trabajo de investigación, en especial al Dr. Pablo Antonio Beltrán Barriga y MVZ Edgar Esperilla Cayllahua y personal que labora en la institución.

A la Estación Experimental Agraria Illpa-INIA Puno, por el apoyo para realizar el trabajo de investigación, en especial al Mg. Sc. Rubén Herberht Mamani Cato y la Ing. Martha Adela Coaquira Yucra y personal que labora en la institución.

**Thania Talia Ccoya Benites**



# ÍNDICE GENERAL

|   | Pág.      |
|---|-----------|
| <b>DEDICATORIA</b>  |           |
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>  |           |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>   |           |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS</b>   |           |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>  |           |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>   |           |
| <b>ACRÓNIMOS</b>  |           |
| <b>RESUMEN.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>CAPÍTULO I</b>   |           |
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   |           |
| <b>1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>                                    | <b>16</b> |
| 1.1.1. Objetivo general.....  | 16        |
| 1.1.2. Objetivos específicos.....   | 16        |
| <b>CAPÍTULO II</b>  |           |
| <b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>   |           |
| <b>2.1. LA ALFALFA DORMANTE W350.....</b>   | <b>17</b> |
| <b>2.2. LA PROTEÍNA EN LA ALFALFA.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2.3. ALFALFA Y PRODUCCIÓN DE LECHE .....</b>                                   | <b>21</b> |
| <b>2.4. ENERGÍA, PRIMER NUTRIENTE LIMITANTE EN VACAS LECHERAS</b><br><b>.....</b> | <b>23</b> |
| <b>2.5. ALFALFA EN MONOCULTIVO VS ASOCIADO CON DACTILIS.....</b>                  | <b>24</b> |
| 2.5.1. Dactilis.....  | 25        |



|   |    |
|---|----|
| 2.5.2. Asociación alfalfa-dactilis..... | 26 |
| 2.5.3. Alfalfa y reproducción.....      | 26 |
| 2.5.4. Desempeño reproductivo.....      | 29 |

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>3.1. ÁMBITO EXPERIMENTAL .....</b>  | <b>30</b> |
| <b>3.2. PASTIZALES .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>3.3. ANIMALES .....</b>   | <b>31</b> |
| <b>3.4. METODOLOGÍA.....</b>   | <b>33</b> |
| 3.4.1. Determinación de la producción forrajera de alfalfa y alfalfa-dactilis... | 33        |
| 3.4.2. Determinación del desempeño productivo de las vacas.....                  | 34        |
| 3.4.3. Determinación del desempeño reproductivo de las vacas.....                | 35        |
| 3.4.4. Análisis estadístico .....  | 36        |

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.1. PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ALFALFA Y ALFALFA-DACTILIS</b> | <b>40</b> |
| <b>4.2. DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LAS VACAS.....</b>             | <b>57</b> |
| <b>4.3. DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LAS VACAS.....</b>           | <b>61</b> |
| <b>V. CONCLUSIONES.....</b>                                    | <b>74</b> |
| <b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>                               | <b>75</b> |
| <b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                   | <b>76</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>   | <b>93</b> |

**ÁREA:** Ciencias biomédicas

**TEMA:** Evaluación de la alfalfa dormante W350 en monocultivo vs asociado con dactilis en la producción y reproducción de vacas lecheras

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 16 de diciembre del 2024**



## ÍNDICE DE TABLAS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>Tabla 1</b> Tamaño de muestra para la producción y reproducción de vacas lecheras.   | 31          |
| <b>Tabla 2</b> Requerimientos de energía y proteína cruda de vaca lechera adulta .....  | 32          |
| <b>Tabla 3</b> Producción forrajera de alfalfa del CE-Illpa y alfalfa-dactilis de la EE-Illpa<br>.....                        | 40          |
| <b>Tabla 4</b> Desempeño productivo de vacas lecheras alimentadas con alfalfa y alfalfa-<br>dactilis.....                     | 57          |
| <b>Tabla 5</b> Desempeño reproductivo de las vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-<br>dactilis.....                        | 62          |
| <b>Tabla 6</b> Fertilidad general de vacas alimentadas con alfalfa (CE-Illpa-UNA) y alfalfa-<br>dactilis (EE-Illpa-INIA)..... | 68          |





## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| <b>Figura 1</b> Digestión de la proteína/N en el animal rumiante (Smith, 2016).....  | 20          |
| <b>Figura 2</b> Eficiencia de uso del nitrógeno de la alfalfa en la vaca lechera (Chen et al., 2022).....  | 22          |
| <b>Figura 3</b> Clima de Puno-Perú: Promedio mensual de temperatura y precipitación..  | 30          |
| <b>Figura 4</b> Predicción de la altura de planta a partir del período de crecimiento.....   | 43          |
| <b>Figura 5</b> Producción forrajera de materia seca (t/ha) por campaña de 5 cortes de alfalfa (CE-Illpa-UNA) y alfalfa-dactilis (EE-Illpa-INIA), en rebrote, crecimiento y corte..... | 48          |



## ÍNDICE DE ANEXOS

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| <b>ANEXO 1</b> Producción forrajera de alfalfa (CE-Ilipa-UNA) y alfalfa-dactilis (EE-Ilipa-INIA), desde 8 de noviembre 2023 al 19 de junio 2024 ..... | 93          |
| <b>ANEXO 2</b> Consumo de pastos y forrajes de vacas lecheras alimentadas con alfalfa, heno de avena y concentrado del CE-Ilipa-UNA-Puno .....        | 102         |
| <b>ANEXO 3</b> Consumo de pastos y forrajes de vacas lecheras alimentadas con alfalfa-dactilis, heno de avena y concentrado de la EE-Ilipa-INIA ..... | 103         |
| <b>ANEXO 4</b> Registro de reproducción de vacas lecheras del CE-Ilipa-UNA PUNO.  | 104         |
| <b>ANEXO 5</b> Registro de reproducción de intervalo parto- parto de la EE-Ilipa INIA105  |             |
| <b>ANEXO 6</b> Registro de reproducción de intervalo parto-primer servicio de la EE-Ilipa INIA.....   | 106         |
| <b>ANEXO 7</b> Registro de reproducción de intervalo parto-concepción de la EE-Ilipa INIA.....  | 107         |
| <b>ANEXO 8</b> Registro de reproducción de número de servicios por concepción de la EE-Ilipa INIA .....   | 108         |
| <b>ANEXO 9</b> Cultivares de alfalfa W350 en monocultivo y asociada con dactilis .....  | 109         |
| <b>ANEXO 10</b> Vacas lecheras en pastoreo en alfalfa vs alfalfa-dactilis y heno.....   | 111         |
| <b>ANEXO 11</b> Procesamiento de las muestras de alfalfa y alfalfa-dactilis .....   | 111         |
| <b>ANEXO 12</b> Pesado de vacas del Centro Experimental ILLPA e Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).....                                  | 113         |
| <b>ANEXO 13</b> Desempeño reproductivo INIA.....  | 113         |
| <b>ANEXO 14</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis .....   | 114         |
| <b>ANEXO 15</b> Autorización para el depósito de tesis en el repositorio Institucional ....   | 115         |



## ACRÓNIMOS

|       |   |
|-------|---|
| MUN:  | Milk urea nitrogen (nitrógeno ureico en la leche) |
| BUN:  | Nitrógeno ureico en la sangre                     |
| UUN:  | Nitrógeno ureico urinario (Urine urea nitrogen)   |
| IPP:  | Intervalo parto-parto                             |
| IPPS: | Intervalo parto-primer servicio                   |
| IPC:  | Intervalo parto-concepción o días abiertos        |
| NSC:  | Numero de servicios por concepción                |
| TP:   | Tasa de preñez                                    |
| FGT:  | Fertilidad global total                           |
| RUP:  | Proteína no degradable en rumen                   |
| RDP:  | Proteína degradable en rumen                      |
| PVE:  | Período voluntario de espera                      |
| PR:   | Período reproductivo                              |
| TNR:  | La tasa de no retorno                             |



## RESUMEN

La alfalfa (*Medicago sativa*) tiene un alto contenido de proteína que puede tener efectos adversos en la reproducción de vacas lecheras. El trabajo tuvo como objetivo evaluar la alfalfa dormante W350 en monocultivo y cultivo asociado con dactilis en la producción de leche y la reproducción de vacas lecheras; fue realizado en el Centro Experimental Illpa de la UNA-Puno, y la Estación Experimental Illpa del INIA. La producción forrajera se determinó mediante corte en cuadrante; la producción de leche, por ordeño 2X, mecanizado de 15 vacas por Centro y sus respectivos registros; y la reproducción, por examen de registros de inseminación y parto de 20 vacas en CE-Illpa y 33 vacas en EE-Illpa. Los datos de producción forrajera fueron evaluados con ANOVA de doble vía (2 x 3) en diseño completamente al azar; los datos de producción de leche y reproducción, mediante pruebas de comparación de medias con t-Student ( $\alpha = 0.05$ ). La alfalfa y la alfalfa-dactilis son cultivares de alta humedad ( $78.6 \pm 3.0$  y  $74.0 \pm 3.6\%$ ), con una alta producción de materia seca ( $4.9 \pm 1.3$  y  $5.1 \pm 1.9$  t/ha por ciclo, y  $24.5 \pm 6.4$  y  $25.7 \pm 9.2$  t/ha por campaña de 5 ciclos). La producción de leche varía ( $p < 0.05$ ) según cultivar ( $8.09 \pm 2.74$  y  $13.17 \pm 3.80$  kg/día). El desempeño reproductivo varía ( $p < 0.05$ ) según el cultivar, tanto en intervalo parto-parto ( $487.3 \pm 121.8$  y  $430.7 \pm 75.9$  días), parto-primer servicio ( $163.1 \pm 95.6$  y  $95.5 \pm 32.5$  días), parto-concepción ( $197.9 \pm 133.2$  y  $143.5 \pm 74.7$  días), con similar número de servicios por concepción ( $1.78 \pm 1.06$  y  $1.43 \pm 0.63$ ), y una fertilidad general de 75.00 y 84.85%, respectivamente. Se concluye que la alfalfa y la alfalfa-dactilis son cultivares de alta producción forrajera, con una mejor respuesta de la alfalfa-dactilis en producción de leche y reproducción de vacas lecheras.

**Palabras Clave:** Alfalfa W350, Alfalfa-dactilis, Producción forrajera, Producción de leche, Reproducción de vacas lecheras.



## ABSTRACT

Alfalfa (*Medicago sativa*) has a high protein content that can have adverse effects on the reproduction of dairy cows. The research aim was to evaluate dormant alfalfa W350 in monoculture and associated with dactylis in milk production and reproduction of dairy cows; it was carried out at the Illpa Experimental Center of UNA-Puno, and the Illpa Experimental Station of INIA. Forage production was determined by quadrant cutting; milk production, by 2X mechanized milking of 15 cows per Center and their respective records; and reproduction, by examination of insemination and calving records of 20 cows in CE-Illpa and 33 cows in EE-Illpa. Forage production data were evaluated with two-way ANOVA (2 x 3) in a completely randomized design; milk production and reproduction data, by means of comparison tests of means with t-Student ( $\alpha = 0.05$ ). Alfalfa and alfalfa-dactylis are high-moisture cultivars ( $78.6 \pm 3.0$  and  $74.0 \pm 3.6\%$ ), with high dry matter production ( $4.9 \pm 1.3$  and  $5.1 \pm 1.9$  t/ha per cycle, and  $24.5 \pm 6.4$  and  $25.7 \pm 9.2$  t/ha per 5-cycle campaign). Milk production varies ( $p < 0.05$ ) by cultivar ( $8.09 \pm 2.74$  and  $13.17 \pm 3.80$  kg/day). Reproductive performance varies ( $p < 0.05$ ) according to the cultivar, both in calving-to-calving interval ( $487.3 \pm 121.8$  and  $430.7 \pm 75.9$  days), calving-to-first service ( $163.1 \pm 95.6$  and  $95.5 \pm 32.5$  days), calving-to-conception ( $197.9 \pm 133.2$  and  $143.5 \pm 74.7$  days), with similar number of services per conception ( $1.78 \pm 1.06$  and  $1.43 \pm 0.63$ ), and a general fertility of 75.00 and 84.85%, respectively. It is concluded that alfalfa and alfalfa-dactylis are cultivars of high forage production, with a better response of alfalfa-dactylis in milk production and reproduction of dairy cows.

**Keywords:** Alfalfa W350, Alfalfa-dactylis, Forage production, Milk production, Dairy cow reproduction



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La alfalfa dormante W350 es uno de los cultivos más extendidos en el Altiplano de Perú, para su uso como pasto y forraje para la alimentación animal, principalmente del ganado vacuno productor de leche (Aruquipa, 2021), la alfalfa responde muy bien a las condiciones del Altiplano, con una altura de planta de 38.7 cm, una cobertura de 91.7% (Argote et al., 2004), con una producción forrajera de 120 t MV/ha, en cuatro cortes por campaña (Torres, 2021).

La alfalfa tiene un alto contenido de proteína cruda (24%) (Cáritas del Perú, 2015), el mismo que supera en 60% el requerimiento de proteína cruda (15%) de las vacas lecheras (NRC, 2001), siendo esta una proteína de alta solubilidad, con un 80% de proteína degradable en rumen (RDP), cuyo nitrógeno se utiliza de manera ineficiente por los microorganismos del rumen, desperdiciándose por la formación de un exceso de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), que se absorbe en el rumen, ocasionando intoxicación amoniacal en las vacas, si no es convertido totalmente en urea en el hígado (Getachew et al., 2006), siendo necesario asociarla con una gramínea, como el dactilis (*Dactilis glomerata*).

La alimentación balanceada en energía y proteína posibilita niveles de nitrógeno ureico en la sangre y en la leche compatibles con un buen desempeño productivo y reproductivo, así como una menor contaminación ambiental por nitrógeno (Jahnel et al., 2023), mientras que un exceso de nitrógeno podría manifestarse con un incremento en la producción de leche, pero un decremento en la reproducción de la vaca, asociado a una mayor contaminación ambiental (Sinclair et al., 2014).

La producción de leche es uno de los objetivos importantes en la crianza de vacas



lecheras, puesto que está relacionada con la seguridad alimentaria (Derbe et al., 2022), ya que el subsector lácteo aporta con el 63% del valor total de la producción de rumiantes, entre el 12-16% (Getabalew et al., 2019), siendo la leche uno de los alimentos de origen ganadero más producido, consumido y protegido, y el alimento más importante en todo el mundo, cuyo consumo per cápita está aumentando en los pueblos (Zolin et al., 2021).

La reproducción es el factor fundamental que garantiza la población de ganado lechero y una producción lechera sostenible, para garantizar seguridad alimentaria mundial de la población que crece y cambia demográficamente (Davis & White, 2020). El mal desempeño reproductivo es un costo y uno de los desafíos clave que enfrenta la industria de la leche, el mismo que depende de muchos factores, tales como la nutrición, el nivel de producción de leche, el estrés por calor y el alojamiento, y la salud y el bienestar de las vacas (Hufana-Duran & Duran, 2020a), por lo que el mayor desafío de la ganadería es garantizar una buena reproducción de los animales sin comprometer el bienestar animal.

El éxito reproductivo del ganado es esencial para la subsistencia económica de los productores y, en última instancia, afecta el costo de consumo de la carne y otros productos animales. En muchos sistemas de producción ganadera, la baja fertilidad es un factor importante que limita la productividad. Los estudios realizados en la irrigación Majes de Arequipa indican que la alimentación con alfalfa en monocultivo afecta negativamente la reproducción de las vacas lecheras, donde la fertilidad total global ha disminuido hasta 38.87%, con un intervalo entre partos de 435.0 días, un intervalo de parto-primer servicio de 141.4 días y 2.14 servicios por concepción (Benavente, 2014), evidenciando el efecto de la nutrición sobre la reproducción; y que una mayor producción de leche está asociada con una menor fertilidad (Rearte et al., 2018), siendo la producción de leche antagónica con la reproducción (Lean et al., 1989), y que es irrealista el lograr



un intervalo entre partos de 12 a 13 meses con una producción de leche creciente (Ferguson, 1994).

A partir de los argumentos expuestos, la tesis trata sobre el efecto de alimentación con la alfalfa dormante W350 en monocultivo *vs* asociado con dactilis, en el desempeño productivo y reproductivo de vacas lecheras Brown Swiss.

## **1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivo general**

Evaluar la alfalfa dormante W350 en monocultivo *vs* asociado con dactilis, en la producción y la reproducción de vacas lecheras.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Determinar la producción forrajera de la alfalfa dormante W350, en monocultivo *vs* asociado con dactilis, según estado fenológico [rebrote, crecimiento, inicio de floración (o punto de corte)].

Determinar el desempeño productivo de vacas alimentadas con alfalfa dormante W350 en monocultivo *vs* asociado con dactilis.

Determinar el desempeño reproductivo de vacas alimentadas con alfalfa dormante W350 en monocultivo *vs* asociado con dactilis.





## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. LA ALFALFA DORMANTE W350

La alfalfa (*Medicago sativa* L.), en términos generales, es una planta de uso forrajero más importante del mundo debido a su alto rendimiento y calidad nutritiva, resistencia a la sequía y buena adaptación a diversas condiciones climáticas y de suelo, por lo que es considerada como la “reina” de las forrajeras (Shi et al., 2017). El mundo cultiva unos 30 millones de hectáreas de alfalfa, con una producción de 450 millones de toneladas, siendo América del Norte y del Sur, Europa y Asia, los principales productores, con una producción total del 41, 23, 25 y 8%, respectivamente (Latif et al., 2023), siendo el desierto de Arizona (altitud 1200 m) el área de mayor producción de alfalfa en el mundo, con 9-12 cortes por año y una producción anual de 21 t MS/ha (Knowles & Winans, 1997).

Los estados fenológicos de la alfalfa son: vegetativo, prefloración (botón floral), floración y semilla (Juan et al., 1995), o cuatro fases fenológicas: emergencia, botón floral, floración y maduración (Yzarra & López, 2011). Así mismo, los ciclos de crecimiento anual, utiliza la corona y las raíces para almacenar sus reservas de energía a fin de iniciar el nuevo crecimiento después de cada corte o pastoreo. El nuevo crecimiento inicia desde los rebrotes basales, continúa hasta alcanzar 15 a 20 centímetros, en el que agota sus reservas, pero inicia con una nueva recarga de reservas, por lo que se puede cortar varias veces al año, dependiendo de su grado de dormancia, siendo la aparición de los rebrotes basales y la aparición de los botones florales, los dos indicadores del momento del corte o pastoreo (Rebuffo, 2005).



La dormancia (o latencia) es la capacidad de la alfalfa de pasar la estación de invierno en reposo, sin actividad ni crecimiento visible, hasta que las condiciones climáticas sean las óptimas, siendo una estrategia adaptativa flexible y esencial para la sincronización de la supervivencia y el desarrollo de las plantas en ambientes estresantes (Soppe & Bentsink, 2016). La dormancia se mide determinando la altura de la planta unos 25 días después de que se toma un corte de otoño después de una siembra de primavera. Cuanto más alta crece la alfalfa en el otoño, es más activa la planta. La dormancia se clasifica en una escala del 1 al 11, según la capacidad de la planta para sobrevivir durante el invierno y rebrotar, siendo 1 la más dormante con menor crecimiento y 11 la menos dormante con mayor crecimiento (Undersander, 2016). Los índices de dormancia se pueden agrupar en: muy dormante (1-2), dormante (3-4), moderadamente dormante (5), semi-dormante (6-7), no dormante (8-9), y muy activo (10-11). El índice de dormancia afecta el rendimiento y la calidad de forraje y la persistencia de la planta principalmente en climas fríos y templados. Las plantas de alfalfa pasan el otoño almacenando carbohidratos y proteínas en la raíz principal y cambiando su estructura y fisiología siendo las que más pueden sobrevivir a las bajas temperaturas donde las dormancias de 1 y 2 son muy resistentes al invierno y las dormancias de 10 y 11 no tienen la capacidad de sobrevivir al clima frío (Djaman et al., 2020).

El corte de la alfalfa es a partir del nivel del suelo. El rebrote no depende solamente de las reservas de carbohidratos de la raíz sino también de la parte aérea residual, la alfalfa cortada alta deja en la planta tallos ramificados o yemas que permiten el rebrote continuado, por lo que la altura de corte es un factor crítico cuando se corta con frecuencia en estados tempranos de crecimiento, pues implica una reducción en el 32 rendimiento y una disminución de la densidad de plantas del alfar a causa de las insuficientes reservas acumuladas en los órganos de almacenamiento, la máxima producción se obtiene con



menores alturas de corte y cortadas a intervalos largos (Choque-Lázaro, 2013).

La alfalfa W350 es una alfalfa dormante que se cultiva en el Perú por su alto rendimiento forrajero y alto contenido de proteína cruda y calcio, muy preferida por el ganado vacuno en comparación con las gramíneas, con un área cultivada de 172 mil hectáreas: 55,4 mil en las zonas altas de Puno, 37,3 mil en Arequipa y 11,1 mil en Tacna (Ministerio del Ambiente, 2019), con una dormancia de 3.8, muy resistente a la sequía y la helada, es una alternativa clave para el desarrollo ganadero sostenible. La planta, una vez instalada en el terreno y con un manejo adecuado, puede permanecer de 15 a 20 años, con rendimientos de 100 t MV/ha año en seco y 140 t MV/ha año con riego, 25 a 30 t MV/ha por corte, hasta 5 cortes por año con agua de lluvia, y 8 cortes con riego, sin expresar su dormancia (Cáritas del Perú, 2015).

La alfalfa dormante W350 sobrevive en las condiciones climáticas adversas de la época seca (mayo-octubre), permanece dormante, luego comienza a crecer nuevamente durante la temporada de lluvias (noviembre-abril), siendo una ayuda para los productores lecheros del Altiplano de Perú, brinda la seguridad alimentaria y aumenta los ingresos de las familias, donde la ganadería es la principal actividad económica de la región, siendo Puno el quinto productor de leche en el Perú, donde la lechería se ha desarrollado a un ritmo acelerado durante la última década, con una producción promedio de 8.0, 9.9 y 10.2 L/vaca, a un costo de 0,27, 0,24 y 0,23 €/L para el pequeño, mediano y gran productor, respectivamente (Rivera et al., 2017).

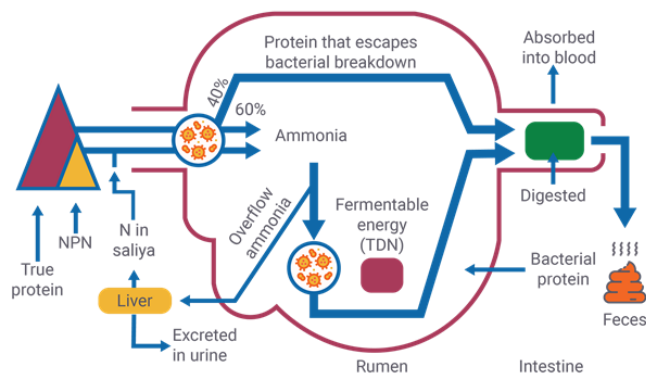
## **2.2. LA PROTEÍNA EN LA ALFALFA**

El contenido de proteína y fibra son las dos características vitales de calidad de la alfalfa, donde la proteína representa el valor nutricional y la fibra la palatabilidad (Hu et al., 2021). La alfalfa es una planta de alto rendimiento y altamente nutritiva para los

animales rumiantes, debido a su alto contenido de proteína cruda que puede variar según la madurez, el momento de corte, la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua, donde los tallos pueden contener hasta 15.1% y las hojas hasta 35.8% (Cupic et al., 2001). La proteína cruda de la alfalfa está conformada por proteína degradable en rumen (RDP) y proteína no degradable en rumen (RUP). El 80% de la proteína cruda de la alfalfa es proteína soluble, potencialmente degradable en rumen (RDP), la misma que se descompone muy rápido en amoníaco, desperdiciándose sin ser utilizado por los microorganismos del rumen. El exceso de amoníaco se absorbe en el rumen, luego se convierte en urea en el hígado y se excreta por los riñones a través de la orina (Getachew et al., 2006).

### Figura 1

*Digestión de la proteína/N en el animal rumiante (Smith, 2016)*



La RDP es la proteína que degrada fácilmente en el rumen, siendo es substrato disponible para los microbios del rumen; está conformada por proteínas de alta solubilidad y compuestos nitrogenados no proteicos, de uso como fuente de nitrógeno para el crecimiento microbiano y la síntesis de proteína microbiana (Hanigan et al., 2021). La RDP que excede la cantidad requerida por los microorganismos ruminales es degradada a N-amoniaco ( $N-NH_3$ ), se absorbe en el rumen, pasa al hígado donde se metaboliza a urea y se excreta en la orina. La RUP es la proteína que resiste la degradación



en el rumen, también llamada proteína verdadera, pasante o by pass que escapa la fermentación microbial del rumen, pero que degrada a péptidos y aminoácidos en el intestino delgado donde se absorbe (Bach et al., 2005).

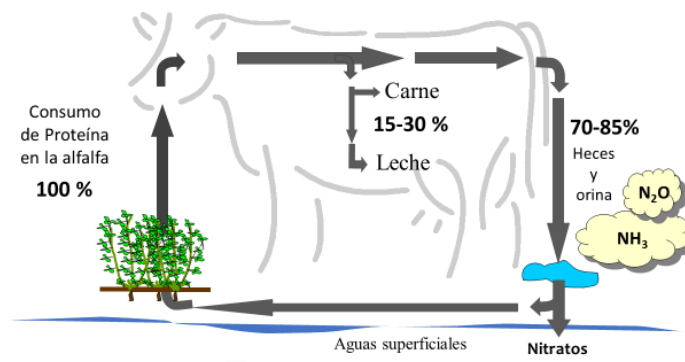
### **2.3. ALFALFA Y PRODUCCIÓN DE LECHE**

El alto consumo de proteína en la dieta estimula la producción de leche; sin embargo, la vaca lechera es mala convertidora del nitrógeno de la dieta en leche, puesto que utiliza apenas 5-30% del nitrógeno ingerido en la alfalfa, excretando el 70-95% a través de heces y orina (Luo et al., 2010). El nitrógeno excretado en heces y orina sirve como fuente de nitrógeno para las plantas; sin embargo, el exceso se pierde por lixiviación como nitratos o volatilización como óxido nitroso (Selbie et al., 2015). La excreción de nitrógeno en la orina del animal aumenta en relación directa con el consumo de nitrógeno en la dieta, mientras que la excreción en las heces se mantiene relativamente constante (Dijkstra et al., 2013).

La eficiencia de conversión del nitrógeno depende de la magnitud del consumo. Con un consumo de 400 g N/d, el 72 % del nitrógeno se excreta en heces y orina, en una relación lineal positiva con la ingesta; mientras que con un consumo >400 g N/d, la excreción en la orina aumenta en forma exponencial, mientras que el aumento de la excreción en heces y leche disminuye linealmente (Castillo et al., 2000).

## Figura 2

*Eficiencia de uso del nitrógeno de la alfalfa en la vaca lechera (Chen et al., 2022)*



El nitrógeno excretado en heces y orina se convierte en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) que forma partículas finas ( $\text{PM}_{2.5}$ ) que contaminan el aire, con efectos en la salud y el medio ambiente (Wiegand et al., 2022), o en nitratos que lixivian y contaminan los ríos y las aguas subterráneas (Matse et al., 2022), y en óxido nitroso que contamina el aire como gas de efecto invernadero (Rivera & Chará, 2021). Bajo estas condiciones, la producción lechera se hace insostenible, representando un riesgo significativo para el medio ambiente, la salud y la percepción del mercado sobre la sostenibilidad de la industria láctea (Joy et al., 2022).

La mejor forma de maximizar la eficiencia de la alimentación es maximizando al mismo tiempo la eficiencia de uso del nitrógeno y de la energía (Phuong et al., 2013); es decir, la sincronización de la tasa de suministro y liberación de energía y nitrógeno en el rumen para maximizar la fermentación microbiana ruminal y la captura de RDP (Kolver et al., 1998).

La contaminación por nitrógeno se puede reducir disminuyendo la cantidad de proteína cruda en la dieta a unos 150 g/kg de MS con relación a los 200 g/kg MS, a fin de reducir en 21% la excreción de nitrógeno en las heces, y sobre todo, reducir en 66% la excreción en la orina, y mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno, por lo que es necesario



ajustar las prácticas de manejo en la preparación de ensilados y la elección de suplementos y, si fuera posible, cambiar la excreción de nitrógeno de la orina a las heces (Castillo et al., 2000).

La producción de leche está determinada por la curva de lactancia característica del animal, siendo la producción diaria un indicador de las variaciones que sufre la alimentación de la vaca en pastoreo y de la producción de la pradera. Es decir, el animal refleja en la leche cualquier deficiencia en la alimentación que puede afectar justo en el periodo de lactancia crítico e influir en una lactancia normal. Es importante recurrir a estrategias de manejo nutricional pre-parto, de modo que la vaca al momento del parto tenga una condición corporal normal, la que repercutirá en la expresión del pico de lactancia (entre 30 y 50 días pos-parto) y en una mayor persistencia (Caraguay-Yaguana et al., 2016).

#### **2.4. ENERGÍA, PRIMER NUTRIENTE LIMITANTE EN VACAS LECHERAS**

La energía es el nutriente limitante principal para las vacas lecheras, especialmente para las de alta producción alimentadas solo con pasto de alta calidad (Bargo et al., 2002). A diferencia de las vacas alimentadas con Ración en mezcla total (TMR), las vacas en inicio de lactación y en pastoreo en pastos de alta calidad sin suplementación tienen menor consumo de materia seca (19,0 vs 23,4 kg/d) y menor producción de leche (29,6 vs 44,1 kg/d). A pesar de que el consumo de PC y FDN fue similar entre las vacas alimentadas con pasturas y TMR, el consumo de materia seca y ENL fue menor en las vacas alimentadas con pastos, siendo evidente la necesidad de energía adicional de las vacas en pastoreo para alcanzar su potencial genético para la producción de leche (Kolver & Muller, 1998).



## 2.5. ALFALFA EN MONOCULTIVO VS ASOCIADO CON DACTILIS

La iglesia católica, a través de Cáritas del Perú y la red de Cáritas Diocesanas ubicadas en zonas alto andinas, han introducido la alfalfa dormante W350 (dormancia 3.8), como una alternativa para el desarrollo de proyectos productivos potenciando los recursos locales para mejorar los ingresos económicos y disminuir las condiciones de pobreza, como actividad clave para generar las condiciones de desarrollo ganadero sostenible en áreas de secano ubicadas entre los 2600 y 4200 msnm, junto con la implementación de buenas prácticas para el manejo ganadero y de las crías, además de promover el desarrollo agroindustrial de la leche y derivados (Cáritas, 2015).

La alfalfa es una planta leguminosa, la mejor de las plantas forrajeras, con un alto contenido de proteína cruda, cuya materia seca en monocultivo, en su estado vegetativo temprano, puede superar los 25% de proteína cruda, lo cual supera en 10% el requerimiento proteico de las vacas lecheras de mediana producción (NRC, 2001); y dada la alta solubilidad de su proteína cruda, tiene un alto contenido (80%) de proteína degradable en rumen, la misma que apenas ingresa al rumen, solubiliza, degrada y genera altos niveles de amoníaco (Getachew et al., 2006), cuya absorción genera la toxicidad amoniacal y los niveles circulantes de urea en la sangre (BUN), con las consecuentes efectos sobre la reproducción y medio ambiente.

El cultivo de alfalfa, asociado con dactilis, es una tecnología ampliamente aceptada y difundida entre los productores del mundo, puesto que ambas plantas, leguminosa y gramínea, respectivamente, se complementan en nutrientes (Hernández-Guzmán et al., 2015), siendo la alfalfa rica en proteína y calcio, con relación al dactilis que es rico en energía y fósforo, cuya asociación produce una dieta balanceada para las vacas lecheras, siendo la combinación de 50:50 para alfalfa y dactilis la proporción





recomendada, tanto para heno y ensilado para mejorar el potencial de uso en rumiantes (Xue et al., 2020).

### 2.5.1. Dactilis

El dactilis (*Dactylis glomerata*) es la gramínea perenne que mejor se adapta a suelos de moderada fertilidad o acidez, y la que mejor tolera un mayor rango de texturas de suelos, siempre y cuando su permeabilidad sea aceptable; su floración tardía y la carencia de latencia estival alargan su estación de crecimiento, convirtiéndolo en un muy buen competidor para la gramilla (*Cynodon dactylon*). El manejo del pastoreo debe ser frecuente pero no intenso (frecuencias de 15 a 20 cm e intensidades de 5 a 7 cm) ya que las reservas de la planta se encuentran en bases de macollas y vainas, por lo que su utilización exagerada puede ser perjudicial para la persistencia de las plantas. La floración más temprana (16 días) supone la disponibilidad de agua en el suelo en ese momento de alta demanda por la planta que tiene mucha biomasa viva en esa instancia (Rojas et al., 2016).

Las gramíneas son generalmente el grupo funcional con el mayor impacto en el rendimiento y la calidad del forraje, siendo *Lolium*, *Festuca*, *Dactylis* y *Phleum* los géneros más importantes en las regiones templadas. EL dactilis (*Dactylis glomerata* L.) pertenece al grupo de especies tolerantes a la sequía, con una menor calidad de forraje que el raigrás perenne (*Lolium perenne*), pero con altos rendimientos incluso en los meses de verano y es más tolerante al estrés abiótico. Siendo una especie con buena tolerancia a la sequía tiene un contenido de 10.4% de proteína total y una digestibilidad de la materia seca de 60.5% (Vasileva, 2016).



### **2.5.2. Asociación alfalfa-dactilis**

La asociación forrajera de alfalfa con raigrás italiano o inglés no es recomendable debido a la gran agresividad de estos en la fase de establecimiento, mientras que la mezcla con dactilis se establece adecuadamente. La condición de luz tiene efecto sobre la producción forrajera de la asociación alfalfa-dactilis. La producción forrajera de materia seca del cultivar bajo sombra arbórea. Sin embargo, el dactilis bajo sombra desarrolló 19.6% mayor cantidad de hojas y una mayor relación hoja: tallo. Las asociaciones superan el rendimiento de los pastos en monocultivo, existiendo diferencias también en la distribución estacional de la producción de forraje (Ríos et al., 2023).

El (*Dactylis glomerata* L.), por su alto rendimiento y calidad nutritiva es una de las plantas forrajeras más cultivadas mundialmente. Son las gramíneas más utilizadas en las zonas templadas, áridas y semiáridas, para la producción de leche. Para lograr una adecuada utilización del pasto ovillo es importante conocer el momento oportuno de defoliación desde el punto de vista rendimiento, calidad y persistencia de la pradera. La frecuencia e intensidad de pastoreo son los componentes principales que determinan la eficiencia productiva de una especie, ya que tienen influencia directa sobre la cantidad y calidad del forraje producido (Villareal et al., 2014).

### **2.5.3. Alfalfa y reproducción**

La alfalfa contiene un alto nivel de proteína cruda que supera los 18% de la materia seca, la misma que es una proteína altamente soluble, con un 70-80% de la proteína total que es degradable en rumen (RDP) de fácil disponibilidad para, pero de muy poco uso por los microorganismos del rumen debido a la poca



disponibilidad de carbohidratos altamente fermentables que demanda la captura del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), el mismo que es absorbido en el rumen, ingresa a la circulación sanguínea, llega al hígado donde es convertido en urea (Getahun et al., 2019). El hígado es capaz de remover 70-95% del  $\text{NH}_3$  portal a un alto costo energético ( $4 \text{ ATP} \equiv 29.2 \text{ kcal/mol}$  de urea). La mayor absorción de  $\text{NH}_3$  en rumen satura la capacidad ureagénica del hígado, agota el  $\alpha$ -cetoglutarato y oxalacetato sin poder producir glutamato ni aspartato, por lo que el amoníaco circulante por la sangre, causa una sobrecarga en el ciclo de la urea, conocida como toxicidad amoniacal (Noro & Wittwer, 2012).

Un alto consumo de proteína en la dieta estimula la producción de leche; sin embargo, aumenta también las concentraciones de nitrógeno ureico en la sangre (BUN) y en la leche (MUN), con pérdida de N por parte del animal (Grings et al., 1991); altera la composición del fluido uterino, disminuye el pH uterino, disminuye el colesterol plasmático (Moharrery, 2004), disminuye la progesterona plasmática (Jordan & Swanson, 1979) y disminuye la tasa de concepción (Rhoads et al., 2004). Las concentraciones de BUN que exceden los 20 mg/dL están asociadas con reducidas tasas de concepción en vacas lactantes (Ferguson et al., 1993), por lo que BUN y MUN son los indicadores más útiles del metabolismo y el estado de la nutrición proteica en vacas lecheras, siendo la leche la muestra que posibilita el monitoreo no invasivo de campo (Roseler et al., 1993).

Los niveles altos de proteína en la dieta, por encima de los requerimientos, están asociados con una menor fertilidad, de manera que la alfalfa como pasto de mayor uso en la alimentación de vacas lecheras, por su alto contenido de proteína cruda (15-25%), incrementa la concentración de PUN, desde 16.6 hasta 22.6 mg/dL, que disminuye el pH luminal del útero, desde 7.08 hasta 6.88, lo que afecta



la sobrevivencia del embrión y consecuentemente la fertilidad de las vacas lecheras (Rhoads et al., 2004). Los niveles altos de RDP y RUP en la dieta generan altos niveles de PUN y MUN (Moharrery, 2004): los altos niveles de PUN y MUN (>19 mg/dL) comprometen la tasa de preñez (Butler et al., 1996) o 20 mg/dL (Ferguson et al., 1993) disminuyen en 20% la tasa de preñez después de la inseminación artificial en vacas lecheras lactantes, debido a que comprometen la subsecuente capacidad de los ovocitos para desarrollar a blastocistos, siendo sensibles a este efecto los ovocitos recuperados de folículos de tamaño medio (Sinclair et al., 2000). Las vacas con MUN <10 mg/dL tienen 2.5 veces más probabilidad de quedar preñadas que las vacas con MUN >15.4 mg/dL (Rhoads et al., 2004).

Así mismo, el amoníaco resultante de la desaminación de aminoácidos y glutamina, es la otra fuente tóxica del nitrógeno que puede afectar la salud de las vacas. Un estudio *in vitro* con línea celular epitelial mamaria bovina (MAC-T) indica que el amoníaco estimula la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) intracelular, disminuye el potencial de la membrana mitocondrial, interrumpe la homeostasis del ion calcio intracelular ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e induce la apoptosis celular. El amoníaco también reduce la viabilidad celular y aumenta la apoptosis celular al activar la fosforilación de la vía p53, la vía apoptótica mitocondrial, las expresiones de Bax, caspasa 8, caspasa 9, caspasa 3 que involucran al cotransportador  $\text{Na}^+ \text{K}^+ 2\text{Cl}$ ; sin embargo, la bumetanida, un inhibidor específico del cotransportador de  $\text{Na}^+ \text{K}^+ 2\text{Cl}$ , curiosamente elimina los efectos dañinos del amoníaco en las células (Wang et al., 2018).



#### 2.5.4. Desempeño reproductivo

La eficiencia reproductiva de un hato es un factor clave en la producción de ganado lechero, ya que influye significativamente en los costos de producción. Entre los parámetros más relevantes se incluyen: número de servicios por concepción, intervalo entre partos, días abiertos, edad al primer parto, intervalo entre el parto y el primer celo, e intervalo entre el parto y el primer servicio. Estos indicadores son esenciales para evaluar y optimizar la eficiencia reproductiva, lo que resalta su importancia en el rendimiento general de las vacas lecheras (Mariscal et al., 2016).

Los parámetros reproductivos son indicadores del desempeño de un hato. Estos indicadores nos permiten identificar las oportunidades de mejora, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas y enfermedades reproductivas en estadios tempranos. La eficiencia reproductiva de un animal a lo largo de su vida está determinada por la edad al primer parto y por el intervalo entre cada parto subsecuente. En ganado productor de leche se busca que las vaquillas alcancen la pubertad a una edad de 15 a 21 meses, para que queden gestantes y su primer parto sea entre los 2 y 2.5 años de edad; además que las vacas tengan un intervalo entre partos de 365 días o menos, considerando que la gestación tiene una duración de 275 a 290 días (Intagri, 2018).

## CAPÍTULO III

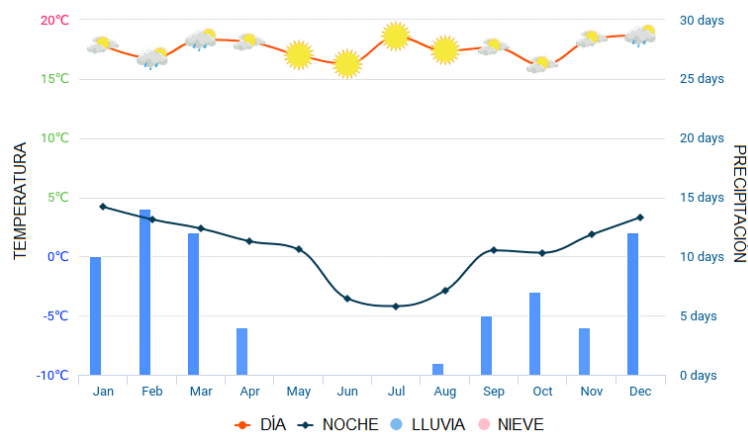
### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁMBITO EXPERIMENTAL

El trabajo se realizó en el Centro Experimental Illpa (CE-Illpa) de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno (UNA-Puno) y en la Estación Experimental Illpa (EE-Illpa) del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), entre los meses de noviembre 2023 y junio 2024, con un seguimiento de 8 meses; es decir, desde el primer ciclo de crecimiento posdormancia hasta el último ciclo de crecimiento predormancia de dos cultivares. Ambos centros o estaciones experimentales están ubicados en el distrito de Paucarcolla, provincia y Dpto. de Puno, a una altitud de 3845 m, 16°14'50" S y 69°05'30" O (SENAMHI, 2024).

#### Figura 3

*Clima de Puno-Perú: Promedio mensual de temperatura y precipitación*



#### 3.2. PASTIZALES

Los pastizales estuvieron conformados por alfalfa dormante W350 en monocultivo (alfalfa) en el CE-Illpa de la UNA-Puno, instalada en un área de 5 ha, y

alfalfa dormante W350 asociada con dactilis (alfalfa-dactilis) en la EE-IIIpa del INIA, en un área de 5 ha.

### 3.3. ANIMALES

El estudio se realizó con una muestra de 15 vacas lecheras de la raza Brown Swiss de 1ra, 2da y 3ra lactación, entre PPC y PDP, por cada centro experimental, para las mediciones de la producción de leche; 20 vacas en CE-IIIpa, alimentadas con alfalfa, durante 7 horas de pastoreo (8 am – 3 pm), y 33 vacas en EE-IIIpa, alimentadas con alfalfa asociada con dactilis, durante 7 horas de pastoreo.

**Tabla 1**

*Tamaño de muestra para la producción y reproducción de vacas lecheras*

| <b>Variable evaluada</b> | <b>Alfalfa (CE-IIIpa)</b> | <b>Alfalfa-dactilis (EE-IIIpa)</b> |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Producción de leche      | 15 vacas                  | 15 vacas                           |
| Edad de las vacas (años) | 6.06 ± 2.31, 38.0%        | 6.71 ± 1.9, 28.4%                  |
| Peso vivo, kg            | 528.4 ± 58.9, 11.2%       | 555.03 ± 49.46, 8.9%               |
| Desempeño reproductivo   | 20 vacas                  | 33 vacas                           |

Peso vivo de las vacas:  $\bar{x} \pm s$ , CV%

Ambos hatos estuvieron en sistema mixto (pastoreo y estabulación), alimentación con pastos cultivados de alfalfa en monocultivo (CE-IIIpa) y alfalfa asociada con dactilis (EE-IIIpa), suplementadas con heno de avena en los períodos de ordeño. El consumo de alimento de los animales (pastos y forrajes), fue calculado mediante el balance de energía, para lo cual fue necesario estimar los requerimientos energéticos de las vacas por el método factorial a partir del peso vivo, actividad física nivel producción y cambio de peso.

El cálculo de los requerimientos nutricionales tomó como modelo animal, una

vaca lechera adulta de 500 kg de peso vivo, produciendo 15 kg de leche con 3.8% de grasa, en ambiente termoneutro, sistema mixto, pastoreo 6 horas, y un cambio de peso esperado de 0.25 kg por efecto de la lactación.

Los requerimientos energéticos de las vacas se estimaron mediante modelos de predicción en método factorial, considerando mantenimiento, actividad física, producción y cambio de peso por efecto de la lactación (Tabla 2). en forma similar los requerimientos de proteína cruda fueron estimados mediante modelo de predicción (NRC, 2001), considerando mantenimiento, producción y cambio de peso. El cambio de peso esperado por efecto de la lactación se estimó como el promedio de la pérdida de proteína (12.5%) del mantenimiento (Liu et al., 2021).

**Tabla 2**

*Requerimientos de energía y proteína cruda de vaca lechera adulta*

| Requerimiento       | Modelo de predicción                                      | ENL<br>(kcal/día) | Fuente                   |
|---------------------|---|-------------------|--------------------------|
| Energía:            |   |                   |                          |
| Mantenimiento       | $ENL_M = 96 * W^{0.75}$                                   | 10151             | (Ellis et al., 2006)     |
| Actividad física    | $ENL_{AF} = 1.2 * h * W^{0.75}$                           | 761               | (Rochinotti, 1998)       |
| Lactación           | $ENL_L = 749 * LCG 4\%$                                   | 10898             | (NRC, 2001)              |
| Cambio de peso      | $ENL_{\Delta W} = 5100 * kg \Delta W$                     | 1275              | (NRC, 2001)              |
| Requerimiento total | $ENL_{total} = ENL_M + ENL_{AF} + ENL_L + ENL_{\Delta W}$ | 23085             |                          |
| Proteína:           |   |                   |                          |
| PN de mantenimiento | $PN_M, g/d = 6.32 * W^{0.75}$                             | 668.3             | (Silva & Oliveira, 2023) |
| PM de mantenimiento | $PM_M, g/d = PN_M / k_{PN/PM}$                            | 947.9             | (Silva & Oliveira, 2023) |
| PN de lactación     | $PN_L, g/d = PL_{kg/d} * PTL_{g/kg \text{ leche}}$        | 515.7             | (Silva & Oliveira, 2023) |
| PM de lactación     | $PM_L, g/d = PN_L / k_{PN/PM}$                            | 731.5             | (Silva & Oliveira, 2023) |
| Requerimiento total | $PM, g/d = PM_M + PM_L$                                   | 1679.4            | (Silva & Oliveira, 2023) |

ENL: energía neta de lactación; W: peso vivo del animal (kg); h: horas de pastoreo; LCG: leche corregida a grasa (kg);  $\Delta W$ : cambio de peso vivo; LCG: leche corregida a grasa,  $LCG 4\% = (0.4 + 0.15 G) * kg$  de leche.  $PN_M$ : proteína neta de mantenimiento;  $PM_M$ : proteína metabolizable de mantenimiento;  $PN_L$ : proteína neta de lactación;  $PM_L$ : proteína metabolizable de lactación;  $k_{PN/PM} = 0.705$ : eficiencia de conversión de proteína metabolizable (PM) a proteína neta (PN). PL: producción de leche (kg/d); PTL, proteína total en la leche (g/kg de leche) = PC leche x 0.955 (g/kg de leche). Contenido de proteína en la leche: 3.5% (36 g/L).





### 3.4. METODOLOGÍA

#### 3.4.1. Determinación de la producción forrajera de alfalfa y alfalfa-dactilis

La producción forrajera de alfalfa y alfalfa-dactilis, en sus tres estados fenológicos [rebrote, crecimiento, inicio de floración (o punto de corte)] se determinó mediante el método de muestreo sistemático por corte en cuadrante en transecto lineal (Buckland et al., 2007). La técnica consistió en ubicar un punto específico en la zona de estudio, y a partir de este punto, ubicar los subsiguientes puntos de muestreo en un transecto lineal en toda la zona de estudio (Mostacedo & Fredericksen, 2000), en un número de 6 puntos de muestreo por área de estudio, tanto en CE-Illpa, como en EE-Illpa.

El pasto se cortó en un área delimitada por un cuadrante metálico de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de 0.50 x 0.50 m (0.25 m<sup>2</sup>) (Anexo foto 8). Las muestras de biomasa aérea fresca removidas de los cuadrantes fueron empaquetadas en bolsas de polipropileno a fin de prevenir la pérdida de humedad, y enviadas de inmediato al laboratorio (15 km de autopista asfaltada), para su procesamiento y el análisis de humedad y materia seca, mediante secado por convección a 60°C, por un tiempo mínimo de 72 horas (Donnelly et al., 2018).

El proceso consistió en los siguientes pasos:

- a) Colocar aleatoriamente en el transecto lineal el cuadrante de 0.25 m<sup>2</sup>.
- b) Cortar el follaje disponible en el cuadrante a una altura de 2.5 cm del suelo.
- c) Envasar la muestra en una bolsa de polipropileno y registrar el peso fresco.
- d) Seleccionar la muestra fresca separándola del material extraño presente.
- e) Picar la muestra en fragmentos de 5 cm a fin de colocar en la bolsa de papel.



- f) Pesar en una bolsa de papel de peso conocido y libre de humedad, 200 g de la muestra fresca picada (peso 1).
- g) Secar la muestra en estufa de convección a 60°C por un mínimo de 72 horas.
- h) Registrar el peso de la muestra secada (peso 2).

La materia seca (MS) corresponde a la cantidad de material residual que queda después de la emisión de la humedad de la muestra fresca.

$$\text{Agua perdida (g)} = \text{Peso 1} - \text{Peso 2}$$

$$H^{\circ}, \% = \frac{\text{Agua perdida (g)}}{\text{Muestra fresca analizada (g)}} * 100$$

La materia seca de la muestra es la diferencia de la humedad con relación al total.

$$MS^{\circ}, \% = 100 - \%H^{\circ}$$

La producción forrajera de materia fresca (t/ha) y materia seca (t/ha) se calculó a través de fórmulas matemáticas (Kosmowski et al., 2021), donde la producción de materia fresca (MF) y materia seca (MS) se calculó como:

$$MF, t/ha = MF(kg) \text{ del cuadrante} * 4 * 10000/1000$$

$$MS, t/ha = MF(t) * \%MS$$

### 3.4.2. Determinación del desempeño productivo de las vacas

El desempeño productivo de las vacas se determinó midiendo la producción de leche mediante ordeño mecanizado 2X (mañana y tarde) de vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa asociada con dactilis, y el examen de los registros



de producción que obran tanto en CE-Illpa como en EE-Illpa, durante el ciclo de la lactancia correspondiente a la época de lluvias.

### 3.4.3. Determinación del desempeño reproductivo de las vacas

El desempeño reproductivo de las vacas se determinó a través de los registros para ambos centros en el ganado vacuno productor de leche (Dayyani et al., 2013).

**Intervalo parto-parto (IPP):** el tiempo transcurrido entre los dos últimos partos, o el periodo entre dos partos consecutivos, como la suma del intervalo parto-concepción más la duración promedio de la gestación.

**Intervalo parto-primer servicio (IPPS):** el tiempo transcurrido entre el último parto y el primer servicio natural o artificial, el mismo que depende del reinicio de la función ovárica, la cantidad de periodos estrales no observados y la decisión de manejo del momento en que las vacas deben volver a ser servidas posterior al parto (también llamado período voluntario de espera, PVE). Las vacas fueron inseminadas por un mismo personal profesional asignado en cada Centro.

**Intervalo parto-concepción (IPC) o días abiertos:** los días vacíos o el tiempo desde el parto hasta la fecha de servicio en que se consigue la gestación confirmada.

**Número de servicios por concepción (NSC):** o número de servicios por preñez o gestación, es decir el número de servicios (montas o inseminaciones) realizados para lograr la preñez en una hembra.

En teoría, una preñez (una cría) puede obtenerse en un solo servicio; sin embargo, se requiere más de un servicio para lograr una preñez. Los valores de



1,3 son muy buenos, entre 1,5 y 1,6 son normales, pero por encima de 2 son muy malos. A nivel global, el número de servicio por concepción se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\text{SPC} = \frac{\text{Número de servicios}}{\text{Número de vacas preñadas}}$$

**Fertilidad general (FG):** la suma de las vacas diagnosticadas preñadas a la primera y segunda inseminación, dividido por el número total de vacas servidas, expresada en porcentaje.

$$\text{FG, \%} = \frac{\text{Número de hembras preñadas}}{\text{Número de hembras servidas}} * 100$$

Está dada por la fertilidad de las vacas al momento de ser inseminadas, indica la probabilidad y posibilidad de que una vaca quede preñada al momento de la inseminación, está vacía según la cantidad de inseminaciones que se realiza a las vacas, ya que puede ver vacas repetidoras las cuales van hacer que la fertilidad baje en su porcentaje. Cabe indicar que el porcentaje ideal para la raza Holstein Friesian a una explotación semi intensiva está en el rango de 50-55%.

#### 3.4.4. Análisis estadístico

Los datos fueron expresados en medidas de tendencia central y dispersión, tales como el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Los datos de la producción forrajera fueron evaluados mediante el análisis de varianza de dos vías (2 x 3) en diseño completamente al azar, con el tipo de cultivar como la primera variable independiente, con dos niveles (alfalfa y alfalfa-dactilis), y el estado fenológico como la segunda variable independiente, con tres niveles [rebrote, crecimiento, inicio de floración (o punto de corte)], sujeta a pruebas de

hipótesis de contraste bilateral ( $\alpha = 0.05$ ) (McHugh, 2013).

$H_0$ : la producción forrajera es similar entre cultivares y estados fenológicos.

$H_1$ : la producción forrajera es diferente entre cultivares y estados fenológicos.

El modelo aditivo lineal fijo tiene el supuesto de que hay  $a$  niveles del factor A y  $b$  niveles del factor B, y que cada réplica del experimento contiene todas las posibles combinaciones de tratamientos, es decir, contiene los  $ab$  tratamientos posibles.

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

con  $i = 1, 2, \dots, a$ ;  $j = 1, 2, \dots, b$

Donde:

$y_{ijk}$  : Variable respuesta.

$\mu$  : Media general.

$\alpha_i$  : Variación entre cultivares (alfalfa y alfalfa-dactilis).

$\beta_j$  : Variación entre estados fenológicos (rebrote, crecimiento, corte).

$\alpha\beta_{ij}$  : Interacción entre cultivares y estados fenológicos.

$\varepsilon_{ijk}$  : Variación entre observaciones.

Los datos de la producción de leche como los de reproducción de las vacas fueron evaluados mediante la prueba de comparación de medias con t-Student, con sus réplicas, sujetas a pruebas de hipótesis de contraste bilateral:

$H_0$ : ( $\mu_1 = \mu_2$ ) La producción de leche (o el desempeño reproductivo)



de las vacas es similar entre cultivares.

$H_1: (\mu_1 \neq \mu_2)$  La producción de leche (o el desempeño reproductivo) de las vacas es diferente entre cultivares.

Criterio de decisión:

Si p-valor es  $< \alpha 0.05$ , entonces se dice que existe deferencia significativa, por tanto se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) (Romero, 2012).

La varianza ponderada (o varianza común compartida entre las dos variables) se calculó con la siguiente fórmula:

$$S_p^2 = \frac{S_1^2(n_1 - 1) + S_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2}$$

El valor de t fue calculado mediante la siguiente fórmula para muestras independientes:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Donde:

t : prueba t de Student.

$\bar{x}_1$  : media del grupo de vacas alimentadas con alfalfa.

$\bar{x}_2$  : media del grupo de vacas alimentadas con alfalfa-dactilis.

$n_1$  : tamaño de la muestra de vacas alimentadas con alfalfa.

$n_2$  : tamaño de la muestra de vacas alimentadas con alfalfa-dactilis.

$S_p^2$  : varianza ponderada (o común) de los dos grupos de vacas.

$S_1^2$  : varianza del grupo de vacas alimentadas con alfalfa.



$S_2^2$  : varianza del grupo de vacas alimentadas con alfalfa-dactilis.

Las significancias fueron calculadas con el programa VassarStats de acceso libre (Lowry, 2021).

Los datos de la producción de leche como los de reproducción de las vacas fueron evaluados mediante la prueba de comparación de medias con t-Student, con sus réplicas, sujetas a pruebas de hipótesis de contraste bilateral:

Los datos de la fertilidad global de las vacas se analizaron mediante la prueba de Chi Cuadrado, cuya fórmula es la siguiente (Cedrón, 2017).

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

$\chi^2$  = Chi cuadrado

$O_i$  = valor observado

$E_i$  = valor esperado

Las hipótesis consideradas fueron las siguientes:

$H_0$ : La fertilidad global es similar entre las vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis.

$H_1$ : La fertilidad global es diferente entre las vacas alimentadas alfalfa y alfalfa-dactilis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ALFALFA Y ALFALFA-DACTILIS

La Tabla 3 resume los resultados del contenido de humedad y materia seca (%), así como la producción forrajera por corte y por campaña de 5 cortes (t/ha) en materia fresca y materia seca de alfalfa y alfalfa-dactilis, evaluados durante 8 meses de seguimiento y muestreo, desde el segundo ciclo de crecimiento pos-dormancia (noviembre, 2023), hasta el último ciclo de crecimiento pre-dormancia (junio, 2024). Los cultivares del primer ciclo de crecimiento pos-dormancia (Set-Oct, 2023) no fueron muestreados puesto que fue pastoreado por el ganado vacuno, en pleno rebrote, con plantas de 15 cm de altura, sin que hayan llegado al punto de corte o pastoreo.

**Tabla 3**

*Producción forrajera de alfalfa del CE-Illpa y alfalfa-dactilis de la EE-Illpa*

| Estado fenológico  | Alfalfa<br>( $\bar{x} \pm s$ , CV %) | Alfalfa-dactilis<br>( $\bar{x} \pm s$ , CV %) | Promedio<br>( $\bar{x} \pm s$ , CV %) | C      | F      | C * F  |
|--|--------------------------------------|---|---------------------------------------|--------|--------|--------|
| <b>3A: Altura de planta de alfalfa y alfalfa-dactilis (cm)</b>         |                                      |   |                                       |        |        |        |
| Rebrote  | 15.2 ± 2.8, 18.4                     | 15.9 ± 3.9, 24.5                              | 15.5 ± 3.2, 20.6                      |        |        |        |
| Crecimiento  | 28.2 ± 6.1, 21.6                     | 24.1 ± 6.2, 25.7                              | 27.4 ± 6.3, 23.0                      |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 34.6 ± 10.1, 29.2                    | 35.6 ± 11.5, 32.3                             | 35.1 ± 10.8, 30.8                     |        |        |        |
| Promedio   | 26.8 ± 10.2, 38.1                    | 28.2 ± 12.5, 44.3                             | 27.3 ± 11.1, 40.7                     | 0.5384 | <.0001 | 0.1970 |
| <b>3B: Contenido de humedad de alfalfa y alfalfa-dactilis (%)</b>      |                                      |   |                                       |        |        |        |
| Rebrote  | 78.3 ± 3.4, 4.3                      | 81.7 ± 1.0, 1.2                               | 79.6 ± 3.2, 4.0                       |        |        |        |
| Crecimiento  | 77.7 ± 4.6, 5.9                      | 77.1 ± 2.5, 3.2                               | 77.6 ± 4.3, 5.5                       |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 78.6 ± 3.0, 3.8                      | 74.0 ± 3.6, 4.9                               | 76.3 ± 4.0, 5.2                       |        |        |        |
| Promedio   | 78.1 ± 3.8, 4.9                      | 76.7 ± 4.4, 5.7                               | 77.6 ± 4.1, 5.3                       | 0.3164 | <.0001 | <.0001 |
| <b>3C: Contenido de materia seca de alfalfa y alfalfa-dactilis (%)</b> |                                      |   |                                       |        |        |        |
| Rebrote  | 21.7 ± 3.4, 15.7                     | 18.3 ± 1.0, 5.5                               | 20.4 ± 3.2, 15.7                      |        |        |        |
| Crecimiento  | 22.3 ± 4.6, 20.6                     | 22.9 ± 2.5, 10.9                              | 22.4 ± 4.3, 19.2                      |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 21.4 ± 3.0, 14.0                     | 26.0 ± 3.6, 13.8                              | 23.7 ± 4.0, 16.9                      |        |        |        |
| Promedio   | 21.9 ± 3.8, 17.4                     | 23.3 ± 4.4, 18.9                              | 22.4 ± 4.1, 18.3                      | 0.3163 | <.0001 | <.0001 |

Continua ...



| Estado fenológico  | Alfalfa            | Alfalfa-dactilis   | Promedio           | C      | F      | C * F  |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------|--------|--------|
| <b>3D: Producción forrajera de materia fresca de alfalfa y alfalfa-dactilis por corte (t/ha)</b>               |                    |                    |                    |        |        |        |
| Rebrote  | 13.3 ± 4.9, 36.8   | 12.5 ± 5.5, 44.0   | 13.0 ± 5.1, 39.2   |        |        |        |
| Crecimiento  | 20.0 ± 4.1, 20.5   | 14.1 ± 3.8, 27.0   | 18.8 ± 4.6, 24.5   |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 22.8 ± 5.1, 22.4   | 20.1 ± 7.3, 36.3   | 21.4 ± 6.4, 29.9   |        |        |        |
| Promedio   | 19.1 ± 5.9, 30.9   | 17.0 ± 7.2, 42.4   | 18.3 ± 6.4, 35.0   | 0.0006 | <.0001 | 0.0636 |
| <b>3E: Producción forrajera de materia seca de alfalfa y alfalfa-dactilis por corte (t/ha)</b>                 |                    |                    |                    |        |        |        |
| Rebrote  | 2.9 ± 1.1, 37.9    | 2.3 ± 1.0, 43.5    | 2.7 ± 1.1, 40.7    |        |        |        |
| Crecimiento  | 4.4 ± 1.1, 25.0    | 3.2 ± 0.7, 21.9    | 4.2 ± 1.1, 26.2    |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 4.9 ± 1.3, 26.5    | 5.1 ± 1.9, 37.3    | 5.0 ± 1.6, 32.0    |        |        |        |
| Promedio   | 4.2 ± 1.4, 33.3    | 4.0 ± 1.9, 47.5    | 4.1 ± 1.6, 39.0    | 0.0142 | <.0001 | 0.0227 |
| <b>3F: Producción forrajera de materia fresca de alfalfa y alfalfa-dactilis por campaña de 5 cortes (t/ha)</b> |                    |                    |                    |        |        |        |
| Rebrote  | 66.7 ± 20.3, 30.4  | 62.7 ± 27.4, 43.7  | 65.2 ± 25.2, 38.7  |        |        |        |
| Crecimiento  | 99.9 ± 20.4, 20.4  | 70.6 ± 18.8, 26.6  | 94.1 ± 23.2, 24.7  |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 113.9 ± 25.5, 22.4 | 100.6 ± 36.7, 36.5 | 107.3 ± 32.1, 29.9 |        |        |        |
| Promedio   | 95.6 ± 29.4, 30.8  | 84.8 ± 35.9, 42.3  | 91.7 ± 32.3, 35.2  | 0.0006 | <.0001 | 0.0636 |
| <b>3G: Producción forrajera de materia seca de alfalfa y alfalfa-dactilis por campaña de 5 cortes (t/ha)</b>   |                    |                    |                    |        |        |        |
| Rebrote  | 14.5 ± 5.3, 36.6   | 11.4 ± 4.9, 43.0   | 13.3 ± 5.3, 39.8   |        |        |        |
| Crecimiento  | 22.0 ± 5.4, 24.5   | 16.0 ± 3.6, 22.5   | 20.8 ± 5.3, 25.5   |        |        |        |
| Inicio flor (corte)  | 24.5 ± 6.4, 26.1   | 25.7 ± 9.2, 35.8   | 25.1 ± 7.9, 31.5   |        |        |        |
| Promedio   | 20.8 ± 6.9, 33.2   | 20.0 ± 9.8, 49.0   | 20.5 ± 8.1, 39.5   | 0.0142 | <.0001 | 0.0227 |

C: cultivar (alfalfa, alfalfa-dactilis); F: estado fenológico [rebrote, crecimiento, inicio de floración (o punto de corte)]; C\*F interacción cultivar\*estado fenológico.

Los efectos principales del análisis de varianza indican que la altura de planta fue similar entre alfalfa y alfalfa-dactilis, pero diferente entre estados fenológicos ( $p < 0.05$ ), con promedios de  $15.5 \pm 3.2$  cm en rebrote,  $27.4 \pm 6.3$  cm en crecimiento, y  $35.1 \pm 10.8$  cm en inicio de floración (o punto de corte). Las plantas no cosechadas en el inicio de floración (o punto de corte) continuaron creciendo alcanzando una altura de  $52.7 \pm 13.8$  cm en floración plena y  $64.2 \pm 11.6$  cm en pos-floración (Tabla 3).

Los análisis de varianza (ANOVA) de los datos de la producción forrajera, producción de leche y reproducción, en muchos casos reporta un p-valor bastante pequeño ( $<.0001$ ), lo cual es necesario aclarar. El proyecto se planteó utilizar un nivel de significancia de 5% ( $\alpha = 0.05$ ), como la probabilidad de rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ); sin embargo, los resultados expresaron un p-valor mucho menor que el nivel de significancia ( $p\text{-valor} < \alpha$ ), lo que significa que la hipótesis nula es del todo increíble, y



por tanto, es causal de rechazo (Romero, 2012).

El estado fenológico, como es obvio, tuvo efecto en la altura de planta ( $p < 0.05$ ), puesto que las plantas, conforme fueron creciendo evidenciaron una altura mayor y una mayor biomasa aérea. No hubo interacción entre tipo de cultivar y estado fenológico, puesto que ambos cultivares mostraron similar altura de planta, sin dependencia de los factores. El crecimiento de las plantas fue registrado a los 14 (rebrote), 28 (crecimiento), 42 (inicio de floración), 56 (floración plena) y 72 días pos-floración.

El inicio de floración se observó en el tercer muestreo, a los 42 días de crecimiento pos-rebrote, cuando las plantas tenían una altura promedio de  $35.1 \pm 10.8$  cm, momento del punto de corte o pastoreo. Las plantas no cosechadas en este estado continuaron creciendo, alcanzando una altura de  $52.7 \pm 13.8$  cm en la floración plena a los 56 días, y  $64.2 \pm 11.6$  cm en la pos-floración a los 72 días (Tabla 3, 3A). A partir del período de crecimiento ( $x$ ) como la variable independiente, y la altura de planta como la variable dependiente ( $y$ ), se puede establecer la relación lineal para predecir el valor de la altura de planta a partir del período de crecimiento. La mejor relación está dada por la ecuación polinómica de grado  $n$ , con un alto coeficiente de determinación (Figura 4).

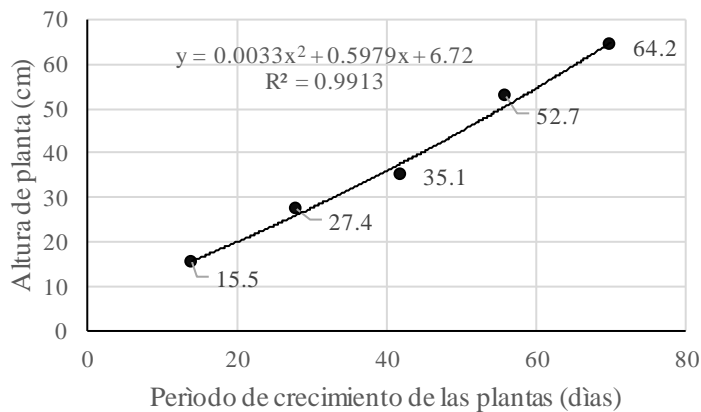
$$y = 0.0033x^2 + 0.5979x + 6.72 \quad (R^2 = 0.9913)$$

Los resultados concuerdan con el reporte del Manual de Producción de Pasturas en los Valles Interandinos del INIA, que recomienda hacer el primer corte de la alfalfa, cuando las plantas tengan una altura de 30 cm, la misma que debe ser alcanzada entre los 45 a 60 días luego de la siembra. Los demás cortes o pastoreos de producción deben hacerse en un período no menor de 30 días ni mayor de 50 días, puesto que pasado este periodo la planta envejece, pierde su valor nutritivo, baja su velocidad de rebrote,

disminuye el número de cortes por campaña y la producción forrajera (Mamani et al., 2011).

#### Figura 4

*Predicción de la altura de planta a partir del período de crecimiento.*



La alfalfa y la alfalfa-dactilis son plantas de alta humedad, con un contenido de agua similar entre cultivares, pero diferente entre estados fenológicos ( $p < 0.05$ ). El promedio de humedad fue de  $77.6 \pm 4.1$  % (Tabla 3, 3B). El contenido de materia seca fue también similar entre alfalfa y alfalfa-dactilis, con un promedio de  $22.4 \pm 4.1$  % (Tabla 3, 3C).

El agua en las plantas es un componente esencial para la germinación de semillas, la formación de tejidos, el enfriamiento de las plantas, la elaboración de alimentos y la absorción y transporte de nutrientes; siendo por tanto, el parámetro más crítico de las interacciones entre la superficie terrestre y la atmósfera, con efecto considerable en el ciclo hídrico terrestre estacional, debido a que la cantidad de agua contenida en la canopia tiene efectos profundos en los procesos fisiológicos de la evapotranspiración, la fotosíntesis y el balance hídrico del ecosistema (Osakabe et al., 2014).



La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una planta que requiere de mucha agua; sin embargo, se cultiva en zonas con escasez de agua, lo cual genera preocupación por la posible exacerbación de la actual crisis hídrica mundial (Li et al., 2023); sin embargo, crece muy bien en el Altiplano, en secano, donde hay una baja presión atmosférica y una menor presión parcial de oxígeno, clima frígido, con una gran amplitud térmica (30 °C), -5 °C por la noche y 25 °C al mediodía. Las únicas fuentes de agua en la zona de estudio fueron las lluvias de primavera, verano y otoño, con una precipitación acumulada anual de 610 mm, siendo los meses de diciembre-marzo los más lluviosos. El período de lluvias 2023-2024 estuvo bajo la influencia de El Niño Costero y El Niño Global. Las precipitaciones en el departamento de Puno presentaron variaciones entre septiembre de 2023 y abril de 2024, desde normales hasta superiores a lo normal, con incrementos que oscilaron entre el +15% y el +60% (Senamhi, 2024). El Niño Costero inició súbitamente en febrero de 2023 alcanzando las condiciones de “cálida fuerte” en el mes de julio, mientras que El Niño global (Pacífico central) inició en mayo de 2023 con un pico de condición “cálida muy fuerte” en diciembre. Ambos eventos empezaron su declive gradual pasado el pico máximo, y El Niño Costero culminó oficialmente en marzo 2024 con la categoría cálida débil. En abril de 2024 las condiciones que predominaron en el Pacífico oriental (región Niño 1+2) fueron neutrales empezando a reportarse anomalías negativas, mientras que en el Pacífico central (región Niño 3.4) aún se mantenía la condición de cálida débil.

La raíz pivotante larga de la alfalfa penetra más profundamente en el perfil del suelo que la mayoría de los demás cultivos con raíces más fibrosas y superficiales, alcanzando profundidades de hasta 6.1 m (Silvertooth, 2023), por lo que las zonas con cultivos intensivos de alfalfa muestran una correlación entre el aumento del crecimiento de la alfalfa y la disminución de los niveles de agua subterránea (Ford, 2022), con una



relación parabólica entre el consumo de agua y la producción de biomasa de la alfalfa, donde un nivel de déficit del 90% del riego completo en regiones semihúmedas funciona para maximizar el agua, mientras que los niveles de déficit del 80% del riego completo y del 60% del riego completo son más apropiados en regiones semiáridas y áridas, respectivamente, para maximizar el ingreso neto por unidad de agua, siendo fundamental las propiedades relacionadas con el agua de la vegetación para comprender los componentes clave del ciclo hidrológico y la variación del agua en las cuencas hidrográficas (Li et al., 2023).

La producción de materia fresca por cada corte fue diferente entre cultivares ( $p < 0.05$ ), así como entre estados fenológicos ( $p < 0.05$ ), con un promedio de  $22.8 \pm 5.1$  t/ha para alfalfa y  $20.1 \pm 7.3$  t/ha para alfalfa-dactilis (Tabla 3, 3D). El estado de rebrote, como es obvio, tuvo la menor producción de materia fresca, incrementando en el estado de crecimiento y el inicio de floración (o corte), así como en floración plena y posfloración 56 días de crecimiento vegetativo, con una tasa de crecimiento de 0.46 t/día, que las hace como cultivares dinámicos que secuestran CO<sub>2</sub> atmosférico y agua del suelo a través de la fotosíntesis, acumulando biomasa vegetal que constituye el alimento para el ganado herbívoro, dándole sostenibilidad agrícola.

El muestreo de estos cultivares en sus estados fenológicos durante los 8 meses de seguimiento (Nov. 2023 - Jun. 2024) evidenció que, con un manejo oportuno del corte o cosecha en inicio de floración, los cultivares experimentan 5 ciclos de crecimiento, posibilitando 5 cortes o cosechas por campaña, con un tamaño de planta de  $35.1 \pm 10.8$  cm por corte, pudiendo alcanzar una producción forrajera de materia fresca de  $113.9 \pm 25.5$  t/ha para alfalfa y  $100.6 \pm 36.7$  t/ha para alfalfa-dactilis (Tabla 3, 3F). A estos valores hay que agregarle la producción forrajera del primer ciclo de crecimiento pos-dormancia



(Set-Oct 2023), el mismo que no fue muestreado ni registrado, puesto que fue pastoreado por el ganado cuando apenas las plantas estuvieron en proceso de rebrote, sin que hayan alcanzado el punto de corte o pastoreo, con lo que el número de cortes y la producción forrajera por campaña aumentarían en valor.

La producción forrajera de materia seca por corte fue diferente entre los cultivares evaluados ( $p < 0.05$ ), entre los estados fenológicos ( $p < 0.05$ ), así como en la interacción cultivares-estados fenológicos ( $p < 0.05$ ), con la misma tendencia que la producción forrajera de materia fresca por corte, con promedios de  $4.9 \pm 1.3$  t/ha para alfalfa y  $5.1 \pm 1.9$  t/ha para alfalfa-dactilis (Tabla 3, 3E), por lo que en los 5 ciclos de crecimiento registrados en estos cultivares, la producción forrajera de materia seca alcanza a una cantidad de  $24.5 \pm 6.4$  t/ha para alfalfa y  $25.7 \pm 9.2$  t/ha para alfalfa-dactilis (Tabla 3, 3G). Estos resultados superan los valores reportados para la alfalfa no dormante de la variedad Caravelí cultivada en la costa de Huaral (altitud 188 m), cuya producción de materia seca por corte fue de 3.93 t/ha (Bazán et al., 2017); también superan los valores reportados para la alfalfa no dormante del desierto de Arizona-USA (altitud 1200 m), considerado como el espacio de la mayor producción de alfalfa en el mundo, donde la alfalfa se cosecha entre los meses de marzo y noviembre, con ciclos de corte que varían entre 28 y 32 días, con una producción de materia seca de 20 t/ha por campaña de 9-12 cortes por año, una vida media de tres a cuatro años, que puede disminuir si se reducen los intervalos de corte (Husman, 1992; Silvertooth, 2023).

Los resultados encontrados en el trabajo son contradictorios con los reportes de la influencia de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y producción de alfalfa W-350 (Choque-Lázaro, 2013), donde el mejor rendimiento de materia seca se obtuvo con una altura de corte de 5 cm y una frecuencia de corte de cada 37 días, con un total de 1166 kg/ha por corte y 5832 kg/ha por campaña de 4 cortes. Estos reportes son demasiado bajos



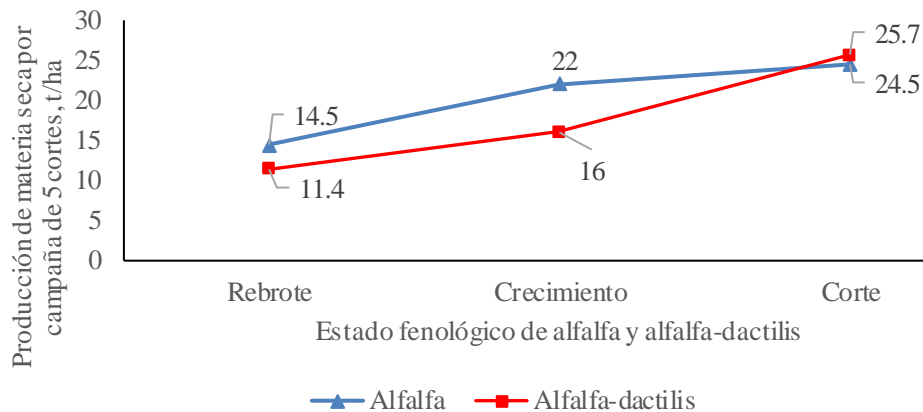
para el desempeño productivo de la alfalfa W-350, puesto que este cultivar, manejado con una adecuada altura y frecuencia de corte produce más de 20 t/ha por campaña de 5 cortes, tal como se evidenció en el presente trabajo.

La alfalfa W350 cultivada en el Altiplano, codificada con dormancia 3.8, dada las condiciones climáticas adversas de los Andes, debería tener un crecimiento más lento y una menor producción que la alfalfa no dormante de la costa o del desierto de Arizona; sin embargo, los registros evidenciaron su alta capacidad forrajera de importancia para la alimentación de vacas lecheras (Rivera et al., 2016); así como ventajas adicionales, tales como su tolerancia a la escases de agua, gracias a su sistema radicular profunda que le permite aprovechar las reservas de humedad del suelo; su capacidad de entrar en dormancia en condiciones de estrés hídrico y recuperar su crecimiento normal, una vez liberado del estrés hídrico; su tolerancia moderada a la sal que le posibilita adaptarse mejor a las condiciones secas con alta salinidad; su alto rendimiento para producir hasta 20 t de MS/ha, similar a la observada en el desierto de Arizona; y su capacidad de fijar el nitrógeno en sus raíces, mejorando la fertilidad del suelo (Kim et al., 2015).

Los efectos simples del análisis de varianza indican que la alfalfa y la alfalfa-dactilis en rebrote tuvieron una producción de materia seca diferente ( $p < 0.05$ ), con un promedio de  $14.5 \pm 5.3$  vs  $11.4 \pm 4.9$  t/ha, respectivamente; luego, durante el crecimiento, la producción de materia seca mantuvo la misma tendencia, terminando el estado de corte con una producción forrajera similar ( $24.5 \pm 6.4$  vs  $25.7 \pm 9.2$  t/ha) (Tabla 3, 3G).

### Figura 5

*Producción forrajera de materia seca (t/ha) por campaña de 5 cortes de alfalfa (CE-Illpa-UNA) y alfalfa-dactilis (EE-Illpa-INIA), en rebrote, crecimiento y corte*



El seguimiento durante los 8 meses de muestreo, desde el 8 de noviembre del 2023, hasta el 19 de junio del 2024, permitió observar que la alfalfa y la alfalfa-dactilis experimentan 5 ciclos de crecimiento, por lo que la producción forrajera de materia fresca por campaña anual en el punto de corte fue de  $113.9 \pm 25.5$  t/ha para alfalfa y  $100.6 \pm 36.7$  t/ha para alfalfa-dactilis.

Los resultados son concordantes con los reportes donde la alfalfa tiene altos rendimientos de materia verde (más de  $80 \text{ t ha}^{-1}$ ) y de materia seca (aprox.  $20 \text{ t ha}^{-1}$ ), de mucha utilidad en el desarrollo de la ganadería y la economía (Radović et al., 2009); similar producción a la alfalfa no dormante del desierto de Arizona de América del Norte, donde a una altitud de 1200 metros, la alfalfa con 9 a 12 cortes por año, alcanza una producción forrajera de materia seca de 20 t/ha (Silvertooth, 2023).

La alfalfa inició el rebrote a mediados del mes de setiembre con las primeras lluvias y el cambio de estación de invierno a primavera. A mediados del mes de octubre se observó una alfalfa de unos 10-15 cm de altura de planta (Figura 5, anexo 1), cuando fue pastoreado por el ganado vacuno, antes de que las plantas alcancen el punto del corte





(o pastoreo), dado que en este periodo ya no hay suficientes forrajes conservados ni suficientes pastos para la alimentación del ganado, por lo que el primer rebrote pos-dormancia fue consumida por los animales, sin la evaluación correspondiente. La evaluación se realizó a partir del 8 de noviembre del 2023, en el segundo ciclo de crecimiento pos-dormancia, hasta el 19 de junio del 2024, es decir, hasta el último ciclo de crecimiento pre-dormancia, por muestreo cada 14 días, habiéndose registrado un total de 5 ciclos de crecimiento; sin embargo, considerando el primer ciclo de crecimiento que fue consumido por los animales, sin la evaluación correspondiente, la alfalfa, con un manejo adecuado, alcanzaría quizá a 6 ciclos de crecimiento por campaña, lo cual falta estudiar.

Los estudios sobre la fisiología vegetal indican que en las grandes altitudes las tasas de fotosíntesis ( $A_n$ ) de las plantas herbáceas incrementan en 16 %, en arbustos 60 %, y en los árboles 43 %, comparado a áreas de baja altitud (Zhai et al., 2024). El altiplano de los Andes de Perú es una zona ubicada a una altitud mayor a 3825 m, con un cielo abierto, despejado y sol radiante, con una mayor intensidad de luz y calor, donde la alta intensidad de luz ( $400-600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) mejora el rendimiento y la calidad de la alfalfa, al mismo tiempo que promueve el metabolismo del nitrógeno y los aminoácidos (Chen et al., 2023). La densidad del flujo de fotones a una intensidad de luz de  $400-500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  mejora significativamente la orientación de las hojas hacia el sol y aumenta la regulación de los genes de las enzimas del ciclo de Calvin, aumentando así la capacidad fotosintética, la acumulación de carbohidratos, acompañada de una regulación positiva de los genes y un aumento de la actividad de las enzimas relacionadas con la síntesis de sacarosa y almidón y las implicadas en el metabolismo del carbono (Tang et al., 2022), lo cual sería la condición óptima para la producción de alfalfa.

El corte de la alfalfa se realiza normalmente cuando el cultivar alcanza el 10% de



floración o cuando emerge el 50% de rebrotes basales, como señal de equilibrio entre la cantidad y la calidad del forraje (Testa et al., 2011), donde la temperatura media diaria del aire tiene un efecto pronunciado en el intervalo de corte, puesto que la planta, en su ciclo de crecimiento experimenta varias etapas metabólicas con relación al uso de la energía, siendo la raíz su principal almacén de carbohidratos y la reserva de energía para apoyar el inicio del rebrote y otros procesos metabólicos, dado que el rendimiento forrajero está estrechamente asociado con las reservas de carbohidratos no estructurales totales en las raíces (Al-Hamdani & Todd, 1989).

La alfalfa cultivada en climas templados como los del Altiplano experimenta una aclimatación al frío en otoño, dormancia en invierno, desaclimatación y rebrote en primavera, y un crecimiento sostenido durante el verano cuando la temperatura del aire aumenta y las precipitaciones pluviales acompañan su crecimiento, para lo cual, adquiere un nivel adecuado de tolerancia a las heladas, que se mantiene durante varios meses, y luego se desaclimata después de los ciclos de congelación y descongelación de principios de primavera (Liu et al., 2022) (Liu et al., 2019). El crecimiento sostenido durante el verano, cuando se requiere el mayor beneficio de su potencial forrajero, implica en la planta, la alternancia de un metabolismo energético dinámico de tres fases: carga, descarga y recarga, con una fase de transición en la que cesa la descarga y se activa la recarga. El primer rebrote de primavera, cuando la alfalfa despierta de su dormancia de invierno, implica la descarga de energía; es decir, el consumo de su reserva de energía almacenada en la raíz como carbohidratos no estructurales (almidón, sacarosa, rafinosa y estaquiosa) para atender esta primera fase de crecimiento (Dhont et al., 2002). Luego sucede una dinámica secuencial coordinada de recambio de las reservas de energía, entre la canopia foliar fotosintética y la raíz que almacena las reservas, conectado por el tallo



que transporta la savia, y sobre todo la base del tallo que actúa como regulador de los procesos metabólicos y endocrinos de la planta (Gao et al., 2024).

El rebrote implica el consumo de la energía almacenada, hasta que la fotosíntesis pueda invertir el proceso. El pastoreo continuo de la alfalfa agota las reservas de energía de la planta reduciendo la emergencia del siguiente rebrote, o incrementa el intervalo de rebrote-rebote; y la reducción en el intervalo de rebrote, disminuye la producción de alfalfa en el siguiente año (Dhont et al., 2002).

A la segunda semana de iniciado el rebrote, cuando la planta está en crecimiento inicia la recarga de energía cuando la planta empieza a almacenar carbohidratos en la corona y la raíz hasta completar la reserva. El indicador más importante de la recarga completa de reservas es el brote de las primeras flores o el brote de las ramas basales o hijuelos, indicando el punto de corte o pastoreo. A partir de esta base se puede indicar que el pastoreo temprano, como el observado con la alfalfa de 10-15 cm de altura de planta, remueve la planta con las reservas en pleno procesos de descarga, sin que pueda haber hecho la recarga de energía, con lo que se pone en riesgo la posibilidad del siguiente rebrote, con pérdida de vigor y fortaleza para sostener la producción de biomasa. Si el manejo del pastoreo del primer ciclo pos-dormancia iniciara con alfalfa en punto de corte (o pastoreo), se tendría una alfalfa con la suficiente fuerza para sostener el segundo, tercer y demás ciclos de crecimiento, lo cual falta investigar con mayor detalle.

La base del tallo de la alfalfa es una estructura vital en el manejo sostenible del cultivar con fines productivos. La base del tallo es una parte fundamental para la hibernación, regeneración y rendimiento, puesto que es aquí donde cambia la relación entre xilema y floema. A diferencia del tallo o la raíz, la base del tallo es donde ocurren las vías de transducción de señales hormonales, la biosíntesis de zeatina, el metabolismo



del ácido  $\alpha$ -linolénico, el metabolismo de la histidina, el metabolismo del carbono, la fijación de carbono en organismos fotosintéticos, la vía de la pentosa fosfato, el metabolismo de la galactosa y el metabolismo de la fructosa y la manosa; siendo en conjunto, la base del tallo, la región de transición entre el tallo y la raíz, y el segmento de regulación hormonal y energética del crecimiento, desarrollo y función de la planta (Gao et al., 2024).

El otro punto crítico es el pastoreo o corte tardío de la alfalfa, el mismo que si bien produce mayor biomasa aérea, disminuye la capacidad productiva de la planta, puesto que la alfalfa no cosechada oportunamente en el inicio de floración (o punto de corte o pastoreo), continúa en crecimiento acumulando mayor biomasa aérea hasta la floración plena, o posfloración inclusive, con lo que se alarga el intervalo corte-corte, disminuye el número de cortes por campaña y se pierde el potencial productivo de la planta. El manejo apropiado consiste en cosechar la alfalfa en el punto de corte para la elaboración de heno; sin embargo, las lluvias intensas de verano, limitan el corte de la alfalfa para la henificación, tampoco se cuenta con un sistema de secado artificial de forraje para hacer heno, por lo que en algunos casos la alfalfa es abandonada sin cortar ni pastorear, continuando con el crecimiento hasta el estado de senescencia inclusive (Liu et al., 2023).

El intervalo de corte tiene efecto sobre la calidad del forraje, pero mayor efecto sobre la producción de materia seca. Los intervalos extendidos de corte aumentan el rendimiento de forraje, pero reducen su calidad, siendo el intervalo de 42 días el óptimo en condiciones del Altiplano.

La suspensión de las precipitaciones pluviales y las primeras bajas de temperatura (heladas) del mes de mayo causó un marchitamiento de las plantas y una caída abrupta de su contenido de humedad. El mes de junio se caracterizó por la casi ausencia de lluvias y



las mayores bajas térmicas, con lo que las plantas concluyeron su ciclo de crecimiento, ingresando a la etapa de dormancia. Los resultados son concordantes con los reportes que el intervalo de corte afecta la producción forrajera y el valor nutritivo de la alfalfa. Los reportes indican que la alfalfa cosechada en 5 cortes con intervalos de 28 días tiene mayor rendimiento y retorno económico que la cosechada en 4 cortes con intervalos de 35 días. Los intervalos más cortos entre cosechas generalmente aumentan las concentraciones de proteína cruda (PC), pero disminuyen la producción de materia seca (Xu et al., 2021).

La experiencia del altiplano de México (altitud 2000 m) indica que un buen manejo para la obtención de un apropiado balance entre la producción y la calidad del forraje es la cosecha con un intervalo de corte de 6 semanas en otoño-invierno, 4 semanas en primavera y 5 semanas en verano (Rojas et al., 2019); mientras que la experiencia de Kansas-USA (altitud 1067 m), donde el intervalo de corte (28, 35, 42 y 49 días), equivalente a 5, 4, 4 y 3 cortes por año, respectivamente, tuvo efecto sobre el rendimiento de materia seca y el valor nutritivo de la alfalfa. El retraso del corte por 21 días (28 a 49 días), incrementó el rendimiento de alfalfa en 2.25 Mg/ha, mientras que el retraso en 14 días (28 a 42 días), incrementó en 5.58 Mg/ha, por lo que el intervalo de 42 días es el óptimo cuando se considera el rendimiento de materia seca y el valor nutritivo de la alfalfa (Min, 2016).

La calidad de la alfalfa puede estar afectada por dos factores importantes. El primer factor se debe a la disminución en la proporción de hojas y un aumento en la de tallos a medida que la planta madura. La alfalfa tierna (prebrote a brote) tiene la proporción más alta de hojas y tallos (60/40) y, como resultado, tiene la mejor calidad. La proporción se acerca al 50/50 al inicio de la floración y luego se invierte con la madurez (~40/60), lo que afecta negativamente la calidad del forraje. La cosecha



temprana mejora la calidad del forraje, pero sacrifica el rendimiento forrajero, porque con una mayor concentración de hojas tiene una mayor proteína cruda y una mayor digestibilidad de materia seca. La alfalfa prebrote a menudo tiene PC > 22%, FDA < 30% y FDN < 40%, mientras que la alfalfa madura puede ser significativamente inferior en calidad con PC < 17%, FDA > 36% y FDN > 50%. El segundo factor se debe a la lignificación de los tallos, puesto que a medida que la planta madura, el contenido de fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN) y lignina de los tallos aumenta como un medio de soporte de las funciones de la planta y evita que la planta se encame. El aumento de lignina en el tejido de la planta disminuye la digestibilidad de la fibra en el rumen, así mismo se ralentiza el paso y la ingesta de alimento del animal, afectando negativamente el valor nutricional (Jung & Engels, 2002).

La cosecha temprana, dado el excesivo contenido de agua en las plantas, provoca una mayor pérdida de nutrientes en el proceso de ensilado, lo que afecta la calidad del ensilado, mientras que la cosecha tardía, dado el excesivo contenido de lignina, disminuye la digestibilidad del almidón y la fibra, lo que resulta en la reducción del valor nutricional del ensilado; por lo tanto, el momento adecuado de cosecha es la clave para la producción de ensilado de alta calidad (Shen et al., 2024). A partir de los efectos principales se observa que el contenido de materia seca fue similar entre cultivares, con un promedio de  $21.9 \pm 3.8\%$  para alfalfa, frente a  $23.3 \pm 4.4\%$  para alfalfa-dactilis, con un promedio general de  $22.4 \pm 4.1\%$ . Por el contrario, el contenido de materia seca fue diferente entre estados fenológicos ( $p < 0.05$ ), con  $20.4 \pm 3.2\%$  para el rebrote,  $22.4 \pm 4.3$  para el crecimiento y  $23.7 \pm 4.0\%$  para el corte (Tabla 3), evidenciando que las plantas tiernas son más suculentas, con menor contenido de materia seca, que las plantas en estados avanzados de crecimiento. La interacción entre cultivares y estados fenológicos fue alta



( $p < 0.05$ ), evidenciando la dependencia del contenido de la materia seca del cultivar y el estado fenológico.

El punto de corte fue identificado por la aparición de los rebrotes basales, conocidos localmente como “hijuelos” que surgen en la base de los tallos, o el inicio de la floración, sugiriendo que la planta ha logrado la recarga de energía en sus almacenes para una nueva generación de plantas, el mismo que es el indicador del punto de corte o pastoreo, aunque la recarga puede continuar en etapas siguientes, hasta aproximarse a la floración plena, el período del nivel más alto, que luego declina durante la maduración de la semilla o el crecimiento de nuevos tallos (Rebuffo, 2005).

El seguimiento efectivo a los cultivares evidenció que la alfalfa y la alfalfa-dactilis acompañaron a la alimentación del ganado vacuno lechero durante 8 meses, desde el mes de noviembre del 2023 (desde el mes de octubre inclusive) que fue el primer rebrote, hasta el mes de junio del 2024 que fue el quinto corte o pastoreo; es decir, 5 ciclos de desarrollo vegetativo, posibilitando 5 cortes o pastoreos por campaña, sugiriendo que la dormancia efectiva sería de tan solo 2 meses por campaña (julio-agosto), puesto que en el mes de setiembre inicia un nuevo rebrote posdormancia; sin embargo, en el manejo forrajero de alfalfa y alfalfa-dactilis ocurren algunas dificultades que requieren algunos ajustes.

La alfalfa o alfalfa-dactilis, en ciertos casos, no fue cosechada ni pastoreada en el punto de corte o pastoreo oportuno correspondiente, dejándose continuar con el crecimiento hasta la floración plena o inclusive hasta la pos-floración, debido sobre todo al factor climático imperante entre los meses de enero y abril, es decir, las lluvias intensas de verano que dificultaron el corte oportuno de los cultivares para la henificación; así como las limitantes en sistemas de secado de forrajes que pueda posibilitar la



henificación, por lo que los cultivares permanecieron en pie hasta la madurez perdiéndose entre uno y dos ciclos del desarrollo vegetativo.

La alfalfa y la alfalfa-dactilis, como hierbas forrajeras, tienen un contenido de humedad muy alto, siendo mayor en rebrote, menor en crecimiento y mucho menor en etapa de corte, con un promedio general de  $77.6 \pm 4.1\%$  (Tabla 3), por tanto, no apta para el almacenamiento, siendo necesario un deshidratado para reducir la humedad hasta 65-50% y el secado hasta que tenga un 10% de humedad, conservando su color verde, olor fragante y valor nutricional (Edwards & Birmingham, 2023), para su conservación como heno y uso en la alimentación animal durante la época seca.

La producción de materia seca por corte fue diferente entre los cultivares ( $p < 0.05$ ), con un promedio de  $4.9 \pm 1.3$  t/ha para alfalfa y  $5.1 \pm 1.9$  t/ha para alfalfa-dactilis. Dado que ambos cultivares tienen 5 ciclos de crecimiento por campaña, la producción de materia seca fue también diferente entre cultivares ( $p < 0.05$ ), con un promedio de  $24.5 \pm 6.4$  t/ha y  $25.7 \pm 9.2$  t/ha para alfalfa-dactilis. Estos resultados registrados a 3824 m de altitud de la presente investigación, fue similar a los valores reportados para la producción de materia seca de alfalfa de otros contextos, tales como Mixteca de Oaxaca (México), donde a 2160 m de altitud, la alfalfa sembrada con 30 kg de semilla pura, con fertirriego por goteo, en 8 cortes, con intervalos de 45 días, y una altura de planta de 63.61 cm, tiene una producción de materia seca de 4.16 t/ha por corte y 28.95 t/ha por campaña (Morales et al., 2006).

Un aspecto que es necesario resaltar es el contraste climático entre los referidos ámbitos de Mixteca (México) y el Altiplano (Puno). Mixteca está ubicada a 2160 m de altitud, con un clima prevalente C (Wo”) templado subhúmedo, donde las precipitaciones se presentan los meses de junio-agosto, con una media anual de 663.1 mm, siendo Junio



el mes más lluvioso con 142.3 mm, mientras que las heladas se presentan los meses de noviembre-marzo, siendo Enero el mes más seco con 4.9 mm (Morales et al., 2006); mientras que el Altiplano de los Andes de Perú está ubicada a 3824 m de altitud, tiene un clima prevalentemente templado, frígido y seco, con presencia de lluvias en los meses de diciembre-marzo, con una precipitación media anual de 619.1 mm, siendo Febrero el mes más lluvioso con 153.5 mm, y la presencia de bajas temperaturas (heladas) en los meses de junio-agosto, siendo Julio el mes más seco con una precipitación esporádica de solo 6.5 mm (Senamhi, 2023).

#### 4.2. DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE LAS VACAS

La Tabla 4 resume los resultados del desempeño productivo de las vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis. El peso vivo de las vacas fue similar entre grupos, con un promedio de  $528.4 \pm 58.9$  kg para vacas alimentadas con alfalfa y  $555.0 \pm 49.5$  kg para vacas alimentadas con alfalfa-dactilis, con una ligera tendencia a favor de las vacas del segundo grupo, atribuibles a diferencias genéticas y ambientales.

**Tabla 4**

*Desempeño productivo de vacas lecheras alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis*

| Variables                       | Alfalfa                   | Alfalfa-Dactilis          | p-valor |
|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
|                                 | ( $\bar{x} \pm s$ , CV %) | ( $\bar{x} \pm s$ , CV %) |         |
| Peso vivo de las vacas, kg      | $528.4 \pm 58.9$ , 11.1   | $555.0 \pm 49.5$ , 8.9    | 0.1904  |
| Consumo de materia seca, kg/día | $14.21 \pm 1.31$ , 9.2    | $16.77 \pm 1.10$ , 6.6    | <.0001  |
| Producción de leche, kg/día     | $8.09 \pm 2.74$ , 33.9    | $13.17 \pm 3.80$ , 28.9   | <.0001  |

El consumo de alimento de las vacas, como materia seca, estimado mediante balance de energía, fue diferente ( $p < 0.05$ ) entre cultivares, con un promedio de  $14.21 \pm 1.31$  kg para alfalfa y  $16.77 \pm 1.10$  kg para alfalfa-dactilis, donde el balance de energía corresponde a la diferencia cero (0) entre la energía disponible en el alimento y el



requerimiento de energía de vacas en un ambiente termoneutro, que mantuvieron una condición corporal relativamente estable, con un puntaje de 3.0-3.5 (regular), con adecuación a la escala (1-5) establecida para vacas lecheras Holstein (Edmonson et al., 1989).

A partir de la base teórica se sabe que el consumo de alimento está controlado por la combinación de dos mecanismos consecutivos, la homeostasis y la homeorresis (Bauman & Currie, 1980) donde la homeostasis es el primer tipo de control que mantiene el equilibrio fisiológico del ambiente interno a corto plazo, tales como la regulación de la temperatura corporal constante, el consumo de alimentos y la distribución de nutrientes durante los períodos de absorción y posabsorción, mientras que la homeorresis es el segundo tipo de control que mantiene la distribución de nutrientes a largo plazo, definida como los cambios coordinados en el metabolismo de los tejidos corporales necesarios para mantener un estado fisiológico.

También se sabe que el consumo de alimento depende del tamaño y la frecuencia de las comidas, donde el hígado probablemente integra los mecanismos de control de la ingesta de alimento por oxidación hepática. Las señales del hígado se transmiten a los centros de alimentación del cerebro a través de aferentes vagales y se ven afectadas por la oxidación hepática de los combustibles. Debido a que los combustibles oxidados en el hígado se derivan tanto de la dieta como de los tejidos, el hígado puede integrar controles a corto y largo plazo; sin embargo, el cerebro integra las múltiples señales para determinar en última instancia el comportamiento alimentario, donde el hígado puede actuar como el sensor primario del estado energético (Allen, 2000).

Dado que el alimento es la fuente de energía más importante para el animal, el control del consumo responde a los mecanismos complejos para garantizar un suministro



adecuado de energía y evitar su consumo excesivo, siendo el cerebro el centro de control de la alimentación donde se integran diversas señales que estimulan o inhiben la conducta alimenticia del animal. Las señales estimulantes están relacionadas con el estado energético, así como con diversos factores sensoriales, sociales, circadianos y habituales, mientras que las señales inhibitoras incluyen las relacionadas con la distensión ruminal, la osmolaridad ruminal, los efectos endocrinos y la detección de combustible por los tejidos, siendo el hipotálamo cerebral donde las neuronas liberan hormonas peptídicas inhibitoras del hambre (anorexigénicas) o estimulantes del hambre (orexigénicas) según si la ingesta de energía es superior o inferior al gasto, respectivamente (Allen, 2000).

El consumo de materia seca está relacionado con la energía necesaria para el mantenimiento, la producción de leche y el cambio en las reservas corporales, por lo que los requerimientos nutricionales están relacionados con el ciclo de lactación. Las dietas incluyen forrajes para el funcionamiento adecuado del rumen, donde la fibra del forraje se digiere y pasa por el rumen más lentamente que otros componentes de la dieta, por lo que el consumo de materia seca en el ganado lechero puede verse limitado por la distensión de los residuos no digeridos en el tracto gastrointestinal

La producción de leche también fue diferente ( $p < 0.05$ ) entre grupos, con un promedio de  $8.09 \pm 2.74$  kg/día en vacas alimentadas con alfalfa y  $13.17 \pm 3.80$  kg/día en vacas alimentadas con alfalfa-dactilis. La diferencia en la producción de leche se puede atribuir a la diferencia en la eficiencia de uso del nitrógeno de la alfalfa y la alfalfa-dactilis en la fermentación ruminal, con efecto en la producción de proteína microbiana y en la consecuente nutrición proteica de la vaca lechera.

Los análisis realizados evidenciaron que la materia seca de la alfalfa en monocultivo tiene un alto contenido de nitrógeno total ( $3.87 \pm 0.50\%$ ), y un alto contenido



de proteína cruda ( $24.20 \pm 3.11\%$ ), mientras que la alfalfa asociada al dactilis tiene menos nitrógeno ( $3.25 \pm 0.64$ ) y menos proteína cruda ( $20.31 \pm 4.01\%$ ).

La producción de leche por las vacas lecheras está limitada por la disponibilidad de glucosa o los precursores de glucosa para la gluconeogénesis y los aminoácidos para la biosíntesis de la proteína de la leche (Gross, 2022). La principal fuente de los precursores de glucosa es el propionato de origen ruminal, cuya producción en el rumen depende del tipo de dieta consumido por el animal y las características de la fermentación ruminal (Yost et al., 1977). Una dieta de alfalfa genera una fermentación acética y una relación alta de acetato-propionato en rumen que una dieta con fuentes de energía que genera una relación baja de acetato-propionato (Kung et al., 1992). El acetato es el precursor cetogénico que se manifiesta con un mayor contenido graso en la leche, mientras que el propionato es el precursor glucogénico que se manifiesta con mayor volumen de leche (Young, 1977).

Los análisis de la materia seca de los cultivares evidenciaron que tanto la alfalfa en monocultivo como la alfalfa asociada con dactilis tienen un alto contenido de proteína cruda, con un promedio de  $24.20 \pm 3.11\%$  para la alfalfa y  $20.31 \pm 4.01\%$  para la alfalfa-dactilis, donde ambos niveles superan los requerimientos de proteína cruda (15%) de las vacas lecheras. El 80% de la proteína cruda de la alfalfa es proteína altamente degradable en rumen (RDP), es decir, la fracción de la proteína que es degradada por los microorganismos del rumen, convertida en nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) y utilizada para su crecimiento y la producción de la proteína microbiana (Manoukian et al., 2021). El  $N-NH_3$  tiene una alta ineficiencia de uso en el rumen cuando en la fermentación no hay suficiente energía para el metabolismo microbiano, por lo que el excedente no utilizado es absorbido a la circulación sanguínea, convertido en urea en el hígado, que luego



difunde como nitrógeno ureico en la sangre (BUN) y nitrógeno ureico en la leche (MUN), para finalmente ser excretado como nitrógeno ureico en la orina (UUN) (Savari et al., 2018). El dactilis, a diferencia de la alfalfa, tiene un mayor contenido de carbohidratos solubles de alta degradabilidad que acompañan al nitrógeno de la alfalfa, siendo utilizado con mayor eficiencia por los microorganismos del rumen para la biosíntesis de proteína microbiana, que sirve como fuente de aminoácidos para la biosíntesis de la proteína de la leche, dado que la energía y el nitrógeno son los factores nutricionales que más a menudo limitan el crecimiento microbiano y la producción de leche (Clark et al., 1992).

Los valores del nitrógeno ureico de la leche (MUN) determinados por estereoscopia infrarroja por transformada de Fourier (MilkoScan), en las muestras de leche del mes de marzo 2024 evidenciaron diferencias entre vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis, con promedios de  $26.53 \pm 3.64$  mg/dL para alfalfa y  $22.37 \pm 2.71$  mg/dL para alfalfa-dactilis, donde una mayor carga de MUN estuvo asociada a una mayor carga de nitrógeno en la dieta, y a una mayor excreción de nitrógeno en la orina de vacas, con implicancias en la reproducción y el medio ambiente (Gomel, 2024).

Evaluación de la dinámica del nitrógeno de la alfalfa dormante W350 en monocultivo y cultivo asociado en vacas lecheras

#### **4.3. DESEMPEÑO REPRODUCTIVO DE LAS VACAS**

El desempeño reproductivo de las vacas lecheras alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis fue diferente ( $p < 0.05$ ) en la mayoría de los indicadores evaluados, evidenciando el efecto del tipo de cultivar en el desempeño reproductivo (Tabla 5).

**Tabla 5***Desempeño reproductivo de las vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis*

| Variables                              | Alfalfa                   | Alfalfa-Dactilis          | p-valor |
|--|---------------------------|---------------------------|---------|
|  | ( $\bar{x} \pm s$ , CV %) | ( $\bar{x} \pm s$ , CV %) |         |
| Intervalo parto-parto (días)           | 487.3 $\pm$ 121.8, 25.0   | 430.7 $\pm$ 75.9, 17.6    | 0.0263  |
| Intervalo parto-primer servicio (días) | 163.1 $\pm$ 95.6, 58.6    | 95.5 $\pm$ 32.5, 34.0     | 0.0004  |
| Intervalo parto-concepción (días)      | 197.9 $\pm$ 133.2, 67.3   | 143.5 $\pm$ 74.7, 52.1    | 0.0465  |
| Número de servicios por concepción     | 1.78 $\pm$ 1.06, 59.6     | 1.43 $\pm$ 0.63, 44.1     | 0.0811  |

- **Intervalo parto-parto**

El intervalo parto-parto (IPP) fue mayor ( $p < 0.05$ ) en vacas alimentadas con alfalfa (487.3  $\pm$  121.8 días) que en vacas alimentadas con alfalfa-dactilis (430.7  $\pm$  75.9 días), evidenciado el efecto del tipo de cultivar en este indicador reproductivo. Los resultados son similares a los reportados para las vacas lecheras Holstein de la irrigación Majes de Arequipa, donde la alimentación con alfalfa en monocultivo y la suplementación de alguno que otro alimento, evidenció un IPP de 435.0 días (Benavente, 2014).

El intervalo parto-parto es el parámetro clásico en el monitoreo del estado de un programa reproductivo en vacas lecheras, cuya meta es lograr un intervalo parto-parto corto (Gaines & Palfrey, 1931), el mismo que es principalmente una función del número de días transcurridos desde el parto hasta en inicio de la siguiente gestación o intervalo parto-concepción (conocido como días abiertos) y del efecto fijo de la duración de la gestación (Temesgen et al., 2022).

Algunos consideran al IPP como el parámetro de monitoreo más inadecuado, debido a que su cálculo requiere de dos fechas consecutivas de parto, o eventos de hasta 2 años anteriores, o se tiene que esperar toda una gestación completa, lo que retrasa la evaluación, y porque introduce sesgo al excluir a vacas de descarte, primera lactación o



gestantes, entre otros, por lo que no recomiendan su uso; sin embargo, el IPP es el “estándar de oro” en la evaluación del desempeño reproductivo de vacas lecheras, puesto que el objetivo de todo programa reproductivo es lograr un IPP ideal de un año como el óptimo biológico asociado al óptimo económico (Bronner et al., 2015).

El intervalo parto-parto es dependiente de la alimentación, con impacto en los resultados económicos de la granja lechera, con marcadas diferencias en el óptimo económico de una granja a otra, dependiendo del sistema de alimentación y el manejo en la granja; sin embargo, el óptimo económico del intervalo parto-parto es un tema controversial. Desde el punto de vista técnico, con un período de gestación de 9 meses, un período mínimo posparto de 45 días y períodos de ciclos sexuales de 21 días, una vaca puede parir una vez por año, siendo el parto el gatillo que activa la producción de leche, por lo que un hato debe mantener una proporción intermedia de vacas con un IPP de casi 1 año (Dalcq et al., 2018).

Los hatos lecheros del Altiplano, como se pudo evidenciar, tienen un IPP que supera los 400 días, con un probable impacto en la producción y en la economía, lo cual es necesario investigar, a fin de disminuir la extensión del IPP (Wood, 1985), puesto que es muy importante en la gestión de la reproducción, con implicancia en el éxito económico de una explotación lechera.

- **Intervalo parto-primer servicio**

El intervalo parto-primer servicio (IPPS) fue también diferente ( $p < 0.05$ ) entre las vacas de los dos centros, con un promedio de  $163.1 \pm 95.6$  días para vacas alimentadas con alfalfa y  $143.5 \pm 74.7$  días para las alimentadas con alfalfa-dactilis, evidenciando el efecto del tipo de cultivar en este indicador reproductivo. Los resultados observados en este trabajo son mayores a los IPPS de vacas lecheras del valle del Mantaro (Junín, Perú),



donde los intervalos son más cortos ( $118.4 \pm 69.2$  días) (Arana et al., 2006), atribuidas a diversos factores tales como problemas en la detección del celo, limitantes nutricionales de las vacas, o el manejo adoptado por cada centro en la atención de la reproducción.

El IPPS depende de la decisión del ganadero para atender el primer servicio posparto, por lo que también se denomina período voluntario de espera (PVE), definido como el periodo entre el parto y la primera inseminación, siendo 60 días el período recomendado, a fin de lograr una tasa de preñez compatible con las expectativas productivas y económicas, es decir, un ternero por vaca por año, siendo un estándar importante en toda la industria lechera (VanRaden et al., 2004).

El retraso del primer servicio posparto tiene la ventaja de posibilitar una involución uterina plena y un período de recuperación saludable de la vaca después de un período de balance energético negativo posparto. Algunas granjas tienen problemas para alcanzar el objetivo de 60 días del PVE; otras eligen conscientemente extender el PVE; otras, tienen personal con incompatibilidad del horario de trabajo para atender los celos posparto; y otras, quisieran disminuir el número de terneros que ingresan a la granja, dejando pasar la inseminación, hasta el siguiente o subsiguiente celo, con lo que el PVE se extiende mucho más (Burgers et al., 2022).

Un PVE recomendado es de 45 a 60 días, pero puede variar dependiendo de varios factores, siendo la eficiencia de la detección del celo y la tasa de concepción las dos variables que determinan un PVE ideal; por tanto, un PVE de 60 días puede ser apropiado, con la asunción de que este PVE conducirá a un IPC exitoso (Miller et al., 2007). El PVE es un factor importante para el éxito del IPC, puesto que del éxito del IPPS depende el éxito del IPC, o recíprocamente, el éxito de IPC determina la longitud del IPPS. Un IPPS exitoso determinará un IPC corto, mientras que un IPPS fallido tendrá un IPC largo que





retrasa el IPC, así como el IPP, más aún cuando la primera inseminación se realiza en el segundo celo posparto, después de haber descartado el primer celo posparto.

El IPPS está influenciado por factores como el reinicio de la actividad ovárica y el período voluntario de espera (PVE) después del parto. Una vaca necesita un mínimo de 30 días de recuperación de la funcionalidad del útero para que pueda quedar nuevamente preñada después del parto, por lo que se recomienda un IPPS de 40 a 60 días, con un promedio de 50 días, debiendo servirse a la vaca en el celo siguiente después de los 50 días posparto. Algunos recomiendan un IPPS de 63 días a fin de permitir una recuperación plena de la hembra después del parto, a fin de lograr un intervalo entre partos de 12 meses (Fread, 2024).

Los registros de reproducción de la Estación Experimental Illpa (INIA) indican que el período de gestación de las vacas Brown Swiss es de  $291.60 \pm 5.25$  días. A partir de esta información, y considerando el máximo período de gestación registrado en la EE-Illpa ( $291.60 + 5.25 = 296.85$  días), el IPPS para que ocurra una concepción exitosa debe ocurrir a los 68.15 días después del parto ( $365 - 296.85$  días), a fin de lograr un ternero por vaca por año. En efecto, algunas vacas (7 de 31 vacas = 22.6%) de la EE-Illpa, registraron un IPPS relativamente corto y un IPC menor a los 68.15 días, con un promedio de  $57.7 \pm 9.2$  días, evidenciando un manejo reproductivo exitoso. Por el contrario, algunas vacas registraron un IPC prolongado, atribuido a alguna perturbación durante este período debido al retraso de la involución uterina o la reanudación de la actividad estral que prolongaron el intervalo entre partos y reduzcan la eficiencia reproductiva y productiva a lo largo de la vida.

A partir de la base anterior los días abiertos dependen de los días transcurridos desde el parto hasta la primera inseminación o período voluntario de espera y de la

duración del período reproductivo (PR), es decir, del número de días transcurridos entre la primera y la última inseminación seguida o no de gestación (Rasmussen et al., 2024), siendo amplio en los dos centros, puesto que depende de la disponibilidad de personal designado a la detección del celo en las vacas y el personal dedicado a la inseminación. Ambos centros tienen personal con descanso de ley los días sábados, domingos y feriados, por lo que los celos que ocurren en esos días de descanso, pasaron sin atención, ampliándose en 21 días o más el IPPS, y consecuentemente el IPC, con efecto en el IPP. Si la desatención ocurre en el siguiente celo, el IPPS o PVE continúa ampliándose mucho más, alargándose también el IPC y el IPP.

- **Intervalo parto concepción**

El intervalo parto-concepción (IPC) fue diferente ( $p < 0.05$ ) entre las vacas alimentadas con los cultivares, con un promedio de  $197.9 \pm 133.2$  días para vacas alimentadas con alfalfa y  $143.5 \pm 74.7$  días para las alimentadas con alfalfa-dactilis, evidenciando el efecto del tipo de cultivar en la expresión de este indicador reproductivo. Los resultados son concordantes con reportes de otros contextos donde las alimentadas con alfalfa registraron un intervalo de parto-parto similar (Benavente, 2014).

El IPC, como tal, es un indicador importante para el éxito del rendimiento reproductivo de las vacas lecheras, puesto que define el período entre un parto y una inseminación exitosa que termina en gestación, el mismo que depende de dos factores clave: el tiempo en el que se sirve la vaca después del parto y el éxito del servicio. Un IPC corto evidencia un servicio exitoso temprano o una tasa de preñez más alta, mientras que un IPC largo es el resultado de un servicio tardío o de una tasa de preñez más baja (Temesgen et al., 2022).

La tasa de no retorno (TNR), referida a la proporción de vacas inseminadas que



no vuelven a presentar celo durante un período determinado después de haber sido servidas, podría también utilizarse como un indicador indirecto de la tasa de concepción. La TNR se evalúa normalmente dentro del período máximo normal del ciclo estral (24 días), en el que las vacas pueden estar preñadas o presentar una falsa preñes (vaca que no vuelve al celo ni está preñada), o entre 30 y 60 días, a menudo 49 días que cubre dos posibles celos (Miglior et al., 1998); sin embargo, esta información no fue registrada en ninguno de los dos centros evaluados.

- **Número de servicios por concepción**

El número de servicios por concepción fue similar entre los grupos, con un promedio de  $1.78 \pm 1.06$  en las vacas alimentadas con alfalfa y  $1.46 \pm 0.66$  en las alimentadas con alfalfa-dactilis, donde la alimentación con pastos asociados muestra una mejor tendencia en el número de servicios por concepción. Los resultados tienen una menor tendencia a los reportados para vacas de la cuenca lechera de Lima, con alimentación basada en concentrados y forraje cortado, donde el número de servicios por concepción fue de 2.41 (Ortiz et al., 2009)

Este indicador, referido al número de servicios que en promedio se necesitan para que una vaca quede preñada, obtenida de la suma de todos los servicios que se hayan realizado en el hato durante un tiempo determinado, y dividido entre el número de vacas diagnosticadas preñadas, tiene un ideal de 1; sin embargo, 1.5 se considera como un excelente resultado para las condiciones de la zona (M. D. Romero, 2024).

- **Fertilidad general**

La fertilidad general, a pesar de las diferencias numéricas entre grupos de vacas, 75% para las alimentadas con alfalfa en monocultivo y 84.85% para las alimentadas con

alfalfa asociada a dactilis, fue no significativa, por tanto, similar entre los grupos (Tabla 6).

Las diferencias numéricas se pueden atribuir al hecho que en cada grupo hubo vacas problema, por diferentes causas, las mismas que fueron vendidas con destino a camal. Los resultados son diferentes a los reportes de ámbitos cercanos, tales como la irrigación Majes-Arequipa, donde la evaluación de 797 establos y 16206 vacas alimentadas con alfalfa reportó una fertilidad global de 38.87% (Benavente, 2014), así mayor los reportados para vacas de Santa Rita-Arequipa donde la fertilidad general en promedio fue de 59.6% (Calderón, 2017).

**Tabla 6**

*Fertilidad general de vacas alimentadas con alfalfa (CE-Illpa-UNA) y alfalfa-dactilis (EE-Illpa-INIA)*

| <b>Variables</b>         | <b>Alfalfa</b> | <b>Alfalfa-dactilis</b> | <b>p-valor</b> |
|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| Total, de vacas servidas | 20             | 33                      |                |
| Total, de vacas paridas  | 15             | 28                      |                |
| Fertilidad general, %    | 75.00          | 84.85                   | 0.598          |

Nota: en ambos grupos, las vacas que no preñaron fueron vendidas para camal.

A nivel general, las diferencias encontradas en los indicadores reproductivos en las vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis se atribuyen al tipo de cultivar de uso en la alimentación. La alfalfa en monocultivo contiene mayor nivel de proteína cruda que la alfalfa asociada con dactilis. La proteína de la alfalfa está conformada por proteína de alta solubilidad, como una proteína potencialmente degradable en rumen (RDP), que excede capacidad de uso de los microorganismos del rumen para la síntesis de proteína microbiana (Coblentz & Grabber, 2013), generando altos niveles de amoníaco excedente,



que es absorbido en el rumen, convertido en urea en el hígado, difundido como nitrógeno ureico en sangre (BUN), nitrógeno ureico en leche (MUN), y excretado como nitrógeno ureico en orina, contaminando el medio ambiente (Jonker et al., 1998).

La alimentación con alfalfa asociada con dactilis en cambio, por la presencia del dactilis, aporta una mayor cantidad de azúcares que sirven de sustrato energético para los microorganismos del rumen, mejorando la eficiencia de uso del nitrógeno, la producción de proteína microbiana, por lo que la mayor parte de amoníaco es utilizado en rumen disminuyendo la absorción (Malysheva et al., 2023).

Los altos niveles de amoníaco y nitrógeno ureico circulantes a causa del exceso de proteína consumido en la alfalfa en monocultivo tienen efectos tóxicos en el ovocito o en el embrión, disminuyendo la calidad de los ovocitos, o causando la muerte embrionaria temprana, con la consecuente baja fertilidad o retorno al celo de las vacas, que requieren dos o más inseminaciones por preñez (Ortiz et al., 2009).

La muerte embrionaria temprana es una de las principales causas de pérdidas económicas en los sistemas de producción lechera en vacas de crianza intensiva, cuyos efectos directos se reflejan en reducidas tasas de concepción, con los consiguientes efectos sobre la eficiencia, la producción y la rentabilidad, donde el componente principal de la pérdida embrionaria se produce antes del día 16 después del servicio, con evidencia emergente de mayores pérdidas antes del día 8 en vacas lecheras de alta producción. Las vacas que producen mayores cantidades de leche tienden a tener mayores tasas de mortalidad embrionaria en comparación con las vacas cuya producción es menor o en las novillas. El alto metabolismo hepático en estos animales conduce a una mayor depuración de P4, lo que hace que haya menos cantidad de esta hormona en la circulación. La mortalidad embrionaria se refiere a las pérdidas que ocurren en el período entre la



fertilización y la finalización de la etapa de diferenciación aproximadamente en el día 45. La muerte o mortalidad embrionaria denota la muerte de óvulos fertilizados y embriones hasta el final de la implantación; sin embargo, otras fuentes indican que es poco probable que las concentraciones sistémicas elevadas de amoníaco y urea *per se*, particularmente de la magnitud observada en condiciones normales de alimentación, perjudiquen la supervivencia del embrión en el ganado vacuno como consecuencia de alteraciones en el ambiente oviductal (Kenny et al., 2002).

La mortalidad embrionaria precoz en vacas lecheras se produce por diferentes causas, tales como factores genéticos, anormalidades cromosómicas, factores endocrinos, factores nutricionales, entre otras. El exceso de proteína es una de las causas nutricionales más importantes en los sistemas de alimentación con alfalfa. La proteína cruda en la dieta total superior al 17-20 % está relacionado con una menor tasa de concepción y un mayor número de servicios por concepción y de días abiertos. Un exceso de proteína degradable en la alimentación y/o una deficiencia de energía, genera una alta cantidad de amoníaco en la fermentación ruminal sin incorporarlo a la proteína microbiana, absorbiéndose en el torrente sanguíneo. A su vez, este exceso de amoníaco y urea en el torrente sanguíneo puede reducir la fertilidad, al mismo tiempo que se desvía energía de la producción de leche y/o la reproducción. Algunos estudios han indicado que el nitrógeno ureico en sangre (BUN) por encima de 20 mg/dL puede reducir las posibilidades de gestación (Parmar et al., 2016). El ejemplo típico de este problema se evidenció en el CE-Illpa, donde las vacas inseminadas 2 o 3 veces no preñaron, por lo que fueron vendidas para camal.

La alimentación con alfalfa-dactilis en cambio, por la mayor eficiencia el uso de nitrógeno en la fermentación ruminal, disminuye el flujo de amoniaco ruminal al hígado con lo que la toxicidad para el ovocito o embrión también disminuye, posibilitando un



mayor desempeño reproductivo, así como una menor contaminación por nitrógeno de la orina hacia el medio ambiente, por lo que el monocultivo de alfalfa en la alimentación de la vacas lecheras tiene efecto negativo en la reproducción y el medio ambiente.

La diferencia entre ambos tipos de alimentación radica en la diferencia metabólica de la glucosa en las vacas. La alfalfa, por el exceso de nitrógeno y el déficit de energía genera una fermentación amoniacal con exceso de amoníaco en el rumen; mientras que alfalfa-dactilis por la presencia de azúcares en dactilis genera una fermentación propiónica, glucogénica que mejora la producción de leche y el desempeño reproductivo de la vaca. Una vaca con mayor aporte de glucosa mejora en la calidad del ovocito y la cavidad del embrión los cuales son reconocidos como los factores clave en la fertilidad sobre todo en vacas de alta producción (Sutton-McDowall et al., 2010), lo cual se puede explicar por el balance energético negativo positivo que experimenta las vacas en el periodo posparto o inicio de lactación. Las condiciones metabólicas son óptimas influyen en patrón de crecimiento del folículo ovárico que puede afectar indirectamente a la cavidad del ovocito.

La alimentación con pastos asociados de alfalfa-dactilis mejora definitivamente el metabolismo materno y el microambiente del líquido folicular donde se alojado el ovocito, y de donde obtiene sus nutrientes para su desarrollo y, maduración. El balance energético negativo este asociado con bajas concentraciones de glucosa, elevadas concentraciones de  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ -OHB) o ácidos grasos no esterificados (NEFA) los mismos que son venenos metabólicos para el ovocito que disminuye su salubridad y vitalidad. La glucosa, no es en realidad el combustible energético del ovocito, sino el piruvato que es proporcionado por las células de cúmulo que acompañan al ovocito en el folículo desarrollo, donde el metabolismo energético es el factor clave para la calidad del ovocito y consecuentemente de la fertilidad de la vaca.



El ovocito en maduración es muy sensible a cualquier perturbación en su entorno, siendo afectado en el desarrollo de la competencia del ovocito con consecuencias que se manifiestan con el éxito o fracaso de la fecundación y subsecuente desarrollo del embrión. Durante el curso de la maduración del ovocito una gran proporción del total de glucosa es metabolizada a través de la glicolisis para proveer piruvato como fuente de energía al ovocito (Sutton-McDowall et al., 2010).

Por lo general, el ciclo sexual de la vaca no depende de la estación del año, dado que en promedio el celo ocurre cada 21 días (18-24 días), en cuyo transcurso el día del celo se denomina día cero, con una duración relativamente corta (8-20 horas), donde la ovulación ocurre una vez concluido el celo (24-33 horas después del inicio del celo o 15-22 horas después del final del celo) (De Rensis et al., 2024). El blastocisto llega al útero alrededor del día 5. La gestación dura 279-290 días. El intervalo desde el parto a la primera ovulación varía ampliamente en función de la raza, nutrición, producción de leche, estación y presencia del ternero lactante. La primera ovulación postparto frecuentemente no va acompañada de comportamiento de celo y se conoce como “celo silente”.

A partir de los argumentos previos, la reproducción es uno de los factores de la producción muy importantes que posibilita mantener o incrementar la población, responde al precepto bíblico “crecer y multiplicarse” lo que implica crear una nueva vida que dará origen a otra nueva vida de manera que la especie animal pueda mantenerse vigente en el planeta, para lo cual el ovario es el órgano fundamental que finalmente garantiza con la producción de ovocitos, a través del ciclo ovárico el mismo que funciona bajo ciertas condicionantes donde la nutrición es el factor más importante que define el éxito reproductivo (Findlay et al., 2009).





El ganado rumiante contribuye a garantizar la seguridad alimentaria mundial porque tiene la capacidad de reciclar productos no comestibles para el ser humano y convertirlos en productos de carne y leche con un valor nutricional notable, para lo cual es necesario mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción del ganado rumiante (Davis & White, 2020), donde la reproducción animal es un componente integral de una producción ganadera sostenible, para lo cual es necesario mejorar la eficiencia reproductiva sin comprometer su bienestar para reducir el número necesario de animales para producir la cantidad objetivo de carne y leche (Hufana-Duran & Duran,).



## V. CONCLUSIONES

**PRIMERA:** La alfalfa y la alfalfa-dactilis son cultivares de alta humedad ( $78.6 \pm 3.0$  y  $74.0 \pm 3.6\%$ ), con una alta producción de materia fresca ( $22.8 \pm 5.1$  y  $20.1 \pm 7.3$  t/ha por ciclo, y  $113.9 \pm 25.5$  y  $100.6 \pm 36.7$  t/ha por campaña de 5 ciclos), una alta producción de materia seca ( $4.9 \pm 1.3$  y  $5.1 \pm 1.9$  t/ha por ciclo, y  $24.5 \pm 6.4$  y  $25.7 \pm 9.2$  t/ha por campaña de 5 ciclos).

**SEGUNDA:** La producción de leche es diferente entre vacas alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis ( $8.09 \pm 2.74$  y  $13.17 \pm 3.80$ ), así como el consumo de materia seca estimado por balance de energía ( $14.21 \pm 1.31$  y  $16.77 \pm 1.10$  kg/día), a pesar de que el peso vivo de las vacas fue similar ( $528.4 \pm 58.9$  y  $555.0 \pm 49.5$  kg).

**TERCERA:** El desempeño reproductivo es diferente entre las vacas lecheras alimentadas con alfalfa y alfalfa-dactilis, tanto en intervalo parto-parto ( $487.3 \pm 121.8$  y  $430.7 \pm 75.9$  días), parto-primer servicio ( $163.1 \pm 95.6$  y  $95.5 \pm 32.5$  días), parto-concepción ( $197.9 \pm 133.2$  y  $143.5 \pm 74.7$  días), con similar número de servicio por concepción ( $1.78 \pm 1.06$  y  $1.43 \pm 0.63$ , respectivamente), y una fertilidad general de 75.0 y 84.85%.

A nivel general se concluye que la alfalfa W350 en monocultivo y asociada con dactilis son cultivares de alta producción forrajera, cuya alimentación en vacas lecheras se manifiesta con diferente desempeño productivo y reproductivo, con mejor respuesta la asociación alfalfa-dactilis.



## VI. RECOMENDACIONES

**PRIMERA:** Investigar el sincronismo de proteína-energía de la asociación alfalfa-dactilis en la alimentación de vacas lecheras al pastoreo.

**SEGUNDA:** Investigar el efecto de la alfalfa y alfalfa-dactilis en la contaminación ambiental por las emisiones de gases de efecto invernadero.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Hamdani, S., & Todd, G. W. (1989). Carbohydrate Reserves in Alfalfa Roots during Fall, Winter, and Spring. *Proc. Okla. Acad. Sci*, 69, 11-14.  
<https://ojs.library.okstate.edu/osu/index.php/OAS/article/view/5441>
- Allen, M. S. (2000). Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *J Dairy Sci*, 83, 1598-1624.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)75030-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)75030-2)
- Arana, C., Echevarría, L., & Segura, J. (2006). Factores que afectan el intervalo parto-primer servicio y primer servicio-concepción en vacas lecheras del valle del Mantaro durante la época lluviosa. *Rev Inv Vet Perú*, 17, 108-113.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172006000200004&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172006000200004&lng=es&nrm=iso)
- Argote, G., Halanoca, M., & Cabrera, P. (2004). Comparativo y adaptación de variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) en el altiplano de Puno. En *Artículos preliminares*.
- Aruquipa, L. (2021). Continua entrega de semillas de alfalfa a productores de la Región. *Gobierno Regional Puno*, 2.
- Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88(E. Suppl.), E9-E21.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73133-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73133-7)
- Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2002). Performance of high producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *Journal of Dairy Science*, 85(11), 2948-2963.  
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74381-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74381-6)
- Bauman, D. E., & Currie, W. B. (1980). Partitioning of Nutrients During Pregnancy and Lactation: A Review of Mechanisms Involving Homeostasis and Homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63(9), 1514-1529. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83111-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0)
- Bazán, V., Yamada, G., Coronado, L., & Fuentes, N. (2017). Productive performance of alfalfa (*medicago sativa*), caravelí variety, subject to grazing in the Huaral valley.



- Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru, 28(3), 743-749.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v28i3.13359>
- Benavente, S. (2014). Evaluacion de parámetros reproductivos de vacas Holstein de las secciones A, B, C, D, E, del distrito de Majes, provincia de Caylloma, departamento de Arequipa 2012 [Tesis, Universidad Católica de Santa María].  
<https://core.ac.uk/download/pdf/198134067.pdf>
- Bronner, A., Morignat, E., Gay, E., & Calavas, D. (2015). An optimal cut-off point for the calving interval may be used as an indicator of bovine abortions. *Preventive Veterinary Medicine*, 121(3-4), 386-390.  
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.013>
- Buckland, S. T., Borchers, D. L., Johnston, A., Henrys, P. A., & Marques, T. A. (2007). Line transect methods for plant surveys. *Biometrics*, 63(4), 989-998.  
<https://doi.org/10.1111/j.1541-0420.2007.00798.x>
- Butler, W. R., Calaman, J. J., & Beam, S. W. (1996). Plasma and Milk Urea Nitrogen in Relation to Pregnancy Rate in Lactating Dairy Cattle. *Journal of Animal Science*, 74(4), 858-865. <https://doi.org/10.2527/1996.744858x>
- Calderón, C. M. (2017). Evaluación de los índices productivos y reproductivos de los hatos inscritos en el servicio oficial de productividad lechera – comité regional de Arequipa en los años 2015 - 2016, distrito de Santa Rita de Siguan, Arequipa 2017 [Universidad Católica de Santa María].  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/15de6259-a3d2-4b26-9ed9-f793ec27f77a/content>
- Caraguay-Yaguana, K. A., Eras-Guaman, V. H., Gonzalez-Zaruma, D., Moreno-Serrano, J., Minchala-Patiño, J., Yaguana-Arevalo, M., & Valarezo-Ortega, C. (2016). Potencial reproductivo y análisis de calidad de semillas de *Cinchona officinalis* L., provenientes de relictos boscosos en la provincia de Loja – Ecuador. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(3), 271-280. <https://doi.org/10.18271/ria.2016.216>
- Cáritas del Perú. (2015). Alfalfa Alto andina-W350.  
[https://www.agrobanco.com.pe/pdf\\_cpc/AlfalfaDormante.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/pdf_cpc/AlfalfaDormante.pdf)



- Castillo, A. R., Kebreab, E., Beever, D. E., & France, J. (2000). A review of efficiency of nitrogen utilisation in lactating dairy cows and its relationship with environmental pollution. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 9(1), 1-32. <https://doi.org/10.22358/jafs/68025/2000>
- Chen, Y., Atashi, H., Grelet, C., Vanderich, S., Hu, H., & Gengler, N. (2022). Defining a nitrogen efficiency index in Holstein cows and assessing its potential effect on the breeding program of bulls. *J Dairy Sci*, 105, 7575-7587. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21681>
- Chen, Y., Liu, J., & Liu, W. (2023). Enhancing growth, quality, and metabolism of nitrogen of alfalfa (*Medicago sativa* L.) by high red–blue light intensity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 186(6), 661-672. <https://doi.org/10.1002/jpln.202300216>
- Choque-Lázaro, J. M. (2013). Influencia de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y producción de alfalfa W-350. *Revista: Ciencias Agrarias*, 7(7), 64-72. <https://revistas.unap.edu.pe/agr/index.php/agr/article/view/464/402>
- Clark, J. H., Klusmeyer, T. H., & Cameron, M. R. (1992). Microbial Protein Synthesis and Flows of Nitrogen Fractions to the Duodenum of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 75(8), 2304-2323. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77992-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77992-2)
- Coblentz, W. K., & Grabber, J. H. (2013). In situ protein degradation of alfalfa and birdsfoot trefoil hays and silages as influenced by condensed tannin concentration. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 3120-3137. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6098>
- Cupic, T., Grljusic, S., Popovic, S., Stjepanovic, M., & Tucak, M. (2001). Protein and fiber contents in alfalfa leaves and stems Tihomir Cupic Poljoprivredni institut Osijek. *CIHEAM*, 218, 215-218.
- Dalcq, A. C., Beckers, Y., Mayeres, P., Reding, E., Wyzen, B., Colinet, F., Delhez, P., & Soyeurt, H. (2018). The feeding system impacts relationships between calving interval and economic results of dairy farms. *Animal*, 12(8), 1662-1671. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003020>



- Davis, T. C., & White, R. R. (2020). Breeding animals to feed people: The many roles of animal reproduction in ensuring global food security. *Theriogenology*, 150, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.041>
- Dayyani, N., Karkudi, K., & Bakhtiari, H. (2013). Reproductive performance definition in dairy cattle: affective factors. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1(11), 1392-1396.
- De Rensis, F., Dall'Olio, E., Gnemmi, G. M., Tummaruk, P., Andrani, M., & Saleri, R. (2024). Interval from oestrus to ovulation in dairy cows—A key factor for insemination time: A review. *Veterinary Sciences*, 11(4), 152. <https://doi.org/10.3390/vetsci11040152>
- Derbe, C., Chanie, E., & Derbe, T. (2022). Impact of dairy production on smallholder households food security in the central Gondar zone, Ethiopia. *International Journal of Rural Management*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/09730052221123435>
- Dhont, C., Castonguay, Y., Nadeau, P., Bé Langer, G., Chalifour, F.-P., Dhont, C., & Chalifour, F.-P. (2002). Alfalfa Root Carbohydrates and Regrowth Potential in Response to Fall Harvests. *Crop Science*, 42, 754-765. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.7540>
- Dijkstra, J., Oenema, O., van Groenigen, J. W., Spek, J. W., van Vuuren, A. M., & Bannink, A. (2013). Diet effects on urine composition of cattle and N<sub>2</sub>O emissions. *Animal*, 7(Supp 2), 292-302. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000578>
- Djaman, K., Owen, C., Koudahe, K., & O'Neill, M. (2020). Evaluation of different fall dormancy-rating alfalfa cultivars for forage yield in a semiarid environment. *Agronomy*, 10(1), 146. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010146>
- Donnelly, D. M., Dórea, J. R. R., Yang, H., & Combs, D. K. (2018). Technical note: Comparison of dry matter measurements from handheld near-infrared units with oven drying at 60°C for 48 hours and other on-farm methods. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 9971-9977. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14027>
- Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T., & Webster, G. (1989). A Body



- Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 72(1), 68-78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)
- Edwards, A., & Birmingham, T. (2023). An investigation of the effect of drying methods on the nutritive value of forage grasses. *Net Journal of Agricultural Science*, 11(3), 29-34. <https://doi.org/10.30918/NJAS.113.23.031>
- Ellis, J. L., Qiao, F., & Cant, J. P. (2006). Evaluation of net energy expenditures of dairy cows according to body weight changes over a full lactation. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1546-1557. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72222-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72222-6)
- Ferguson, J. D. (1994). Production and reproduction in dairy cows. Minnesota Dairy Health Conference, May 17-19, 1993. Sponsored by the College of Veterinary Medicine, University of Minnesota., 59(28), 79-82. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00898-5](https://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00898-5)
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., Blanchard, T., & Reeves, M. (1993). Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *Journal of Dairy Science*, 76(12), 3742-3746. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77716-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77716-4)
- Findlay, J. K., Kerr, J. B., Britt, K., Liew, S. H., Simpson, E. R., Rosairo, D., & Drummond, A. (2009). Ovarian physiology: follicle development, oocyte and hormone relationships. *Anim. Reprod.*, 6(1), 16-19.
- Ford, M. T. (2022). Trends in alfalfa growth and ground-water levels in Arizona. *Arizona Journal of Interdisciplinary Studies*, 8, 1-17. <https://journals.librarypublishing.arizona.edu/azjis/article/id/5092/>
- Fread, E. (2024). How long should the voluntary waiting period be? <https://extension.psu.edu/how-long-should-the-voluntary-waiting-period-be>
- Gaines, W. L., & Palfrey, J. R. (1931). Length of Calving Interval and Average Milk Yield. *Journal of Dairy Science*, 14(4), 294-306. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(31\)93474-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(31)93474-7)
- Gao, Q., Wang, K., Huang, J., Dou, P., & Miao, Z. (2024). Exploring the structure and substance metabolism of a *Medicago sativa* L. stem base. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(11), 6225. <https://doi.org/10.3390/ijms25116225>





- Getabalew, M., Alemneh, T., & Akebergn, D. (2019). Dairy production in Ethiopia - Existing scenario and constraints. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 16(5), 12304-12309. <https://doi.org/10.26717/bjstr.2019.16.002903>
- Getachew, G., Depeters, E. J., Pittroff, W., Putnam, D. H., & Dandekar, A. M. (2006). Does protein in alfalfa need protection from rumen microbes? *Professional Animal Scientist*, 22(5), 364-373. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31129-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31129-3)
- Getahun, D., Alemneh, T., Akebergn, D., Getabalew, M., & Zewdie, D. (2019). Urea metabolism and recycling in ruminants. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 20(1), 14790-14796. <https://doi.org/10.26717/bjstr.2019.20.003401>
- Gomel, R. A. (2024). Evaluación de la dinámica del nitrógeno de la alfalfa dormante W350 en monocultivo y cultivo asociado en vacas lecheras [Universidad Nacional del Altiplano]. Datos no publicados
- Grings, E. E., Roffler, R. E., & Deitelhoff, D. P. (1991). Response of dairy cows in early lactation to additions of cottonseed meal in alfalfa-based diets. *Journal of Dairy Science*, 74(8), 2580-2587. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78436-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78436-1)
- Gross, J. J. (2022). Limiting factors for milk production in dairy cows: perspectives from physiology and nutrition. *Journal of Animal Science*, 100(3), 11. <https://doi.org/10.1093/jas/skac044>
- Hanigan, M. D., Souza, V. C., Martineau, R., Daley, V. L., & Kononoff, P. (2021). Predicting ruminally undegraded and microbial protein flows from the rumen. *Journal of Dairy Science*, 104(8), 8685-8707. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19672>
- Hernández-Guzmán, F. J., Hernández-Garay, A., Ortega-Jiménez, E., Enríquez-Quiroz, J. F., & Velázquez-Martínez, M. (2015). Comportamiento productivo del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) en respuesta al pastoreo. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 33. <https://doi.org/10.15517/am.v26i1.16889>
- Hu, Y., Kang, S., Ding, R., & Zhao, Q. (2021). A crude protein and fiber model of alfalfa incorporating growth age under water and salt stress. *Agricultural Water*



- Management, 255, 107037. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.107037>
- Hufana-Duran, D., & Duran, P. G. (2020). Animal reproduction strategies for sustainable livestock production in the tropics. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 492(1), 012065. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/492/1/012065>
- Husman, S. H. (1992). Central Arizona alfalfa production overview. <https://alfalasyposium.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1992/92-14.Pdf>
- Intagri, E. E. (2018). Parámetros Reproductivos del Ganado Bovino. <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/parametros-reproductivos-del-ganado-bovino>
- Jahnel, R. E., Blunk, I., Wittenburg, D., & Reinsch, N. (2023). Relationship between milk urea content and important milk traits in Holstein cattle. *animal*, 17(5), 100767. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100767>
- Jonker, J. S., Kohn, R. A., & Erdman, R. A. (1998). Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81(10), 2681-2692. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75825-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75825-4)
- Jordan, E. R., & Swanson, L. V. (1979). Serum progesterone and luteinizing hormone in dairy cattle fed varying levels of crude protein. *J Anim Sci*, 48(5), 1154-1158. <https://doi.org/10.2527/jas1979.4851154x>
- Joy, M. K., Rankin, D. A., Wöhler, L., Boyce, P., Canning, A., Foote, K. J., & McNie, P. M. (2022). The grey water footprint of milk due to nitrate leaching from dairy farms in Canterbury, New Zealand. *Australasian Journal of Environmental Management*, 29(2), 177-199. <https://doi.org/10.1080/14486563.2022.2068685>
- Juan, N., Luis, R., & Oscar, B. (1995). CONSERVACIÓN DEL FORRAJE DE ALFALFA. [www.produccion-animal.com.ar/www.produccionbovina.com](http://www.produccion-animal.com.ar/www.produccionbovina.com)
- Jung, H. G., & Engels, F. M. (2002). Alfalfa stem tissues: Cell wall deposition, composition, and degradability. *Crop Science*, 42, 524-534.
- Kenny, D. A., Humpherson, P. G., Leese, H. J., Morris, D. G., Tomos, A. D., Diskin, M.



- G., & Sreenan, J. M. (2002). Effect of elevated systemic concentrations of ammonia and urea on the metabolite and ionic composition of oviductal fluid in cattle. *Biology of Reproduction*, 66, 1797-1804. <https://doi.org/10.1095/biolreprod66.6.1797>
- Kim, B., Muneeppeerakul, R., Ruddell, B., & Aggarwal, R. (2015). Analysis of alfalfa production in a water-stressed region: A dynamical modeling approach [Arizona State University]. <https://core.ac.uk/download/pdf/79576444.pdf>
- Knowles, T. C., & Winans, S. S. (1997). Overview of alfalfa production and market trends in La Paz county. *Forage and Grain: A College of Agriculture Report*, 6.
- Kolver, E., Muller, L. D., Varga, G. A., & Cassidy, T. J. (1998). Synchronization of ruminal degradation of supplemental carbohydrate with pasture nitrogen in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81(7), 2017-2028. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75776-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75776-5)
- Kolver, E. S., & Muller, L. D. (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *Journal of Dairy Science*, 81(5), 1403-1411. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75704-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75704-2)
- Kosmowski, F., Chamberlin, J., Ayalew, H., Sida, T., Abay, K., & Craufurd, P. (2021). How accurate are yield estimates from crop cuts? Evidence from smallholder maize farms in Ethiopia. *Food Policy*, 102, 102122. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102122>
- Kung, L., Tung, R. S., & Carmean, B. R. (1992). Rumen fermentation and nutrient digestion in cattle fed diets varying in forage and energy source. *Animal Feed Science and Technology*, 39(1-2), 1-12. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(92\)90027-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(92)90027-4)
- Latif, A., Sun, Y., & Noman, A. (2023). Herbaceous Alfalfa plant as a multipurpose crop and predominant forage specie in Pakistan. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1126151>
- Lean, I. J., Galland, J. C., & Scott, J. L. (1989). Relationships between fertility, peak milk yields and lactational persistency in dairy cows. *Theriogenology*, 31(5), 1093-1103. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(89\)90493-7](https://doi.org/10.1016/0093-691X(89)90493-7)



- Li, M., Zhang, Y., Ma, C., Sun, H., Ren, W., & Wang, X. (2023). Maximizing the water productivity and economic returns of alfalfa by deficit irrigation in China: A meta-analysis. En *Agricultural Water Management* (Vol. 287, p. 108454). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108454>
- Li, Z., He, F., Tong, Z., Li, X., Yang, Q., & Hannaway, D. B. (2022). Metabolomic changes in crown of alfalfa (*Medicago sativa* L.) during de-acclimation. *Scientific Reports*, 12(1), 14977. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-19388-x>
- Liu, E., Hanigan, M., & VandeHaar, M. (2021). Importance of considering body weight change in response to dietary protein deficiency in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(11), 11567-11579. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19566>
- Liu, X., Li, D., Ge, Q., Yang, B., & Li, S. (2023). Effects of harvest period and mixed ratio on the characteristic and quality of mixed silage of alfalfa and maize. *Animal Feed Science and Technology*, 306, 115796. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115796>
- Liu, Z. Y., Baoyin, T., Li, X. L., & Wang, Z. L. (2019). How fall dormancy benefits alfalfa winter-survival? Physiologic and transcriptomic analyses of dormancy process. *BMC Plant Biology*, 19(1), 205. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1773-3>
- Lowry, R. (2021). One-Way Chi-Square «Goodness of Fit» Test. En 1998-2021 (p. 2). VassarStats: Website for Statistical Computation.
- Luo, J., de Klein, C. A. M., Ledgard, S. F., & Saggar, S. (2010). Management options to reduce nitrous oxide emissions from intensively grazed pastures: A review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 136(3-4), 282-291. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.12.003>
- Malysheva, N. Y., Shelenga, T. V., Solovyeva, A. E., Nagiev, T. B., Kovaleva, N. V., & Malyshev, L. L. (2023). Metabolomic approach to investigate *Dactylis glomerata* L. from the VIR collection. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Selektcii*, 27(2), 111-118. <https://doi.org/10.18699/VJGB-23-16>
- Mamani, G., Villantoy, A., & Parian, A. (2011). Producción de pasturas en los valles interandinos (Manual).



[https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/751/1/Mamani-Producci%C3%B3n\\_pasturas\\_valles\\_interandinos.pdf](https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/751/1/Mamani-Producci%C3%B3n_pasturas_valles_interandinos.pdf)

- Manoukian, M., Delcurto, T., Kluth, J., Carlisle, T., Davis, N., Nack, M., Wyffels, S., Scheaffer, A., & Van Emon, M. (2021). Impacts of rumen degradable or undegradable protein supplementation with or without salt on nutrient digestion, and vfa concentrations. *Animals*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/ani11113011>
- Mariscal, V., Pacheco, A., Estrella, H., Huerta, M., Rangel, R., & Núñez, R. (2016). indicadores reproductivos de vacas lecheras en agroempresas con diferente nivel tecnológico en los altos de jalisco. <https://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v13n3/1870-5472-asd-13-03-00493.pdf>
- Matse, D. T., Jeyakumar, P., Bishop, P., & Anderson, C. W. N. (2022). Nitrate leaching mitigation options in two dairy pastoral soils and climatic conditions in New Zealand. *Plants*, 11(18), 2430. <https://doi.org/10.3390/plants11182430>
- McHugh, M. L. (2013). Lessons in biostatistics The Chi-square test of independence. *Biochemia Medica*, 23(2), 143-149. <https://doi.org/10.11613/BM.2013.018>
- Miglior, F., Pizzi, F., & Guaita, N. (1998). Effect of environmental factors on Non Return Rate in Italian Holstein-Friesians. Proceedings international workshop on genetic improvement of functional traits in cattle. <https://journal.interbull.org/index.php/ib/article/view/772>
- Miller, R. H., Norman, H. D., Kuhn, M. T., Clay, J. S., & Hutchison, J. L. (2007). Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science*, 90(3), 1594-1606. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)71645-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)71645-4)
- Min, D. (2016). Effects of Cutting Interval between Harvests on Dry Matter Yield and Nutritive Value in Alfalfa. *American Journal of Plant Sciences*, 7(8), 1226-1231. <https://doi.org/10.4236/ajps.2016.78118>
- Ministerio del Ambiente. (2019). Línea de base de la alfalfa con fines de bioseguridad en el Perú. En Minan.
- Moharrery, A. (2004). Investigation of different levels of RDP in the rations of lactating



- cows and their effects on MUN, BUN and urinary N excretion. *Italian Journal of Animal Science*, 3(2), 157-165. <https://doi.org/10.4081/ijas.2004.157>
- Morales, J., Jiménez, J. L., Velasco, V. A., Villegas, Y., Enríquez, J. R., & Hernández, A. (2006). Evaluación de 14 variedades de alfalfa con fertirriego en la Mixteca de Oaxaca Effect of drip fertirrigation in 14 alfalfa varieties in the Mixteca region, Oaxaca. *Pecu Méx*, 44(3), 277-288. <https://www.redalyc.org/pdf/613/61344301>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal (D. Nash, Ed.). BOLFOR. <http://www.biologica.info/biblioteca/mostacedo2000ecologiavegetal.pdf>
- Noro, M., & Wittwer, F. (2012). Interrelaciones entre ureagénesis y gluconeogénesis hepática en rumiantes alimentados con elevado contenido de nitrógeno. *Vet. Méx.*, 43(2), 143-154.
- NRC. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. En *Dietary Nutrients, Additives and Fish Health (Seventh Re)*. National Academy Press. <https://doi.org/10.1002/9781119005568.ch9>
- Ortiz, D., Camacho, J., & Echevarría, L. (2009). Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Rev Inv Vet Perú*, 20(2), 196-202. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1609-91172009000200007](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172009000200007)
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., & Tran, L. S. P. (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, 5(MAR), 86. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00086>
- Parmar, S. C., Dhani, A. J., Hadiya, K. K., & Parmar, C. (2016). Early Embryonic Death in Bovines: An Overview. <https://www.researchgate.net/publication/315589534>
- Phuong, H. N., Friggens, N. C., de Boer, I. J. M., & Schmidely, P. (2013). Factors affecting energy and nitrogen efficiency of dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 96(11), 7245-7259. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6977>
- Radović, J., Sokolović, D., & Marković, J. (2009). Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25(5-



6), 465-475. <https://doi.org/10.2298/bah0906465r>

- Rasmussen, A. E., Holtenius, K., Båge, R., Strandberg, E., Åkerlind, M., & Kronqvist, C. (2024). Customized voluntary waiting period before first insemination in primiparous dairy cows. Effect on milk production, fertility and health. *Journal of Dairy Science*, 107(11), 9558-9571. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24593>
- Rearte, R., LeBlanc, S. J., Corva, S. G., de la Sota, R. L., Lacau-Mengido, I. M., & Giuliadori, M. J. (2018). Effect of milk production on reproductive performance in dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 101(8), 7575-7584. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13796>
- Rebuffo, M. (2005). Alfalfa: Principios de manejo del pastoreo. *Revista INIA*, 5, 1-3.
- Rhoads, M. L., Gilbert, R. O., Lucy, M. C., & Butler, W. R. (2004). Effects of urea infusion on the uterine luminal environment of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 2896-2901. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73420-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73420-7)
- Ríos Hilario, J. J., Mendoza Pedroza, S. I., Rojas García, A. R., Hidalgo Moreno, C. M. I., Ramírez Bribiesca, J. E., Pro Martínez, A., & González Cerón, F. (2023). Rendimiento del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.) bajo sombra. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 23(Suplemento II). <https://doi.org/10.53897/revaia.23.27.47>
- Rivera, J. E., & Chará, J. (2021). CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emissions from cattle excreta: A review of main drivers and mitigation strategies in grazing systems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 657936. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.657936>
- Rivera, R., Vargas, J., & Gomez, C. (2016). Characterization of milk production systems using dormant alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Livestock Research for Rural Development*, 28(9). <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd28/9/rive28152.html>
- Rivera, R., Vargas, J., Gomez, C. A., & Salazar-Cubillas, K. (2017). Increasing milk production using dormant alfalfa (*Medicago Sativa* L.) in the peruvian high plain (Puno). *En Tropentag*.
- Rochinotti, D. (1998). Model components of forage-fed cattle systems: energy expenditure of grazing cattle and prediction of intake in dairy cows [University





- of Florida]. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.111593>
- Rojas, A. R., Hernández, A., Quero, A. R., Guerrero, J. de D., Ayala, W., Zaragoza, J. L., & Trejo, C. (2016). Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(4), 885-895. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n4/2007-0934-remexca-7-04-00885.pdf>
- Rojas, A. R., Mendoza, S. I., Maldonado, M. de los Á., Álvarez, P., Torres, N., Cruz, A., Vaquera, H., & Joaquín, S. (2019). Forage yield and nutritional value of alfalfa at different cutting intervals. *Revista Mexicana Ciencias Agrícolas*, 10(4). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000400849&script=sci\\_abstract&tlng=en](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000400849&script=sci_abstract&tlng=en)
- Romero, M. D. (2024). Los registros en la inseminación artificial. <https://www.infocarne.com>
- Romero, N. (2012). La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor. *TELOS. Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 14(3), 439-446. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99324907004.pdf>
- Roseler, D. K., Ferguson, J. D., Sniffen, C. J., & Herrema, J. (1993). Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 76(2), 525-534. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(93\)77372-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(93)77372-5)
- Savari, M., Khorvash, M., Amanlou, H., Ghorbani, G. R., Ghasemi, E., & Mirzaei, M. (2018). Effects of rumen-degradable protein:rumen-undegradable protein ratio and corn processing on production performance, nitrogen efficiency, and feeding behavior of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(2), 1111-1122. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12776>
- Selbie, D. R., Buckthought, L. E., & Shepherd, M. A. (2015). The challenge of the urine patch for managing nitrogen in grazed pasture systems. En *Advances in Agronomy* (Vol. 129). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2014.09.004>
- SENAMHI. (2023). Informe técnico: Análisis del déficit de lluvias en el departamento de





Puno en los periodos 2022/2023 y 2023/2024 (Actualizado al mes de octubre 2023). <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>

SENAMHI. (2024). Informe técnico: Análisis del comportamiento de la lluvia, caudales y niveles de agua en el departamento de puno para el año hidrológico 2023-2024 y su pronóstico setiembre-noviembre. <https://www.gob.pe/senamhi>

SENAMHI. (2024). Paucarcolla Distrito del Perú. [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Paucarcolla](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Paucarcolla)

Shen, Q., Xu, P., Hannaway, D. B., Serrano, E., & Yang, Y. (2024). Effects of harvest period and mixture proportion on the quality of corn-alfalfa silages. *Journal of Advances in Agronomy Crop Science*, 3(202), 1-10. <https://www.jscholaronline.org/articles/JACS/Effects-of-Harvest-Period-and-Mixture-Proportion-on-the-Quality.pdf>

Shi, S., Nan, L., & Smith, K. F. (2017). The current status, problems, and prospects of alfalfa (*Medicago Sativa L.*) breeding in China. *Agronomy*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.3390/agronomy7010001>

Silva, H. M. da, & Oliveira, A. S. de. (2023). A new protein requirement system for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 106(3), 1757-1772. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22348>

Silvertooth, J. C. (2023). Merits of alfalfa production in the desert Southwest. [https://www.familyfarmalliance.org/wp-content/uploads/2024/01/JCS\\_Merits-of-Alfalfa-Production-in-the-desert-Southwest\\_1nov23-1.pdf](https://www.familyfarmalliance.org/wp-content/uploads/2024/01/JCS_Merits-of-Alfalfa-Production-in-the-desert-Southwest_1nov23-1.pdf)

Sinclair, K. D., Garnsworthy, P. C., Mann, G. E., & Sinclair, L. A. (2014). Reducing dietary protein in dairy cow diets: Implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. *Animal*, 8(2), 262-274. <https://doi.org/10.1017/S1751731113002139>

Sinclair, K. D., Kuran, M., Gebbie, F. E., Webb, R., & McEvoy, T. G. (2000). Nitrogen metabolism and fertility in cattle: II. Development of oocytes recovered from heifers offered diets differing in their rate of nitrogen release in the rumen. *Journal of Animal Science*, 78(10), 2670-2680. <https://doi.org/10.2527/2000.78102670x>



- Soppe, W. J., & Bentsink, L. (2016). Dormancy in plants. En eLS John Wiley & Sons, Ltd: Chichester (pp. 1-7).  
<https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0002045.pub2>
- Sutton-McDowall, M. L., Gilchrist, R. B., & Thompson, J. G. (2010). The pivotal role of glucose metabolism in determining oocyte developmental competence. *Reproduction*, 139(4), 685-695. <https://doi.org/10.1530/REP-09-0345>
- Tang, W., Guo, H., Baskin, C. C., Xiong, W., Yang, C., Li, Z., Song, H., Wang, T., Yin, J., Wu, X., Miao, F., Zhong, S., Tao, Q., Zhao, Y., Sun, J., & Sun, J. (2022). Effect of Light Intensity on Morphology, Photosynthesis and Carbon Metabolism of Alfalfa (*Medicago sativa*) Seedlings. *Plants*, 11(13), 1688. <https://doi.org/10.3390/plants11131688>
- Temesgen, M. Y., Assen, A. A., Gizaw, T. T., Minalu, B. A., & Mersha, A. Y. (2022). Factors affecting calving to conception interval (days open) in dairy cows located at Dessie and Kombolcha towns, Ethiopia. *PLoS ONE*, 17(2), e0264029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264029>
- Testa, G., Gresta, F., & Cosentino, S. L. (2011). Dry matter and qualitative characteristics of alfalfa as affected by harvest times and soil water content. *European Journal of Agronomy*, 34(3), 144-152. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2010.12.001>
- Torres, V. H. (2021, agosto). Siembra de alfalfas orgánicas en Puno. *Agro Perú*, 2.
- Undersander, D. (2016). What does fall dormancy of alfalfa really mean? *Hay & Forage Grower*. <https://hayandforage.com/article-607-what-does-fall-dormancy-of-alfalfa-really-mean-.html>
- VanRaden, P. M., Sanders, A. H., Tooker, M. E., Miller, R. H., Norman, H. O., Kuhn, M. T., & Wiggans, G. R. (2004). Development of a national genetic evaluation for cow fertility. *Journal of Dairy Science*, 87(7), 2285-2292. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70049-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70049-1)
- Vasileva, N. (2016). Analysis of Forage Quality of Grass Mixtures – Perennial Grasses with Subterranean Clover. 534-540. <http://msucares.com/crops/forages/legumes/cool/s>



- Villareal, J., Hernández, A., Martínez, P., Guerrero, J. de D., & Velasco, E. (2014). Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. En *Rev Mex Cienc Pecu* (Vol. 5, Número 2). <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a8.pdf>
- Wang, F., Chen, S., Jiang, Y., Zhao, Y., Sun, L., Zheng, B., Chen, L., Liu, Z., Zheng X., Yi, K., Li, C., & Zhou, X. (2018). Effects of ammonia on apoptosis and oxidative stress in bovine mammary epithelial cells. *Mutagenesis*, 33(4), 291-299. <https://doi.org/10.1093/mutage/gey023>
- Wiegand, R., Battye, W. H., Myers, C. B., & Aneja, V. P. (2022). Particulate matter and ammonia pollution in the animal agricultural-producing regions of North Carolina: Integrated ground-based measurements and satellite analysis. *Atmosphere*, 13(5), 821. <https://doi.org/10.3390/atmos13050821>
- Wood, P. D. P. (1985). Importance of the calving interval to milk yield in the following lactation of British Friesian cows. *Journal of Dairy Research*, 52, 1-8. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003020>
- Xu, X., Min, D., & McDonald, I. (2021). Effects of harvest intervals and seeding rates on dry matter yield and nutritive value of alfalfa cultivars. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(5), 1098-1113. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e97>
- Xue, Z., Liu, N., Wang, Y., Yang, H., Wei, Y., Moriel, P., Palmer, E., & Zhang, Y. (2020). Combining orchardgrass and alfalfa: Effects of forage ratios on in vitro rumen degradation and fermentation characteristics of silage compared with hay. *Animals*, 10, 59. <https://doi.org/10.3390/ani10010059>
- Yost, W. M., Young, J. W., Schmidt, S. P., & McGilliard, D. A. (1977). Gluconeogenesis in Ruminants: Propionic Acid Production from a High-Grain Diet Fed to Cattle<sup>1</sup>. *J. Nutr*, 107(11), 2036-2043. <https://doi.org/10.1093/jn/107.11.2036>
- Young, J. W. (1977). Gluconeogenesis in Cattle: Significance and Methodology. *Journal of Dairy Science*, 60(1), 1-15. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(77\)83821-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(77)83821-6)
- Yzarra, W., & López, F. M. (2011). Manual de observaciones fenológicas.



Zhai, B., Hu, Z., Sun, S., Tang, Z., & Wang, G. (2024). Characteristics of photosynthetic rates in different vegetation types at high-altitude in mountainous regions. *Science of The Total Environment*, 907, 168071. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168071>

Zolin, M. B., Cavapozzi, D., & Mazzarolo, M. (2021). Food security and trade policies: evidence from the milk sector case study. *British Food Journal*, 123(13), 59-72. <https://doi.org/10.1108/BFJ-07-2020-0577>

## ANEXOS

**ANEXO 1.** Producción forrajera de alfalfa (CE-IIIpa-UNA) y alfalfa-dactilis (EE-IIIpa-INIA), desde 8 de noviembre 2023 al 19 de junio 2024

| PRODUCCIÓN FORRAJERA DE ALFALFA DORMANTE W350 Y ALFALFA DORMANTE W350-DACTILIS DE ILLPA-INIA<br>2023 – 2024 |                |             |            |         |       |                                       |          |        |          |        |                      |                |                  |        | NITRÓGENO TOTAL-PROTEÍNA CRUDA |   |      |      |                 |       |                                    |       |        |  |
|---|----------------|-------------|------------|---------|-------|---------------------------------------|----------|--------|----------|--------|----------------------|----------------|------------------|--------|--------------------------------|---|------|------|-----------------|-------|------------------------------------|-------|--------|--|
| Muestra   | Datos de campo |             |            |         |       | Análisis de H° y MS: 60°C, ≥ 72 horas |          |        |          |        | Producción forrajera |                |                  |        |                                | NT (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.025 N) |      |      |                 |       |                                    |       |        |  |
|   | Altura (cm)    | Cobert. (%) | BP1+MF (g) | BP1 (g) | B (g) | B+MF (g)                              | B+MS (g) | MF (g) | Agua (g) | H° (%) | MS (%)               | Corte, t/ha MF | Campaña, t/ha MF | MS     | Muestra g                      | Gasto ml                                    | NT % | PC % | Corte, kg/ha NT | PC %  | Producción NT y PC Camp., kg/ha NT | PC %  |        |  |
| <b>Muestreo 1: 8 noviembre 2023. Alfalfa ILLPA: Ciclo 1 – Rebrote</b>                                       |                |             |            |         |       |                                       |          |        |          |        |                      |                |                  |        |                                |   |      |      |                 |       |                                    |       |        |  |
| A 1   | 15             | 65          | 159.0      | 4.8     | 20.8  | 172.9                                 | 57.6     | 152.1  | 115.3    | 75.8   | 24.2                 | 6.360          | 1.539            | 31.800 | 7.694                          | 0.2109                                      | 23.9 | 3.97 | 24.79           | 61.0  | 381.5                              | 305.2 | 1907.3 |  |
| A 2   | 18             | 70          | 147.9      | 5.9     | 20.8  | 225.8                                 | 58.3     | 205.0  | 167.5    | 81.7   | 18.3                 | 5.916          | 1.082            | 29.580 | 5.411                          | 0.2112                                      | 24.3 | 4.03 | 25.17           | 43.6  | 272.4                              | 217.9 | 1361.9 |  |
| A 3   | 18             | 65          | 445.1      | 6.5     | 20.8  | 234.8                                 | 66.3     | 214.0  | 168.5    | 78.7   | 21.3                 | 17.804         | 3.785            | 89.020 | 18.927                         | 0.2113                                      | 23.4 | 3.88 | 24.23           | 146.7 | 917.0                              | 733.6 | 4585.1 |  |
| A 4   | 14             | 60          | 259.6      | 4.4     | 20.6  | 230.8                                 | 67.2     | 210.2  | 163.6    | 77.8   | 22.2                 | 10.384         | 2.302            | 51.920 | 11.510                         | 0.2109                                      | 23.9 | 3.97 | 24.79           | 91.3  | 570.7                              | 456.5 | 2853.4 |  |
| A 5   | 16             | 75          | 372.0      | 4.1     | 20.8  | 223.9                                 | 66.6     | 203.1  | 157.3    | 77.4   | 22.6                 | 14.880         | 3.356            | 74.400 | 16.778                         | 0.2109                                      | 24.7 | 4.10 | 25.62           | 137.5 | 859.7                              | 687.7 | 4298.3 |  |
| A 6   | 19             | 80          | 489.7      | 4.2     | 20.7  | 237.0                                 | 66.7     | 216.3  | 170.3    | 78.7   | 21.3                 | 19.588         | 4.166            | 97.940 | 20.829                         | 0.2111                                      | 23.2 | 3.85 | 24.04           | 160.2 | 1001.5                             | 801.2 | 5007.4 |  |
| <b>Muestreo 1: 8 noviembre 2023. Alfalfa INIA: Ciclo 1 – Rebrote</b>  |                |             |            |         |       |                                       |          |        |          |        |                      |                |                  |        |                                |   |      |      |                 |       |                                    |       |        |  |
| A 1   | 12             | 70          | 330.1      | 7.3     | 20.8  | 247.3                                 | 76.9     | 226.5  | 170.4    | 75.2   | 24.8                 | 13.204         | 3.270            | 66.020 | 16.352                         | 0.2106                                      | 23.9 | 3.97 | 24.82           | 129.9 | 811.9                              | 649.5 | 4059.4 |  |
| A 2   | 15             | 60          | 340.2      | 7.3     | 20.7  | 280.3                                 | 86.5     | 259.6  | 193.8    | 74.7   | 25.3                 | 13.608         | 3.449            | 68.040 | 17.246                         | 0.2109                                      | 23.3 | 3.87 | 24.17           | 133.4 | 833.6                              | 666.9 | 4167.9 |  |
| A 3   | 18             | 50          | 323.9      | 6.7     | 20.6  | 280.3                                 | 87.6     | 259.7  | 192.7    | 74.2   | 25.8                 | 12.956         | 3.343            | 64.780 | 16.713                         | 0.2105                                      | 23.9 | 3.97 | 24.84           | 132.8 | 830.2                              | 664.1 | 4150.9 |  |
| A 4   | 14             | 70          | 331.5      | 4.2     | 20.6  | 284.4                                 | 87.5     | 263.8  | 196.9    | 74.6   | 25.4                 | 13.260         | 3.363            | 66.300 | 16.814                         | 0.2111                                      | 23.7 | 3.93 | 24.57           | 132.2 | 826.2                              | 661.0 | 4131.2 |  |
| A 5   | 16             | 50          | 394.1      | 5.6     | 20.6  | 293.9                                 | 86.7     | 273.3  | 207.2    | 75.8   | 24.2                 | 15.764         | 3.813            | 78.820 | 19.063                         | 0.2109                                      | 25.3 | 4.20 | 26.24           | 160.1 | 1000.5                             | 800.4 | 5002.5 |  |
| A 6   | 18             | 50          | 413.0      | 5.3     | 20.7  | 289.6                                 | 89.3     | 268.9  | 200.3    | 74.5   | 25.5                 | 16.520         | 4.214            | 82.600 | 21.072                         | 0.2113                                      | 23.2 | 3.84 | 24.02           | 162.0 | 1012.2                             | 809.8 | 5061.2 |  |
| <b>Muestreo 1: 8 noviembre 2023. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 1 – Rebrote</b>                               |                |             |            |         |       |                                       |          |        |          |        |                      |                |                  |        |                                |   |      |      |                 |       |                                    |       |        |  |
| AD 1  | 15             | 70          | 323.2      | 6.5     | 20.9  | 231.7                                 | 74.0     | 210.8  | 157.7    | 74.8   | 25.2                 | 12.928         | 3.257            | 64.640 | 16.283                         | 0.2180                                      | 6.4  | 3.65 | 22.84           | 119.0 | 743.7                              | 594.9 | 3718.4 |  |
| AD 2  | 13             | 65          | 284.3      | 5.0     | 20.9  | 233.1                                 | 73.9     | 212.2  | 159.2    | 75.0   | 25.0                 | 11.372         | 2.840            | 56.860 | 14.202                         | 0.2117                                      | 23.9 | 3.95 | 24.70           | 112.2 | 701.4                              | 561.2 | 3507.2 |  |
| AD 3  | 12             | 50          | 256.0      | 6.8     | 20.6  | 288.8                                 | 72.7     | 268.2  | 216.1    | 80.6   | 19.4                 | 10.240         | 1.989            | 51.200 | 9.946                          | 0.2146                                      | 6.8  | 3.94 | 24.65           | 78.4  | 490.3                              | 392.2 | 2451.5 |  |
| AD 4  | 16             | 65          | 284.2      | 5.4     | 20.7  | 230.8                                 | 76.9     | 210.1  | 153.9    | 73.3   | 26.7                 | 11.368         | 3.041            | 56.840 | 15.204                         | 0.2132                                      | 23.2 | 3.81 | 23.80           | 115.8 | 723.8                              | 579.1 | 3619.2 |  |
| AD 5  | 11             | 70          | 261.7      | 5.4     | 20.8  | 222.8                                 | 77.0     | 202.0  | 145.8    | 72.2   | 27.8                 | 10.468         | 2.912            | 52.340 | 14.562                         | 0.2114                                      | 6.9  | 4.06 | 25.39           | 118.3 | 739.4                              | 591.6 | 3697.2 |  |
| AD 6  | 13             | 75          | 445.3      | 5.1     | 20.9  | 234.8                                 | 71.2     | 213.9  | 163.6    | 76.5   | 23.5                 | 17.812         | 4.189            | 89.060 | 20.943                         | 0.2113                                      | 22.0 | 3.64 | 22.78           | 152.6 | 954.0                              | 763.2 | 4769.9 |  |
| <b>Muestreo 2: 22 noviembre 2023. Alfalfa ILLPA: Ciclo 1 – Crecimiento</b>                                  |                |             |            |         |       |                                       |          |        |          |        |                      |                |                  |        |                                |   |      |      |                 |       |                                    |       |        |  |

|  |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
|--|----|----|-------|-----|------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 1  | 20 | 80 | 430.5 | 5.7 | 20.5 | 268.6 | 57.6 | 248.1 | 211.0 | 85.0 | 15.0 | 17.220 | 2.575 | 86.100  | 12.875 | 0.2182 | 23.0 | 3.69 | 23.06 | 95.0  | 593.7  | 475.0  | 2968.7 |
| A 2  | 22 | 80 | 620.4 | 5.9 | 20.3 | 263.1 | 58.3 | 242.8 | 204.8 | 84.3 | 15.7 | 24.816 | 3.884 | 124.080 | 19.419 | 0.2180 | 19.9 | 3.19 | 19.97 | 124.1 | 775.6  | 620.4  | 3877.8 |
| A 3  | 17 | 60 | 311.6 | 5.9 | 20.1 | 267.9 | 66.3 | 247.8 | 201.6 | 81.4 | 18.6 | 12.464 | 2.324 | 62.320  | 11.619 | 0.2110 | 23.0 | 3.82 | 23.84 | 88.7  | 554.1  | 443.3  | 2770.5 |
| A 4  | 23 | 75 | 512.4 | 4.8 | 20.1 | 264.9 | 67.2 | 244.8 | 197.7 | 80.8 | 19.2 | 20.496 | 3.943 | 102.480 | 19.717 | 0.2191 | 22.2 | 3.55 | 22.16 | 139.8 | 874.1  | 699.2  | 4370.3 |
| A 5  | 23 | 80 | 416.5 | 4.8 | 20.4 | 264.6 | 66.6 | 244.2 | 198.0 | 81.1 | 18.9 | 16.660 | 3.152 | 83.300  | 15.759 | 0.2134 | 23.0 | 3.77 | 23.58 | 118.9 | 743.1  | 594.5  | 3715.5 |
| A 6  | 24 | 85 | 540.1 | 5.3 | 20.9 | 268.9 | 66.7 | 248.0 | 202.2 | 81.5 | 18.5 | 21.604 | 3.990 | 108.020 | 19.949 | 0.2167 | 19.0 | 3.07 | 19.18 | 122.4 | 765.2  | 612.2  | 3826.1 |
| <b>Muestreo 2: 22 noviembre 2023. Alfalfa INIA: Ciclo 1 – Crecimiento</b>            |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 21 | 90 | 367.8 | 6.8 | 20.1 | 261.8 | 76.9 | 241.7 | 184.9 | 76.5 | 23.5 | 14.712 | 3.457 | 73.560  | 17.287 | 0.2122 | 22.2 | 3.66 | 22.89 | 126.6 | 791.2  | 633.0  | 3956.1 |
| A 2  | 25 | 50 | 332.0 | 6.0 | 20.3 | 265.7 | 86.5 | 245.4 | 179.2 | 73.0 | 27.0 | 13.280 | 3.582 | 66.400  | 17.912 | 0.2108 | 19.1 | 3.17 | 19.82 | 113.6 | 710.1  | 568.0  | 3550.3 |
| A 3  | 24 | 70 | 401.7 | 6.4 | 20.3 | 255.7 | 87.6 | 235.4 | 168.1 | 71.4 | 28.6 | 16.068 | 4.594 | 80.340  | 22.969 | 0.2134 | 22.9 | 3.76 | 23.47 | 172.5 | 1078.3 | 862.7  | 5391.7 |
| A 4  | 22 | 85 | 463.4 | 7.2 | 20.2 | 262.0 | 87.5 | 241.8 | 174.5 | 72.2 | 27.8 | 18.536 | 5.159 | 92.680  | 25.796 | 0.2134 | 25.2 | 4.13 | 25.83 | 213.2 | 1332.7 | 1066.2 | 6663.4 |
| A 5  | 20 | 85 | 372.9 | 6.9 | 20.2 | 257.7 | 86.7 | 237.5 | 171.0 | 72.0 | 28.0 | 14.916 | 4.176 | 74.580  | 20.882 | 0.2140 | 24.0 | 3.93 | 24.53 | 163.9 | 1024.6 | 819.7  | 5123.0 |
| A 6  | 22 | 90 | 373.8 | 7.5 | 20.2 | 262.7 | 89.3 | 242.5 | 173.4 | 71.5 | 28.5 | 14.952 | 4.261 | 74.760  | 21.303 | 0.2136 | 19.9 | 3.26 | 20.38 | 138.9 | 868.3  | 694.6  | 4341.5 |
| <b>Muestreo 2: 22 noviembre 2023. Alfalfa + Dactilis INIA: Ciclo 1 – Crecimiento</b> |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 17 | 72 | 259.0 | 5.7 | 20.3 | 229.7 | 74.0 | 209.4 | 155.7 | 74.4 | 25.6 | 10.360 | 2.657 | 51.800  | 13.284 | 0.2186 | 23.8 | 3.81 | 23.82 | 101.2 | 632.8  | 506.2  | 3163.8 |
| AD 2   | 23 | 76 | 277.4 | 5.1 | 20.1 | 249.4 | 73.9 | 229.3 | 175.5 | 76.5 | 23.5 | 11.096 | 2.603 | 55.480  | 13.017 | 0.2180 | 22.4 | 3.60 | 22.48 | 93.6  | 585.2  | 468.1  | 2925.9 |
| AD 3   | 27 | 76 | 300.2 | 5.5 | 20.2 | 255.3 | 72.7 | 235.1 | 182.6 | 77.7 | 22.3 | 12.008 | 2.681 | 60.040  | 13.407 | 0.2110 | 20.0 | 3.32 | 20.73 | 89.0  | 556.0  | 444.8  | 2780.0 |
| AD 4   | 16 | 80 | 267.8 | 5.2 | 20.2 | 224.1 | 76.9 | 203.9 | 147.2 | 72.2 | 27.8 | 10.712 | 2.979 | 53.560  | 14.894 | 0.2191 | 23.5 | 3.75 | 23.46 | 111.8 | 698.9  | 559.1  | 3494.5 |
| AD 5   | 19 | 75 | 373.9 | 4.9 | 20.3 | 255.3 | 77.0 | 235.0 | 178.3 | 75.9 | 24.1 | 14.956 | 3.609 | 74.780  | 18.043 | 0.2134 | 23.8 | 3.90 | 24.40 | 140.9 | 880.4  | 704.3  | 4401.8 |
| AD 6   | 15 | 70 | 260.7 | 5.1 | 20.1 | 217.7 | 71.2 | 197.6 | 146.5 | 74.1 | 25.9 | 10.428 | 2.697 | 52.140  | 13.484 | 0.2167 | 22.7 | 3.67 | 22.91 | 98.9  | 617.9  | 494.4  | 3089.7 |
| <b>Muestreo 3: 6 diciembre 2023. Alfalfa ILPA: Ciclo 1 – Corte</b>                   |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 27 | 70 | 656.8 | 6.7 | 20.5 | 276.9 | 79.9 | 256.4 | 197.0 | 76.8 | 23.2 | 26.272 | 6.086 | 131.360 | 30.432 | 0.2331 | 22.3 | 3.35 | 20.93 | 203.8 | 1273.7 | 1019.0 | 6368.6 |
| A 2  | 30 | 75 | 659.0 | 6.1 | 20.3 | 276.1 | 76.0 | 255.8 | 200.1 | 78.2 | 21.8 | 26.360 | 5.740 | 131.800 | 28.699 | 0.2313 | 25.0 | 3.78 | 23.64 | 217.1 | 1357.1 | 1085.7 | 6785.5 |
| A 3  | 22 | 70 | 448.4 | 6.1 | 20.4 | 275.2 | 76.9 | 254.8 | 198.3 | 77.8 | 22.2 | 17.936 | 3.977 | 89.680  | 19.886 | 0.2309 | 23.5 | 3.56 | 22.26 | 141.7 | 885.5  | 708.4  | 4427.3 |
| A 4  | 27 | 55 | 557.3 | 6.6 | 20.5 | 275.8 | 82.1 | 255.3 | 193.7 | 75.9 | 24.1 | 22.292 | 5.379 | 111.460 | 26.894 | 0.2310 | 23.4 | 3.55 | 22.16 | 190.7 | 1191.9 | 953.5  | 5959.4 |
| A 5  | 16 | 45 | 481.5 | 5.4 | 20.4 | 279.6 | 72.6 | 259.2 | 207.0 | 79.9 | 20.1 | 19.260 | 3.879 | 96.300  | 19.394 | 0.2348 | 25.0 | 3.73 | 23.29 | 144.5 | 903.4  | 722.7  | 4517.0 |
| A 6  | 30 | 90 | 540.2 | 6.5 | 20.6 | 278.5 | 87.1 | 257.9 | 191.4 | 74.2 | 25.8 | 21.608 | 5.572 | 108.040 | 27.858 | 0.2353 | 22.5 | 3.35 | 20.92 | 186.5 | 1165.4 | 932.4  | 5827.2 |
| <b>Muestreo 3: 6 diciembre 2023. Alfalfa INIA: Ciclo 1 – Corte</b>                   |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 35 | 75 | 662.0 | 5.7 | 20.4 | 279.6 | 85.3 | 259.2 | 194.3 | 75.0 | 25.0 | 26.480 | 6.630 | 132.400 | 33.151 | 0.2372 | 25.1 | 3.70 | 23.15 | 245.6 | 1534.7 | 1227.8 | 7673.7 |
| A 2  | 37 | 88 | 561.4 | 5.5 | 20.4 | 277.3 | 84.6 | 256.9 | 192.7 | 75.0 | 25.0 | 22.456 | 5.612 | 112.280 | 28.059 | 0.2355 | 26.3 | 3.91 | 24.43 | 219.3 | 1370.9 | 1096.7 | 6854.7 |
| A 3  | 27 | 80 | 532.6 | 5.9 | 20.5 | 278.2 | 79.1 | 257.7 | 199.1 | 77.3 | 22.7 | 21.304 | 4.844 | 106.520 | 24.222 | 0.2373 | 25.4 | 3.75 | 23.41 | 181.5 | 1134.3 | 907.4  | 5671.5 |
| A 4  | 23 | 90 | 497.2 | 5.8 | 20.5 | 281.3 | 96.0 | 260.8 | 185.3 | 71.1 | 28.9 | 19.888 | 5.757 | 99.440  | 28.787 | 0.2351 | 22.9 | 3.41 | 21.31 | 196.3 | 1226.8 | 981.4  | 6133.8 |
| A 5  | 26 | 40 | 689.9 | 5.6 | 20.5 | 282.1 | 84.8 | 261.6 | 197.3 | 75.4 | 24.6 | 27.596 | 6.783 | 137.980 | 33.915 | 0.2343 | 26.3 | 3.93 | 24.55 | 266.5 | 1665.5 | 1332.4 | 8327.6 |

|  |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |  |        |      |      |       |       |        |        |        |
|--|----|----|-------|-----|------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|--------|--|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 6  | 35 | 80 | 648.8 | 5.6 | 20.4 | 283.1 | 88.4 | 262.7 | 194.7 | 74.1 | 25.9 | 25.952 | 6.718 | 129.760 | 33.588 |  | 0.2371 | 24.8 | 3.66 | 22.88 | 245.9 | 1537.0 | 1229.6 | 7685.2 |
| <b>Muestreo 3: 6 diciembre 2023. Alfalfa - Dactilis INIA: Ciclo 2 - Rebrote</b>                      |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |  |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 16 | 90 | 534.1 | 4.9 | 20.3 | 276.7 | 73.0 | 256.4 | 203.7 | 79.4 | 20.6 | 21.364 | 4.391 | 106.820 | 21.956 |  | 0.2373 | 27.9 | 4.12 | 25.72 | 180.7 | 1129.4 | 903.5  | 5646.8 |
| AD 2   | 17 | 75 | 489.8 | 5.3 | 20.5 | 279.5 | 67.0 | 259.0 | 212.5 | 82.0 | 18.0 | 19.592 | 3.517 | 97.960  | 17.587 |  | 0.2273 | 26.4 | 4.07 | 25.41 | 143.0 | 893.7  | 714.9  | 4468.4 |
| AD 3   | 18 | 90 | 568.8 | 5.5 | 20.6 | 277.8 | 66.3 | 257.2 | 211.5 | 82.2 | 17.8 | 22.752 | 4.043 | 113.760 | 20.213 |  | 0.2377 | 29.3 | 4.31 | 26.96 | 174.4 | 1090.1 | 872.0  | 5450.3 |
| AD 4   | 17 | 45 | 404.6 | 5.6 | 20.4 | 276.7 | 74.6 | 256.3 | 202.1 | 78.9 | 21.1 | 16.184 | 3.422 | 80.920  | 17.112 |  | 0.2352 | 29.2 | 4.35 | 27.16 | 148.7 | 929.5  | 743.6  | 4647.3 |
| AD 5   | 23 | 65 | 508.0 | 6.2 | 20.6 | 289.6 | 68.6 | 269.0 | 221.0 | 82.2 | 17.8 | 20.320 | 3.626 | 101.600 | 18.129 |  | 0.2374 | 29.0 | 4.28 | 26.72 | 155.0 | 968.9  | 775.1  | 4844.5 |
| AD 6   | 15 | 65 | 402.4 | 5.6 | 20.5 | 276.5 | 72.6 | 256.0 | 203.9 | 79.6 | 20.4 | 16.096 | 3.276 | 80.480  | 16.379 |  | 0.2347 | 29.8 | 4.44 | 27.77 | 145.6 | 909.8  | 727.9  | 4549.2 |
| <b>Muestreo 4: 20 diciembre 2023. Alfalfa IL LPA: Ciclo 1 - floración plena (alfalfa no cortada)</b> |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |  |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 40 | 80 | 582.3 | 5.8 | 20.4 | 290.4 | 82.7 | 270.0 | 207.7 | 76.9 | 23.1 | 23.292 | 5.374 | 116.460 | 26.872 |  | 0.2497 | 24.8 | 3.48 | 21.73 | 186.8 | 1167.6 | 934.1  | 5838.2 |
| A 2  | 49 | 75 | 484.3 | 6.1 | 20.5 | 288.8 | 77.1 | 268.3 | 211.7 | 78.9 | 21.1 | 19.372 | 4.087 | 96.860  | 20.433 |  | 0.2372 | 24.7 | 3.64 | 22.78 | 148.9 | 930.9  | 744.7  | 4654.5 |
| A 3  | 30 | 70 | 348.1 | 5.6 | 20.6 | 271.4 | 73.1 | 250.8 | 198.3 | 79.1 | 20.9 | 13.924 | 2.915 | 69.620  | 14.574 |  | 0.2274 | 25.6 | 3.94 | 24.63 | 114.8 | 717.8  | 574.2  | 3588.9 |
| A 4  | 40 | 60 | 776.4 | 5.9 | 20.7 | 278.7 | 79.5 | 258.0 | 199.2 | 77.2 | 22.8 | 31.056 | 7.078 | 155.280 | 35.389 |  | 0.2304 | 25.6 | 3.89 | 24.31 | 275.3 | 1720.3 | 1376.3 | 8601.6 |
| A 5  | 40 | 80 | 464.8 | 6.0 | 20.7 | 274.7 | 78.8 | 254.0 | 195.9 | 77.1 | 22.9 | 18.592 | 4.253 | 92.960  | 21.264 |  | 0.2229 | 22.3 | 3.50 | 21.88 | 148.9 | 930.7  | 744.6  | 4653.5 |
| A 6  | 35 | 85 | 370.0 | 6.0 | 20.7 | 279.8 | 78.5 | 259.1 | 201.3 | 77.7 | 22.3 | 14.800 | 3.302 | 74.000  | 16.508 |  | 0.2265 | 25.6 | 3.96 | 24.72 | 130.6 | 816.3  | 653.0  | 4081.4 |
| <b>Muestreo 4: 20 diciembre 2023. Alfalfa IL LPA: Ciclo 2 - Rebrote</b>                              |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |  |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 13 | 70 | 249.6 | 4.6 | 20.6 | 242.8 | 61.1 | 222.2 | 181.7 | 81.8 | 18.2 | 9.984  | 1.820 | 49.920  | 9.099  |  | 0.2275 | 32.9 | 5.06 | 31.63 | 92.1  | 575.7  | 460.5  | 2878.4 |
| A 2  | 15 | 70 | 259.4 | 5.4 | 20.6 | 264.4 | 61.1 | 243.8 | 203.3 | 83.4 | 16.6 | 10.376 | 1.724 | 51.880  | 8.618  |  | 0.2211 | 34.3 | 5.43 | 33.94 | 93.6  | 584.9  | 467.9  | 2924.7 |
| A 3  | 10 | 50 | 88.7  | 4.2 | 20.5 | 93.7  | 34.1 | 73.2  | 59.6  | 81.4 | 18.6 | 3.548  | 0.659 | 17.740  | 3.296  |  | 0.2230 | 35.6 | 5.59 | 34.92 | 36.8  | 230.2  | 184.2  | 1151.0 |
| A 4  | 15 | 70 | 269.7 | 4.8 | 20.5 | 249.5 | 62.2 | 229.0 | 187.3 | 81.8 | 18.2 | 10.788 | 1.964 | 53.940  | 9.822  |  | 0.2212 | 34.3 | 5.43 | 33.92 | 106.6 | 666.3  | 533.1  | 3331.7 |
| A 5  | 13 | 55 | 187.7 | 5.2 | 20.6 | 178.9 | 48.0 | 158.3 | 130.9 | 82.7 | 17.3 | 7.508  | 1.300 | 37.540  | 6.498  |  | 0.2249 | 34.3 | 5.34 | 33.36 | 69.4  | 433.6  | 346.8  | 2167.8 |
| A 6  | 12 | 60 | 182.9 | 4.8 | 20.7 | 189.5 | 49.2 | 168.8 | 140.3 | 83.1 | 16.9 | 7.316  | 1.235 | 36.580  | 6.176  |  | 0.2311 | 34.3 | 5.19 | 32.47 | 64.2  | 401.0  | 320.8  | 2005.2 |
| <b>Muestreo 4: 20 diciembre 2023. Alfalfa INIA: Ciclo 1 - Floración plena (alfalfa no cortada)</b>   |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |  |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 45 | 70 | 595.1 | 7.5 | 20.6 | 282.1 | 90.5 | 261.5 | 191.6 | 73.3 | 26.7 | 23.804 | 6.363 | 119.020 | 31.815 |  | 0.2393 | 25.4 | 3.72 | 23.22 | 236.4 | 1477.4 | 1181.9 | 7386.9 |
| A 2  | 37 | 60 | 377.4 | 7.1 | 20.6 | 278.0 | 86.2 | 257.4 | 191.8 | 74.5 | 25.5 | 15.096 | 3.847 | 75.480  | 19.237 |  | 0.2412 | 26   | 3.77 | 23.58 | 145.2 | 907.2  | 725.8  | 4536.0 |
| A 3  | 39 | 55 | 416.0 | 6.4 | 20.5 | 288.9 | 83.0 | 268.4 | 205.9 | 76.7 | 23.3 | 16.640 | 3.875 | 83.200  | 19.374 |  | 0.2314 | 25.9 | 3.92 | 24.48 | 151.8 | 948.7  | 759.0  | 4743.6 |
| A 4  | 40 | 60 | 359.1 | 6.8 | 20.5 | 283.9 | 87.8 | 263.4 | 196.1 | 74.4 | 25.6 | 14.364 | 3.670 | 71.820  | 18.350 |  | 0.2361 | 25.2 | 3.74 | 23.35 | 137.1 | 856.9  | 685.5  | 4284.5 |
| A 5  | 32 | 60 | 271.5 | 7.0 | 20.6 | 260.8 | 84.0 | 240.2 | 176.8 | 73.6 | 26.4 | 10.860 | 2.866 | 54.300  | 14.332 |  | 0.2379 | 24.5 | 3.60 | 22.53 | 103.3 | 645.8  | 516.6  | 3228.8 |
| A 6  | 37 | 60 | 473.1 | 6.6 | 20.6 | 275.5 | 89.5 | 254.9 | 186.0 | 73.0 | 27.0 | 18.924 | 5.115 | 94.620  | 25.576 |  | 0.2291 | 25.4 | 3.88 | 24.25 | 198.5 | 1240.6 | 992.5  | 6202.8 |
| <b>Muestreo 4: 20 diciembre 2023. Alfalfa INIA: Ciclo 2 - Corte</b>                                  |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |  |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 37 | 70 | 640.8 | 6.6 | 20.5 | 287.2 | 69.1 | 266.7 | 218.1 | 81.8 | 18.2 | 25.632 | 4.671 | 128.160 | 23.354 |  | 0.2236 | 23.9 | 3.74 | 23.38 | 174.7 | 1092.1 | 873.7  | 5460.6 |
| A 2  | 13 | 50 | 270.1 | 5.7 | 20.4 | 276.2 | 65.9 | 255.8 | 210.3 | 82.2 | 17.8 | 10.804 | 1.922 | 54.020  | 9.609  |  | 0.2239 | 25.8 | 4.03 | 25.21 | 77.5  | 484.4  | 387.5  | 2422.0 |
| A 3  | 23 | 60 | 295.4 | 5.3 | 20.5 | 276.9 | 69.5 | 256.4 | 207.4 | 80.9 | 19.1 | 11.816 | 2.258 | 59.080  | 11.291 |  | 0.2232 | 26.2 | 4.11 | 25.68 | 92.8  | 579.8  | 463.9  | 2899.2 |



|   |      |      |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
|---|------|------|-------|-----|------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|--------|--------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 4   | 29   | 65   | 577.7 | 5.5 | 20.7 | 280.4 | 67.1 | 259.7 | 213.3 | 82.1 | 17.9 | 23.108 | 4.129 | 115.540 | 20.643 | 0.2218 | 25.5  | 4.02 | 25.15 | 166.1 | 1038.3 | 830.7  | 5191.6 |
| A 5   | 32   | 70   | 668.5 | 5.6 | 20.6 | 289.2 | 65.3 | 268.6 | 223.9 | 83.4 | 16.6 | 26.740 | 4.450 | 133.700 | 22.250 | 0.2270 | 27.7  | 4.27 | 26.69 | 190.1 | 1187.9 | 950.3  | 5939.3 |
| A 6   | 26   | 50   | 282.7 | 5.8 | 20.5 | 280.7 | 63.4 | 260.2 | 217.3 | 83.5 | 16.5 | 11.308 | 1.864 | 56.540  | 9.322  | 0.2255 | 25.8  | 4.00 | 25.03 | 74.7  | 466.6  | 373.3  | 2333.1 |
| <b>Muestreo 4: 20 diciembre 2023. Alfalfa + Dactilis INIA: Ciclo 2 - Crecimiento</b>            |      |      |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| AD 1  | 24   | 70   | 449.2 | 4.4 | 20.5 | 276.4 | 74.9 | 255.9 | 201.5 | 78.7 | 21.3 | 17.968 | 3.820 | 89.840  | 19.098 | 0.2241 | 23.3  | 3.64 | 22.74 | 139.0 | 868.7  | 695.0  | 4343.7 |
| AD 2  | 33   | 90   | 409.9 | 4.8 | 20.6 | 275.1 | 71.2 | 254.5 | 203.9 | 80.1 | 19.9 | 16.396 | 3.260 | 81.980  | 16.299 | 0.2276 | 23.5  | 3.61 | 22.59 | 117.8 | 736.3  | 589.0  | 3681.4 |
| AD 3  | 30   | 75   | 398.0 | 5.1 | 20.6 | 280.8 | 71.7 | 260.2 | 209.1 | 80.4 | 19.6 | 15.920 | 3.126 | 79.600  | 15.632 | 0.2239 | 20.8  | 3.25 | 20.32 | 101.7 | 635.4  | 508.3  | 3176.8 |
| AD 4  | 32   | 70   | 381.0 | 5.1 | 20.4 | 282.5 | 78.2 | 262.1 | 204.3 | 77.9 | 22.1 | 15.240 | 3.361 | 76.200  | 16.804 | 0.2226 | 21.8  | 3.43 | 21.42 | 115.2 | 720.0  | 576.0  | 3599.9 |
| AD 5  | 28   | 85   | 566.1 | 5.3 | 20.4 | 283.8 | 79.2 | 263.4 | 204.6 | 77.7 | 22.3 | 22.644 | 5.055 | 113.220 | 25.275 | 0.2495 | 23.3  | 3.27 | 20.43 | 165.2 | 1032.6 | 826.1  | 5163.2 |
| AD 6  | 25   | 80   | 295.4 | 4.7 | 20.4 | 283.4 | 74.7 | 263.0 | 208.7 | 79.4 | 20.6 | 11.816 | 2.440 | 59.080  | 12.198 | 0.2311 | 24.5  | 3.71 | 23.19 | 90.5  | 565.8  | 452.6  | 2828.8 |
| <b>Muestreo 5: 3 enero 2024. Alfalfa ILPA: Ciclo 2 - Crecimiento</b>                            |      |      |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| A 1   | 30   | 65   | 472.7 | 4.7 | 20.9 | 291.9 | 79.6 | 271.0 | 212.3 | 78.3 | 21.7 | 18.908 | 4.096 | 94.540  | 20.478 | 0.2324 | 31    | 4.67 | 29.18 | 191.2 | 1195.1 | 956.0  | 5975.3 |
| A 2   | 28   | 60   | 475.0 | 4.8 | 20.8 | 295.1 | 82.5 | 274.3 | 212.6 | 77.5 | 22.5 | 19.000 | 4.274 | 95.000  | 21.369 | 0.2268 | 30.2  | 4.66 | 29.13 | 199.2 | 1244.9 | 995.9  | 6224.4 |
| A 3   | 35   | 85   | 498.3 | 5.5 | 20.8 | 294.8 | 83.0 | 274.0 | 211.8 | 77.3 | 22.7 | 19.932 | 4.525 | 99.660  | 22.624 | 0.2301 | 29.9  | 4.55 | 28.43 | 205.8 | 1286.2 | 1028.9 | 6430.8 |
| A 4   | 42   | 90   | 517.9 | 6.5 | 20.7 | 294.3 | 86.7 | 273.6 | 207.6 | 75.9 | 24.1 | 20.716 | 4.997 | 103.580 | 24.986 | 0.2324 | 31.4  | 4.73 | 29.56 | 236.3 | 1477.0 | 1181.6 | 7384.9 |
| A 5   | 34   | 80   | 526.7 | 5.2 | 20.6 | 297.3 | 81.2 | 276.7 | 216.1 | 78.1 | 21.9 | 21.068 | 4.614 | 105.340 | 23.070 | 0.2226 | 27.7  | 4.36 | 27.22 | 201.0 | 1256.0 | 1004.8 | 6280.0 |
| A 6(A1)   | 34   | 75   | 579.5 | 5.7 | 20.8 | 294.3 | 86.0 | 273.5 | 208.3 | 76.2 | 23.8 | 23.180 | 5.526 | 115.900 | 27.630 | 0.2289 | 26.4  | 4.04 | 25.23 | 223.1 | 1394.2 | 1115.3 | 6970.8 |
| <b>Muestreo 5: 3 enero 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 2 - Corte (inicio de floración)</b>            |      |      |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| A 1   | 48   | 60   | 615.1 | 6.5 | 20.4 | 295.2 | 83.2 | 274.8 | 212.0 | 77.1 | 22.9 | 24.604 | 5.623 | 123.020 | 28.114 | 0.2374 | 27.3  | 4.02 | 25.16 | 226.3 | 1414.4 | 1131.5 | 7072.1 |
| A 2   | 40   | 70   | 645.5 | 9.2 | 20.5 | 292.6 | 81.4 | 272.1 | 211.2 | 77.6 | 22.4 | 25.820 | 5.779 | 129.100 | 28.894 | 0.2278 | 24.6  | 3.78 | 23.62 | 218.4 | 1365.1 | 1092.1 | 6825.7 |
| A 3   | 43   | 70   | 663.8 | 9.2 | 20.4 | 299.0 | 83.0 | 278.6 | 216.0 | 77.5 | 22.5 | 26.552 | 5.966 | 132.760 | 29.830 | 0.2324 | 27.5  | 4.14 | 25.88 | 247.1 | 1544.3 | 1235.4 | 7721.6 |
| A 4   | 38   | 70   | 553.3 | 8.3 | 20.3 | 299.6 | 87.0 | 279.3 | 212.6 | 76.1 | 23.9 | 22.132 | 5.285 | 110.660 | 26.427 | 0.2255 | 24    | 3.73 | 23.28 | 196.9 | 1230.5 | 984.4  | 6152.6 |
| A 5   | 40   | 80   | 675.7 | 7.2 | 20.3 | 298.1 | 82.3 | 277.8 | 215.8 | 77.7 | 22.3 | 27.028 | 6.032 | 135.140 | 30.161 | 0.2378 | 28.3  | 4.17 | 26.03 | 251.3 | 1570.3 | 1256.3 | 7851.7 |
| A 6   | 43   | 80   | 639.7 | 7.9 | 20.5 | 295.8 | 88.0 | 275.3 | 207.8 | 75.5 | 24.5 | 25.588 | 6.274 | 127.940 | 31.369 | 0.2233 | 25.5  | 4.00 | 24.98 | 250.8 | 1567.2 | 1253.8 | 7836.2 |
| <b>Muestreo 5: 3 enero 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 2 - Corte (inicio de floración)</b>   |      |      |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| AD 1  | 36   | 75   | 437.0 | 6.3 | 20.8 | 298.1 | 74.6 | 277.3 | 223.5 | 80.6 | 19.4 | 17.480 | 3.391 | 87.400  | 16.957 | 0.2351 | 24    | 3.57 | 22.33 | 121.2 | 757.3  | 605.9  | 3786.6 |
| AD 2  | 35   | 65   | 419.8 | 6.0 | 20.8 | 292.8 | 71.5 | 272.0 | 221.3 | 81.4 | 18.6 | 16.792 | 3.130 | 83.960  | 15.650 | 0.2378 | 23.5  | 3.46 | 21.62 | 108.3 | 676.6  | 541.3  | 3383.1 |
| AD 3  | 40   | 75   | 535.5 | 7.3 | 20.9 | 298.2 | 77.4 | 277.3 | 220.8 | 79.6 | 20.4 | 21.420 | 4.364 | 107.100 | 21.822 | 0.2470 | 24.2  | 3.43 | 21.43 | 149.7 | 935.4  | 748.3  | 4676.9 |
| AD 4  | 35   | 80   | 590.4 | 7.0 | 20.6 | 296.3 | 80.1 | 275.7 | 216.2 | 78.4 | 21.6 | 23.616 | 5.097 | 118.080 | 25.483 | 0.2314 | 24    | 3.63 | 22.69 | 185.0 | 1156.3 | 925.1  | 5781.7 |
| AD 5  | 29   | 70   | 557.9 | 6.0 | 20.5 | 291.9 | 72.7 | 271.4 | 219.2 | 80.8 | 19.2 | 22.316 | 4.292 | 111.580 | 21.461 | 0.2336 | 21.5  | 3.22 | 20.13 | 138.3 | 864.2  | 691.3  | 4320.8 |
| AD 6  | 38   | 80   | 618.2 | 6.3 | 20.4 | 296.8 | 75.0 | 276.4 | 221.8 | 80.2 | 19.8 | 24.728 | 4.885 | 123.640 | 24.424 | 0.2257 | 18.7  | 2.90 | 18.12 | 141.7 | 885.3  | 708.3  | 4426.6 |
| <b>Muestreo 7: 7 febrero 2024. Alfalfa ILPA: Ciclo 2 - Plena floración (alfalfa no cortada)</b> |      |      |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| A 1   | 65.0 | 50.0 | 782.4 | 5.7 | 20.5 | 292.1 | 83.1 | 271.6 | 209.0 | 77.0 | 23.0 | 31.296 | 7.213 | 156.480 | 36.066 | 0.2294 | 19.60 | 2.99 | 18.69 | 215.7 | 1348.2 | 1078.5 | 6740.8 |



|  |      |      |        |      |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
|--|------|------|--------|------|------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|--------|--------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 2  | 55.0 | 50.0 | 946.5  | 6.9  | 20.4 | 294.1 | 83.7 | 273.7 | 210.4 | 76.9 | 23.1 | 37.860 | 8.756 | 189.300 | 43.780 | 0.2270 | 20.00 | 3.08 | 19.27 | 270.0 | 1687.6 | 1350.1 | 8437.8 |
| A 3  | 60.0 | 60.0 | 837.6  | 6.8  | 20.4 | 295.3 | 79.6 | 274.9 | 215.7 | 78.5 | 21.5 | 33.504 | 7.215 | 167.520 | 36.076 | 0.2290 | 18.90 | 2.89 | 18.05 | 208.4 | 1302.6 | 1042.1 | 6513.1 |
| A 4  | 72.0 | 50.0 | 914.3  | 5.4  | 20.6 | 295.8 | 78.7 | 275.2 | 217.1 | 78.9 | 21.1 | 36.572 | 7.721 | 182.860 | 38.605 | 0.2175 | 18.00 | 2.90 | 18.10 | 223.6 | 1397.8 | 1118.2 | 6988.9 |
| A 5  | 83.0 | 62.0 | 823.3  | 5.9  | 20.3 | 293.6 | 81.1 | 273.3 | 212.5 | 77.8 | 22.2 | 32.932 | 7.326 | 164.660 | 36.631 | 0.2222 | 21.00 | 3.31 | 20.67 | 242.3 | 1514.6 | 1211.7 | 7573.1 |
| A 6  | 73.0 | 50.0 | 1117.7 | 6.0  | 20.5 | 298.2 | 78.6 | 277.7 | 219.6 | 79.1 | 20.9 | 44.708 | 9.354 | 223.540 | 46.769 | 0.2293 | 14.60 | 2.23 | 13.93 | 208.5 | 1302.8 | 1042.3 | 6514.1 |
| <b>Muestreo 7: 7 febrero 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 3 - Corte (prefloración)</b>                  |      |      |        |      |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 53.0 | 60.0 | 585.7  | 5.0  | 20.7 | 290.5 | 77.4 | 269.8 | 213.1 | 79.0 | 21.0 | 23.428 | 4.924 | 117.140 | 24.618 | 0.2140 | 23.80 | 3.89 | 24.33 | 191.6 | 1197.8 | 958.2  | 5989.0 |
| A 2  | 50.0 | 70.0 | 476.6  | 5.3  | 20.5 | 294.5 | 77.8 | 274.0 | 216.7 | 79.1 | 20.9 | 19.064 | 3.987 | 95.320  | 19.934 | 0.2191 | 22.90 | 3.66 | 22.86 | 145.8 | 911.5  | 729.2  | 4557.5 |
| A 3  | 40.0 | 45.0 | 836.3  | 5.0  | 20.4 | 294.1 | 72.9 | 273.7 | 221.2 | 80.8 | 19.2 | 33.452 | 6.417 | 167.260 | 32.083 | 0.2292 | 20.20 | 3.08 | 19.28 | 197.9 | 1237.1 | 989.6  | 6185.3 |
| A 4  | 40.0 | 60.0 | 610.5  | 5.1  | 20.5 | 291.6 | 70.1 | 271.1 | 221.5 | 81.7 | 18.3 | 24.420 | 4.468 | 122.100 | 22.339 | 0.2252 | 23.00 | 3.57 | 22.34 | 159.7 | 998.2  | 798.5  | 4990.9 |
| A 5  | 63.0 | 65.0 | 534.8  | 5.0  | 20.5 | 298.9 | 79.7 | 278.4 | 219.2 | 78.7 | 21.3 | 21.392 | 4.549 | 106.960 | 22.744 | 0.2207 | 24.60 | 3.90 | 24.38 | 177.5 | 1109.1 | 887.3  | 5545.7 |
| A 6  | 39.0 | 60.0 | 835.0  | 4.3  | 20.5 | 296.2 | 68.9 | 275.7 | 227.3 | 82.4 | 17.6 | 33.400 | 5.863 | 167.000 | 29.317 | 0.2297 | 22.90 | 3.49 | 21.81 | 204.6 | 1278.7 | 1023.0 | 6393.6 |
| <b>Muestreo 7: 7 febrero 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 3 - Corte (prefloración)</b>         |      |      |        |      |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 58.0 | 50.0 | 624.8  | 5.0  | 20.6 | 294.3 | 87.1 | 273.7 | 207.2 | 75.7 | 24.3 | 24.992 | 6.072 | 124.960 | 30.361 | 0.2230 | 16.00 | 2.51 | 15.70 | 152.5 | 953.0  | 762.4  | 4765.2 |
| AD 2   | 42.0 | 50.0 | 630.6  | 4.8  | 20.6 | 296.4 | 88.7 | 275.8 | 207.7 | 75.3 | 24.7 | 25.224 | 6.228 | 126.120 | 31.141 | 0.2193 | 14.00 | 2.23 | 13.96 | 139.2 | 869.8  | 695.8  | 4348.8 |
| AD 3   | 50.0 | 70.0 | 863.3  | 4.7  | 20.6 | 296.0 | 84.1 | 275.4 | 211.9 | 76.9 | 23.1 | 34.532 | 7.962 | 172.660 | 39.811 | 0.2226 | 15.60 | 2.45 | 15.33 | 195.3 | 1220.6 | 976.5  | 6103.1 |
| AD 4   | 47.0 | 80.0 | 786.6  | 4.5  | 20.4 | 290.2 | 87.7 | 269.8 | 202.5 | 75.1 | 24.9 | 31.464 | 7.849 | 157.320 | 39.243 | 0.2237 | 13.90 | 2.17 | 13.59 | 170.7 | 1066.8 | 853.4  | 5334.0 |
| AD 5   | 63.0 | 60.0 | 645.9  | 4.5  | 20.5 | 290.8 | 82.6 | 270.3 | 208.2 | 77.0 | 23.0 | 25.836 | 5.936 | 129.180 | 29.678 | 0.2230 | 15.40 | 2.42 | 15.11 | 143.5 | 896.7  | 717.3  | 4483.4 |
| AD 6   | 60.0 | 50.0 | 631.7  | 4.9  | 20.5 | 200.6 | 86.7 | 180.1 | 113.9 | 63.2 | 36.8 | 25.268 | 9.288 | 126.340 | 46.439 | 0.2258 | 18.50 | 2.87 | 17.92 | 266.3 | 1664.6 | 1331.7 | 8323.0 |
| <b>Muestreo 8: 21 febrero 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 2 - Postfloración (alfalfa no cortada)</b>  |      |      |        |      |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 73   | 70   | 483.0  | 6.0  | 20.6 | 250.8 | 60.5 | 230.2 | 190.3 | 82.7 | 17.3 | 19.320 | 3.349 | 96.600  | 16.743 | 0.2185 | 17.5  | 2.80 | 17.52 | 93.9  | 586.7  | 469.4  | 2933.5 |
| A 2  | 59   | 70   | 501.8  | 15.7 | 20.7 | 274.5 | 63.5 | 253.8 | 211.0 | 83.1 | 16.9 | 20.072 | 3.385 | 100.360 | 16.924 | 0.2166 | 23    | 3.72 | 23.23 | 125.8 | 786.2  | 629.0  | 3931.2 |
| A 3  | 50   | 70   | 464.5  | 5.4  | 20.5 | 271.7 | 58.9 | 251.2 | 212.8 | 84.7 | 15.3 | 18.580 | 2.840 | 92.900  | 14.201 | 0.2122 | 23.2  | 3.83 | 23.92 | 108.7 | 679.3  | 543.4  | 3396.4 |
| A 4  | 73   | 70   | 495.4  | 5.3  | 20.4 | 267.1 | 83.4 | 246.7 | 183.7 | 74.5 | 25.5 | 19.816 | 5.060 | 99.080  | 25.302 | 0.2185 | 20.7  | 3.32 | 20.72 | 167.8 | 1048.7 | 839.0  | 5243.5 |
| A 5  | 53   | 70   | 516.1  | 6.6  | 20.8 | 240.6 | 62.9 | 219.8 | 177.7 | 80.8 | 19.2 | 20.644 | 3.954 | 103.220 | 19.771 | 0.2186 | 21    | 3.36 | 21.01 | 132.9 | 830.9  | 664.7  | 4154.7 |
| A 6  | 77   | 70   | 669.5  | 5.7  | 20.6 | 296.2 | 89.1 | 275.6 | 207.1 | 75.1 | 24.9 | 26.780 | 6.656 | 133.900 | 33.281 | 0.2123 | 14.9  | 2.46 | 15.35 | 163.5 | 1021.9 | 817.5  | 5109.5 |
| <b>Muestreo 8: 21 febrero 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 2 - Plena floración (alfalfa no cortada)</b> |      |      |        |      |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |       |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 59   | 70   | 620.0  | 7.1  | 20.5 | 278.3 | 71.4 | 257.8 | 206.9 | 80.3 | 19.7 | 24.800 | 4.897 | 124.000 | 24.483 | 0.2144 | 20.0  | 3.26 | 20.41 | 159.9 | 999.2  | 799.3  | 4995.9 |
| AD 2   | 70   | 70   | 879.0  | 5.9  | 20.9 | 296.0 | 84.3 | 275.1 | 211.7 | 77.0 | 23.0 | 35.160 | 8.103 | 175.800 | 40.515 | 0.2194 | 19.7  | 3.14 | 19.64 | 254.7 | 1591.6 | 1273.3 | 7957.8 |
| AD 3   | 63   | 60   | 605.6  | 7.6  | 20.8 | 276.6 | 76.2 | 255.8 | 200.4 | 78.3 | 21.7 | 24.224 | 5.246 | 121.120 | 26.232 | 0.2161 | 19.9  | 3.22 | 20.14 | 169.1 | 1056.8 | 845.5  | 5284.1 |
| AD 4   | 58   | 60   | 698.1  | 6.6  | 20.6 | 274.6 | 67.9 | 254.0 | 206.7 | 81.4 | 18.6 | 27.924 | 5.200 | 139.620 | 26.000 | 0.2106 | 19.7  | 3.27 | 20.46 | 170.2 | 1064.0 | 851.2  | 5320.2 |
| AD 5   | 53   | 50   | 624.2  | 7.2  | 20.5 | 261.6 | 69.4 | 241.1 | 192.2 | 79.7 | 20.3 | 24.968 | 5.064 | 124.840 | 25.320 | 0.2119 | 17.6  | 2.91 | 18.17 | 147.2 | 920.1  | 736.1  | 4600.4 |
| AD 6   | 52   | 70   | 657.0  | 6.7  | 20.8 | 294.7 | 62.4 | 273.9 | 232.3 | 84.8 | 15.2 | 26.280 | 3.991 | 131.400 | 19.957 | 0.2112 | 22.5  | 3.73 | 23.30 | 148.8 | 930.2  | 744.1  | 4650.9 |

| Muestreo 8: 21 febrero 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 3 – Rebrote                  |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
|--|----|----|-------|-----|------|-------|------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 1  | 20 | 95 | 569.1 | 5.6 | 20.6 | 247.8 | 60.8 | 227.2 | 187.0 | 82.3 | 17.7 | 22.764 | 4.028 | 113.820 | 20.139 | 0.2134 | 18   | 2.95 | 18.45 | 118.9 | 743.2  | 594.5  | 3715.9 |
| A 2  | 22 | 95 | 502.5 | 6.4 | 20.8 | 232.5 | 62.0 | 211.7 | 170.5 | 80.5 | 19.5 | 20.100 | 3.912 | 100.500 | 19.559 | 0.2198 | 20   | 3.18 | 19.90 | 124.6 | 778.6  | 622.9  | 3893.1 |
| A 3  | 17 | 75 | 443.1 | 6.0 | 20.8 | 263.5 | 60.2 | 242.7 | 203.3 | 83.8 | 16.2 | 17.724 | 2.877 | 88.620  | 14.387 | 0.2183 | 24.7 | 3.96 | 24.75 | 113.9 | 712.2  | 569.7  | 3560.8 |
| A 4  | 10 | 90 | 304.4 | 5.8 | 20.6 | 222.4 | 60.0 | 201.8 | 162.4 | 80.5 | 19.5 | 12.176 | 2.377 | 60.880  | 11.886 | 0.2104 | 21.8 | 3.63 | 22.67 | 86.2  | 538.8  | 431.1  | 2694.1 |
| A 5  | 17 | 96 | 432.9 | 5.6 | 20.7 | 269.3 | 64.9 | 248.6 | 204.4 | 82.2 | 17.8 | 17.316 | 3.079 | 86.580  | 15.394 | 0.2199 | 19.8 | 3.15 | 19.70 | 97.0  | 606.4  | 485.1  | 3032.0 |
| A 6  | 13 | 95 | 313.3 | 6.2 | 20.8 | 223.3 | 56.9 | 202.5 | 166.4 | 82.2 | 17.8 | 12.532 | 2.234 | 62.660  | 11.170 | 0.2165 | 22.7 | 3.67 | 22.94 | 82.0  | 512.4  | 409.9  | 2562.1 |
| Muestreo 9: 6 marzo 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 3 - Corte (floración)                   |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 40 | 67 | 639.9 | 7.3 | 20.8 | 231.6 | 71.2 | 210.8 | 160.4 | 76.1 | 23.9 | 25.596 | 6.120 | 127.980 | 30.599 | 0.2112 | 17.1 | 2.83 | 17.71 | 173.4 | 1083.9 | 867.1  | 5419.4 |
| A 2  | 30 | 60 | 321.4 | 5.3 | 20.7 | 186.0 | 57.8 | 165.3 | 128.2 | 77.6 | 22.4 | 12.856 | 2.885 | 64.280  | 14.427 | 0.2138 | 17.9 | 2.93 | 18.31 | 84.6  | 528.4  | 422.8  | 2642.2 |
| A 3  | 50 | 75 | 781.6 | 5.9 | 20.8 | 235.1 | 71.2 | 214.3 | 163.9 | 76.5 | 23.5 | 31.264 | 7.353 | 156.320 | 36.764 | 0.2167 | 17.7 | 2.86 | 17.87 | 210.2 | 1313.8 | 1051.0 | 6568.8 |
| A 4  | 42 | 65 | 687.2 | 5.5 | 20.7 | 229.5 | 66.5 | 208.8 | 163.0 | 78.1 | 21.9 | 27.488 | 6.029 | 137.440 | 30.147 | 0.2143 | 21.2 | 3.46 | 21.64 | 208.8 | 1304.8 | 1043.8 | 6523.9 |
| A 5  | 55 | 68 | 836.7 | 6.7 | 20.8 | 234.5 | 73.8 | 213.7 | 160.7 | 75.2 | 24.8 | 33.468 | 8.300 | 167.340 | 41.502 | 0.2150 | 18.4 | 3.00 | 18.72 | 248.6 | 1553.9 | 1243.1 | 7769.6 |
| A 6  | 41 | 62 | 576.2 | 6.2 | 20.8 | 231.6 | 72.7 | 210.8 | 158.9 | 75.4 | 24.6 | 23.048 | 5.675 | 115.240 | 28.373 | 0.2111 | 18.3 | 3.03 | 18.96 | 172.2 | 1076.1 | 860.9  | 5380.4 |
| Muestreo 9: 6 marzo 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 3 – Rebrote                              |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 12 | 80 | 207.0 | 4.6 | 20.4 | 193.8 | 50.4 | 173.4 | 143.4 | 82.7 | 17.3 | 8.280  | 1.433 | 41.400  | 7.163  | 0.2156 | 23.7 | 3.85 | 24.05 | 55.1  | 344.5  | 275.6  | 1722.3 |
| A 2  | 15 | 90 | 252.6 | 5.2 | 20.7 | 205.0 | 51.8 | 184.3 | 153.2 | 83.1 | 16.9 | 10.104 | 1.705 | 50.520  | 8.525  | 0.2155 | 25.3 | 4.11 | 25.68 | 70.1  | 437.9  | 350.3  | 2189.4 |
| A 3  | 11 | 60 | 160.8 | 5.3 | 20.8 | 153.1 | 46.2 | 132.3 | 106.9 | 80.8 | 19.2 | 6.432  | 1.235 | 32.160  | 6.174  | 0.2122 | 25.4 | 4.19 | 26.18 | 51.7  | 323.3  | 258.7  | 1616.7 |
| A 4  | 14 | 60 | 133.7 | 5.0 | 20.8 | 139.7 | 43.9 | 118.9 | 95.8  | 80.6 | 19.4 | 5.348  | 1.039 | 26.740  | 5.195  | 0.2190 | 25.1 | 4.01 | 25.07 | 41.7  | 260.5  | 208.4  | 1302.5 |
| A 5  | 14 | 70 | 141.6 | 4.7 | 20.7 | 148.3 | 43.3 | 127.6 | 105.0 | 82.3 | 17.7 | 5.664  | 1.003 | 28.320  | 5.016  | 0.2157 | 24.6 | 3.99 | 24.95 | 40.0  | 250.3  | 200.2  | 1251.4 |
| A 6  | 15 | 40 | 140.1 | 5.4 | 20.7 | 142.8 | 42.8 | 122.1 | 100.0 | 81.9 | 18.1 | 5.604  | 1.014 | 28.020  | 5.072  | 0.2110 | 24.7 | 4.10 | 25.61 | 41.6  | 259.7  | 207.8  | 1298.7 |
| Muestreo 9: 6 marzo 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 3 - Rebrote                     |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 22 | 70 | 380.8 | 4.4 | 20.8 | 228.0 | 60.3 | 207.2 | 167.7 | 80.9 | 19.1 | 15.232 | 2.904 | 76.160  | 14.519 | 0.2142 | 24.3 | 3.97 | 24.82 | 115.3 | 720.6  | 576.5  | 3603.0 |
| AD 2   | 24 | 90 | 457.7 | 5.1 | 20.7 | 224.4 | 57.0 | 203.7 | 167.4 | 82.2 | 17.8 | 18.308 | 3.263 | 91.540  | 16.313 | 0.2174 | 24   | 3.86 | 24.15 | 126.1 | 787.9  | 630.3  | 3939.4 |
| AD 3   | 18 | 85 | 395.5 | 5.8 | 20.7 | 226.5 | 58.1 | 205.8 | 168.4 | 81.8 | 18.2 | 15.820 | 2.875 | 79.100  | 14.375 | 0.2163 | 25   | 4.05 | 25.28 | 116.3 | 726.9  | 581.5  | 3634.4 |
| AD 4   | 15 | 80 | 202.4 | 4.6 | 20.8 | 171.6 | 49.9 | 150.8 | 121.7 | 80.7 | 19.3 | 8.096  | 1.562 | 40.480  | 7.811  | 0.2150 | 24.7 | 4.02 | 25.13 | 62.8  | 392.6  | 314.1  | 1963.1 |
| AD 5   | 15 | 95 | 381.7 | 5.4 | 20.6 | 221.7 | 58.2 | 201.1 | 163.5 | 81.3 | 18.7 | 15.268 | 2.855 | 76.340  | 14.273 | 0.2113 | 24.3 | 4.03 | 25.16 | 114.9 | 718.1  | 574.5  | 3590.7 |
| AD 6   | 13 | 70 | 224.5 | 8.8 | 20.6 | 150.0 | 45.1 | 129.4 | 104.9 | 81.1 | 18.9 | 8.980  | 1.700 | 44.900  | 8.501  | 0.2151 | 26.1 | 4.25 | 26.54 | 72.2  | 451.3  | 361.0  | 2256.5 |
| Muestreo 10: 20 marzo 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 3 - Posfloración (alfalfa no cortada) |    |    |       |     |      |       |      |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 45 | 70 | 551.4 | 5.1 | 20.5 | 285.1 | 89.1 | 264.6 | 196.0 | 74.1 | 25.9 | 22.056 | 5.718 | 110.280 | 28.591 | 0.2100 | 19.5 | 3.25 | 20.31 | 185.8 | 1161.5 | 929.2  | 5807.6 |
| A 2  | 55 | 60 | 550.1 | 5.5 | 20.5 | 235.1 | 93.9 | 214.6 | 141.2 | 65.8 | 34.2 | 22.004 | 7.526 | 110.020 | 37.630 | 0.2110 | 19.4 | 3.22 | 20.11 | 242.2 | 1513.7 | 1210.9 | 7568.4 |
| A 3  | 57 | 60 | 565.0 | 5.6 | 20.3 | 294.5 | 92.9 | 274.2 | 201.6 | 73.5 | 26.5 | 22.600 | 5.984 | 113.000 | 29.919 | 0.2191 | 21.3 | 3.40 | 21.27 | 203.6 | 1272.5 | 1018.0 | 6362.6 |
| A 4  | 64 | 60 | 493.3 | 5.7 | 20.6 | 275.5 | 83.4 | 254.9 | 192.1 | 75.4 | 24.6 | 19.732 | 4.861 | 98.660  | 24.307 | 0.2110 | 20   | 3.32 | 20.73 | 161.3 | 1008.0 | 806.4  | 5040.0 |

|  |    |    |       |      |      |       |       |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
|--|----|----|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|---------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 5  | 64 | 70 | 494.7 | 5.5  | 20.5 | 241.7 | 80.3  | 221.2 | 161.4 | 73.0 | 27.0 | 19.788 | 5.350 | 98.940  | 26.748 | 0.2194 | 18   | 2.87 | 17.95 | 153.6 | 960.1  | 768.1  | 4800.3 |
| A 6  | 60 | 70 | 470.0 | 5.2  | 20.5 | 257.4 | 79.2  | 236.9 | 178.2 | 75.2 | 24.8 | 18.800 | 4.658 | 94.000  | 23.292 | 0.2193 | 18.2 | 2.90 | 18.15 | 135.3 | 845.7  | 676.6  | 4228.5 |
| <b>Muestreo 10: 20 marzo 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 3 – Crecimiento</b>                           |    |    |       |      |      |       |       |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 30 | 80 | 583.7 | 5.5  | 20.5 | 272.5 | 74.4  | 252.0 | 198.1 | 78.6 | 21.4 | 23.348 | 4.994 | 116.740 | 24.969 | 0.2192 | 21.5 | 3.43 | 21.46 | 171.4 | 1071.5 | 857.2  | 5357.4 |
| A 2  | 22 | 70 | 483.3 | 5.5  | 20.5 | 268.3 | 88.4  | 247.8 | 179.9 | 72.6 | 27.4 | 19.332 | 5.297 | 96.660  | 26.486 | 0.2121 | 24.9 | 4.11 | 25.68 | 217.7 | 1360.4 | 1088.3 | 6801.8 |
| A 3  | 21 | 85 | 548.1 | 5.6  | 20.5 | 267.9 | 100.0 | 247.4 | 167.9 | 67.9 | 32.1 | 21.924 | 7.045 | 109.620 | 35.226 | 0.2175 | 23.2 | 3.73 | 23.33 | 263.0 | 1643.9 | 1315.1 | 8219.3 |
| A 4  | 30 | 70 | 504.0 | 5.2  | 20.2 | 280.9 | 110.9 | 260.7 | 170.0 | 65.2 | 34.8 | 20.160 | 7.014 | 100.800 | 35.069 | 0.2185 | 24.8 | 3.97 | 24.83 | 278.6 | 1741.4 | 1393.1 | 8707.1 |
| A 5  | 25 | 68 | 570.6 | 5.3  | 20.1 | 269.7 | 96.7  | 249.6 | 173.0 | 69.3 | 30.7 | 22.824 | 7.004 | 114.120 | 35.022 | 0.2183 | 20.8 | 3.33 | 20.84 | 233.6 | 1459.9 | 1167.9 | 7299.7 |
| A 6  | 30 | 80 | 624.5 | 5.2  | 20.1 | 244.1 | 62.0  | 224.0 | 182.1 | 81.3 | 18.7 | 24.980 | 4.673 | 124.900 | 23.363 | 0.2190 | 23.0 | 3.68 | 22.97 | 171.8 | 1073.5 | 858.8  | 5367.4 |
| <b>Muestreo 10: 20 marzo 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 3 – Corte</b>                        |    |    |       |      |      |       |       |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 30 | 65 | 409.1 | 7.4  | 20.9 | 247.7 | 68.8  | 226.8 | 178.9 | 78.9 | 21.1 | 16.364 | 3.456 | 81.820  | 17.280 | 0.2108 | 14.2 | 2.36 | 14.74 | 81.5  | 509.3  | 407.4  | 2546.3 |
| AD 2   | 35 | 65 | 586.0 | 5.5  | 20.5 | 253.3 | 77.1  | 232.8 | 176.2 | 75.7 | 24.3 | 23.440 | 5.699 | 117.200 | 28.495 | 0.2199 | 14.9 | 2.37 | 14.82 | 135.2 | 844.7  | 675.8  | 4223.5 |
| AD 3   | 40 | 80 | 773.0 | 5.2  | 20.5 | 292.5 | 98.2  | 272.0 | 194.3 | 71.4 | 28.6 | 30.920 | 8.833 | 154.600 | 44.163 | 0.2198 | 14.1 | 2.25 | 14.03 | 198.3 | 1239.5 | 991.6  | 6197.3 |
| AD 4   | 40 | 70 | 658.9 | 5.5  | 20.5 | 282.0 | 90.0  | 261.5 | 192.0 | 73.4 | 26.6 | 26.356 | 7.005 | 131.780 | 35.024 | 0.2131 | 14.1 | 2.32 | 14.47 | 162.2 | 1013.9 | 811.1  | 5069.3 |
| AD 5   | 38 | 80 | 529.9 | 5.5  | 20.2 | 248.7 | 53.5  | 228.5 | 195.2 | 85.4 | 14.6 | 21.196 | 3.089 | 105.980 | 15.445 | 0.2140 | 16.7 | 2.73 | 17.07 | 84.4  | 527.3  | 421.8  | 2636.5 |
| AD 6   | 38 | 50 | 584.8 | 5.5  | 20.5 | 278.5 | 78.1  | 258.0 | 200.4 | 77.7 | 22.3 | 23.392 | 5.222 | 116.960 | 26.112 | 0.2190 | 14.8 | 2.37 | 14.78 | 123.5 | 772.0  | 617.6  | 3860.2 |
| <b>Muestreo 11: 10 abril 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 4 - Crecimiento SE MUESTREO SOLO ALFALFA</b> |    |    |       |      |      |       |       |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 32 | 60 | 622.3 | 4.1  | 20.6 | 286.8 | 62.6  | 266.2 | 224.2 | 84.2 | 15.8 | 24.892 | 3.927 | 124.460 | 19.637 | 0.2179 | 25.6 | 4.11 | 25.70 | 161.5 | 1009.3 | 807.5  | 5046.6 |
| A 2  | 25 | 60 | 792.8 | 4.1  | 20.7 | 289.6 | 61.0  | 268.9 | 228.6 | 85.0 | 15.0 | 31.712 | 4.753 | 158.560 | 23.763 | 0.2192 | 21.9 | 3.50 | 21.86 | 166.2 | 1038.7 | 831.0  | 5193.5 |
| A 3  | 25 | 60 | 675.5 | 4.5  | 20.3 | 286.0 | 62.6  | 265.7 | 223.4 | 84.1 | 15.9 | 27.020 | 4.302 | 135.100 | 21.508 | 0.2196 | 37.5 | 5.98 | 37.35 | 257.1 | 1606.9 | 1285.5 | 8034.4 |
| A 4  | 35 | 65 | 681.1 | 4.9  | 20.5 | 282.0 | 56.1  | 261.5 | 225.9 | 86.4 | 13.6 | 27.244 | 3.709 | 136.220 | 18.545 | 0.2161 | 11.7 | 1.89 | 11.84 | 70.3  | 439.3  | 351.4  | 2196.3 |
| A 5  | 35 | 60 | 542.4 | 4.8  | 20.6 | 285.5 | 62.1  | 264.9 | 223.4 | 84.3 | 15.7 | 21.696 | 3.399 | 108.480 | 16.995 | 0.2145 | 22.2 | 3.62 | 22.64 | 123.1 | 769.5  | 615.6  | 3847.6 |
| A 6  | 28 | 85 | 416.6 | 4.2  | 20.5 | 282.0 | 69.3  | 261.5 | 212.7 | 81.3 | 18.7 | 16.664 | 3.110 | 83.320  | 15.549 | 0.2158 | 17.5 | 2.84 | 17.74 | 88.3  | 551.6  | 441.3  | 2758.2 |
| <b>Muestreo 12: 24 abril 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 4 - Posfloración</b>                         |    |    |       |      |      |       |       |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 34 | 70 | 553.8 | 10.2 | 20.5 | 290.0 | 80.8  | 269.5 | 209.2 | 77.6 | 22.4 | 22.152 | 4.956 | 110.760 | 24.782 | 0.2172 | 25.3 | 4.08 | 25.48 | 202.1 | 1262.9 | 1010.3 | 6314.7 |
| A 2  | 35 | 75 | 629.7 | 10.1 | 20.4 | 289.5 | 74.7  | 269.1 | 214.8 | 79.8 | 20.2 | 25.188 | 5.083 | 125.940 | 25.413 | 0.2193 | 21.1 | 3.37 | 21.05 | 171.2 | 1069.7 | 855.8  | 5348.6 |
| A 3  | 38 | 60 | 598   | 10.2 | 20.7 | 282.2 | 75.2  | 261.5 | 207.0 | 79.2 | 20.8 | 23.920 | 4.985 | 119.600 | 24.926 | 0.2192 | 22.2 | 3.54 | 22.15 | 176.7 | 1104.5 | 883.6  | 5522.3 |
| A 4  | 30 | 75 | 493.9 | 10.1 | 20.9 | 287.3 | 75.5  | 266.4 | 211.8 | 79.5 | 20.5 | 19.756 | 4.049 | 98.780  | 20.245 | 0.2194 | 22.0 | 3.51 | 21.93 | 142.1 | 888.2  | 710.5  | 4440.8 |
| A 5  | 37 | 73 | 643.6 | 9.8  | 20.4 | 287.4 | 81.0  | 267.0 | 206.4 | 77.3 | 22.7 | 25.744 | 5.843 | 128.720 | 29.215 | 0.2174 | 21.1 | 3.40 | 21.23 | 198.5 | 1240.5 | 992.4  | 6202.7 |
| A 6  | 36 | 60 | 700.9 | 10   | 20.4 | 286.9 | 75.7  | 266.5 | 211.2 | 79.2 | 20.8 | 28.036 | 5.818 | 140.180 | 29.088 | 0.2181 | 14.9 | 2.39 | 14.94 | 139.1 | 869.4  | 695.5  | 4347.0 |
| <b>Muestreo 12: 24 abril 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 4 – Crecimiento</b>                           |    |    |       |      |      |       |       |       |       |      |      |        |       |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 25 | 83 | 395   | 10.7 | 20.6 | 284.5 | 73.0  | 263.9 | 211.5 | 80.1 | 19.9 | 15.800 | 3.137 | 79.000  | 15.686 | 0.2196 | 20.0 | 3.19 | 19.92 | 100.0 | 625.0  | 500.0  | 3125.1 |
| A 2  | 28 | 68 | 430.8 | 10.1 | 20.4 | 280.3 | 77.2  | 259.9 | 203.1 | 78.1 | 21.9 | 17.232 | 3.766 | 86.160  | 18.830 | 0.2190 | 20.0 | 3.20 | 19.98 | 120.4 | 752.3  | 601.9  | 3761.7 |

|   |    |    |       |      |      |       |      |       |       |      |        |        |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
|---|----|----|-------|------|------|-------|------|-------|-------|------|--------|--------|---------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 3   | 28 | 50 | 512.7 | 11.1 | 20.4 | 285.1 | 75.1 | 264.7 | 210.0 | 79.3 | 20.508 | 4.238  | 102.540 | 21.190 | 0.2168 | 20.0 | 3.23 | 20.18 | 136.8 | 855.2  | 684.2  | 4276.1 |
| A 4   | 25 | 45 | 457.8 | 11.6 | 20.4 | 284.6 | 75.1 | 264.2 | 209.5 | 79.3 | 18.312 | 3.791  | 91.560  | 18.957 | 0.2160 | 26.0 | 4.21 | 26.33 | 159.7 | 998.3  | 798.6  | 4991.5 |
| A 5   | 28 | 30 | 438.7 | 10.4 | 20.4 | 284.3 | 72.5 | 263.9 | 211.8 | 80.3 | 17.548 | 3.464  | 87.740  | 17.322 | 0.2161 | 19.5 | 3.16 | 19.74 | 109.4 | 683.8  | 547.1  | 3419.2 |
| A 6   | 29 | 40 | 446.9 | 10.7 | 20.5 | 285.1 | 77.5 | 264.6 | 207.6 | 78.5 | 17.876 | 3.851  | 89.380  | 19.254 | 0.2150 | 18.0 | 2.93 | 18.31 | 112.8 | 705.2  | 564.2  | 3526.2 |
| <b>Muestreo 12: 24 abril 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 4 – Corte</b> |    |    |       |      |      |       |      |       |       |      |        |        |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1  | 26 | 58 | 422.0 | 9.6  | 20.4 | 280.7 | 92.3 | 260.3 | 188.4 | 72.4 | 16.880 | 4.663  | 84.400  | 23.313 | 0.2158 | 22.6 | 3.67 | 22.91 | 170.9 | 1068.1 | 854.5  | 5340.7 |
| AD 2  | 27 | 82 | 409.3 | 9.9  | 20.5 | 275.7 | 83.4 | 255.2 | 192.3 | 75.4 | 16.372 | 4.035  | 81.860  | 20.176 | 0.2145 | 22.0 | 3.59 | 22.44 | 144.9 | 905.3  | 724.3  | 4526.7 |
| AD 3  | 28 | 65 | 505.0 | 10   | 20.5 | 284.2 | 92.1 | 263.7 | 192.1 | 72.8 | 20.200 | 5.485  | 101.000 | 27.424 | 0.2195 | 27.0 | 4.31 | 26.91 | 236.1 | 1475.8 | 1180.7 | 7379.1 |
| AD 4  | 29 | 80 | 567.1 | 9.9  | 20.5 | 281.7 | 89.3 | 261.2 | 192.4 | 73.7 | 22.684 | 5.975  | 113.420 | 29.875 | 0.2190 | 21.9 | 3.50 | 21.88 | 209.1 | 1307.0 | 1045.6 | 6535.1 |
| AD 5  | 27 | 85 | 385.0 | 9.8  | 20.4 | 281.2 | 90.7 | 260.8 | 190.5 | 73.0 | 15.400 | 4.151  | 77.000  | 20.756 | 0.2193 | 27.0 | 4.31 | 26.93 | 178.9 | 1118.0 | 894.4  | 5590.0 |
| AD 6  | 32 | 80 | 484.7 | 9.4  | 20.5 | 276.1 | 88.6 | 255.6 | 187.5 | 73.4 | 19.388 | 5.166  | 96.940  | 25.828 | 0.2190 | 15.0 | 2.40 | 14.98 | 123.8 | 774.0  | 619.2  | 3869.8 |
| <b>Muestreo 13: 15 mayo 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 5, Crecimiento</b>     |    |    |       |      |      |       |      |       |       |      |        |        |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1   | 39 | 65 | 618.9 | 5.6  | 12.6 | 226.6 | 65.0 | 214.0 | 161.6 | 75.5 | 24.5   | 6.062  | 123.780 | 30.309 | 0.2191 | 20.6 | 3.29 | 20.57 | 199.5 | 1246.7 | 997.4  | 6233.6 |
| A 2   | 36 | 60 | 570.9 | 4.5  | 12.6 | 215.5 | 63.0 | 202.9 | 152.5 | 75.2 | 24.8   | 5.672  | 114.180 | 28.362 | 0.2118 | 21.5 | 3.55 | 22.21 | 201.5 | 1259.6 | 1007.7 | 6297.9 |
| A 3   | 37 | 60 | 510.9 | 5.0  | 12.6 | 227.5 | 63.0 | 214.9 | 164.5 | 76.5 | 23.5   | 6.793  | 102.180 | 23.964 | 0.2136 | 15.5 | 2.54 | 15.87 | 121.7 | 760.8  | 608.6  | 3804.0 |
| A 4   | 38 | 65 | 420.1 | 4.3  | 12.7 | 220.6 | 56.0 | 207.9 | 164.6 | 79.2 | 20.8   | 6.804  | 84.020  | 17.499 | 0.2182 | 19.3 | 3.10 | 19.35 | 108.3 | 677.2  | 541.7  | 3385.8 |
| A 5   | 33 | 50 | 378.0 | 4.3  | 12.5 | 224.5 | 66.0 | 212.0 | 158.5 | 74.8 | 25.2   | 5.120  | 75.600  | 19.078 | 0.2136 | 19.3 | 3.16 | 19.77 | 120.7 | 754.2  | 603.3  | 3770.9 |
| A 6   | 42 | 65 | 554.1 | 4.8  | 12.6 | 218.2 | 59.0 | 205.6 | 159.2 | 77.4 | 22.6   | 5.002  | 110.820 | 25.010 | 0.2183 | 19.5 | 3.13 | 19.54 | 156.4 | 977.4  | 781.9  | 4887.0 |
| <b>Muestreo 13: 15 mayo 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 5 – Crecimiento</b>     |    |    |       |      |      |       |      |       |       |      |        |        |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1   | 20 | 39 | 346.9 | 4.7  | 12.7 | 227.5 | 58.0 | 214.8 | 169.5 | 78.9 | 21.1   | 13.876 | 69.380  | 14.632 | 0.2101 | 25.0 | 4.16 | 26.03 | 121.9 | 761.7  | 609.4  | 3808.6 |
| A 2   | 26 | 80 | 437.2 | 4.7  | 12.6 | 214.6 | 61.0 | 202.0 | 153.6 | 76.0 | 24.0   | 17.488 | 87.440  | 20.951 | 0.2195 | 22.3 | 3.56 | 22.22 | 149.0 | 931.2  | 745.0  | 4656.1 |
| A 3   | 27 | 60 | 465.1 | 4.7  | 12.7 | 219.5 | 63.0 | 206.8 | 156.5 | 75.7 | 24.3   | 18.604 | 93.020  | 22.625 | 0.2192 | 17.3 | 2.76 | 17.26 | 125.0 | 781.2  | 625.0  | 3906.1 |
| A 4   | 29 | 65 | 634.3 | 4.6  | 12.7 | 226.0 | 62.0 | 213.3 | 164.0 | 76.9 | 23.1   | 25.372 | 126.860 | 29.321 | 0.2132 | 24.3 | 3.99 | 24.93 | 233.9 | 1462.1 | 1169.7 | 7310.5 |
| A 5   | 30 | 65 | 506.9 | 4.4  | 12.7 | 223.3 | 61.0 | 210.6 | 162.3 | 77.1 | 22.9   | 20.276 | 101.380 | 23.251 | 0.2170 | 25.0 | 4.03 | 25.20 | 187.5 | 1171.9 | 937.5  | 5859.6 |
| A 6   | 32 | 75 | 607.7 | 4.5  | 12.6 | 222.7 | 62.0 | 210.1 | 160.7 | 76.5 | 23.5   | 24.308 | 121.540 | 28.577 | 0.2135 | 23.7 | 3.89 | 24.28 | 222.1 | 1387.9 | 1110.3 | 6939.3 |
| <b>Muestreo 13: 15 mayo 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 5 – Corte</b>  |    |    |       |      |      |       |      |       |       |      |        |        |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1  | 23 | 80 | 251.1 | 4.8  | 12.6 | 201.1 | 65.0 | 188.5 | 136.1 | 72.2 | 27.8   | 2.792  | 50.220  | 13.960 | 0.2196 | 18.5 | 2.95 | 18.43 | 82.3  | 514.5  | 411.6  | 2572.7 |
| AD 2  | 29 | 90 | 311.3 | 4.6  | 12.6 | 203.6 | 67.0 | 191.0 | 136.6 | 71.5 | 28.5   | 12.452 | 62.260  | 17.733 | 0.2156 | 18.5 | 3.00 | 18.77 | 106.5 | 665.7  | 532.6  | 3328.5 |
| AD 3  | 22 | 75 | 339.0 | 4.2  | 12.6 | 231.6 | 73.0 | 219.0 | 158.6 | 72.4 | 27.6   | 13.560 | 67.800  | 18.699 | 0.2195 | 14.5 | 2.31 | 14.45 | 86.5  | 540.4  | 432.3  | 2702.1 |
| AD 4  | 31 | 60 | 412.2 | 4.3  | 12.7 | 234.6 | 77.0 | 221.9 | 157.6 | 71.0 | 29.0   | 16.488 | 82.440  | 23.889 | 0.2197 | 23.5 | 3.74 | 23.40 | 178.9 | 1117.9 | 894.3  | 5589.6 |
| AD 5  | 32 | 85 | 284.3 | 4.7  | 12.6 | 211.1 | 72.0 | 198.5 | 139.1 | 70.1 | 29.9   | 11.372 | 56.860  | 17.015 | 0.2195 | 19.1 | 3.05 | 19.03 | 103.6 | 647.8  | 518.2  | 3238.8 |
| AD 6  | 19 | 70 | 437.9 | 5.1  | 12.6 | 212.2 | 66.0 | 199.6 | 146.2 | 73.2 | 26.8   | 17.516 | 87.580  | 23.431 | 0.2186 | 16.7 | 2.67 | 16.71 | 125.3 | 783.1  | 626.5  | 3915.6 |
| <b>Muestreo 14: 29 mayo 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 3 - Posfloración</b>   |    |    |       |      |      |       |      |       |       |      |        |        |         |        |        |      |      |       |       |        |        |        |

|  |    |    |       |     |      |       |       |       |       |      |      |        |       |        |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
|--|----|----|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|-------|--------|--------|--------|------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| A 1  | 20 | 80 | 371.3 | 4.6 | 12.3 | 201.2 | 78.3  | 188.9 | 122.9 | 65.1 | 34.9 | 14.852 | 5.189 | 74.260 | 25.946 | 0.2136 | 18.0 | 2.95 | 18.43 | 153.1 | 956.6  | 765.3  | 4782.8 |
| A 2  | 28 | 60 | 210.9 | 4.2 | 12.3 | 171.4 | 80.9  | 159.1 | 90.5  | 56.9 | 43.1 | 8.436  | 3.637 | 42.180 | 18.187 | 0.2196 | 18.3 | 2.92 | 18.23 | 106.1 | 663.1  | 530.5  | 3315.3 |
| A 3  | 37 | 70 | 402.5 | 4.1 | 12.5 | 215.3 | 91.4  | 202.8 | 123.9 | 61.1 | 38.9 | 16.100 | 6.264 | 80.500 | 31.319 | 0.2136 | 21.0 | 3.44 | 21.51 | 215.5 | 1347.1 | 1077.7 | 6735.5 |
| A 4  | 31 | 50 | 273.7 | 4.2 | 12.3 | 212.3 | 84.5  | 200.0 | 127.8 | 63.9 | 36.1 | 10.948 | 3.952 | 54.740 | 19.761 | 0.2181 | 21.7 | 3.48 | 21.76 | 137.6 | 860.2  | 688.2  | 4300.9 |
| A 5  | 32 | 65 | 292.8 | 4.4 | 12.4 | 213.2 | 92.5  | 200.8 | 120.7 | 60.1 | 39.9 | 11.712 | 4.672 | 58.560 | 23.360 | 0.2158 | 16.0 | 2.59 | 16.22 | 121.2 | 757.7  | 606.2  | 3788.7 |
| A 6  | 30 | 60 | 306.1 | 4.4 | 12.4 | 221.9 | 100.2 | 209.5 | 121.7 | 58.1 | 41.9 | 12.244 | 5.131 | 61.220 | 25.657 | 0.2146 | 13.0 | 2.12 | 13.25 | 108.8 | 680.0  | 544.0  | 3399.9 |
| <b>Muestreo 14: 29 mayo 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 5 – Crecimiento</b>    |    |    |       |     |      |       |       |       |       |      |      |        |       |        |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 23 | 40 | 265.4 | 4.3 | 12.4 | 215.6 | 86.2  | 203.2 | 129.4 | 63.7 | 36.3 | 10.616 | 3.856 | 53.080 | 19.278 | 0.2196 | 19.9 | 3.17 | 19.82 | 122.3 | 764.3  | 611.4  | 3821.5 |
| A 2  | 28 | 65 | 282.1 | 4.1 | 12.2 | 222.2 | 92.2  | 210.0 | 130.0 | 61.9 | 38.1 | 11.284 | 4.299 | 56.420 | 21.493 | 0.2193 | 20.7 | 3.30 | 20.65 | 142.0 | 887.6  | 710.1  | 4438.0 |
| A 3  | 30 | 70 | 261.6 | 4.2 | 12.3 | 223.6 | 92.1  | 211.3 | 131.5 | 62.2 | 37.8 | 10.464 | 3.952 | 52.320 | 19.759 | 0.2145 | 19.0 | 3.10 | 19.38 | 122.5 | 765.7  | 612.6  | 3828.6 |
| A 4  | 27 | 60 | 306.7 | 4.3 | 12.4 | 220.3 | 106.9 | 207.9 | 113.4 | 54.5 | 45.5 | 12.268 | 5.576 | 61.340 | 27.882 | 0.2196 | 12.3 | 1.96 | 12.25 | 109.3 | 683.2  | 546.6  | 3416.2 |
| A 5  | 23 | 63 | 387.9 | 4.4 | 12.4 | 216.4 | 98.8  | 204.0 | 117.6 | 57.6 | 42.4 | 15.516 | 6.571 | 77.580 | 32.857 | 0.2193 | 22.2 | 3.54 | 22.14 | 232.8 | 1455.2 | 1164.2 | 7276.1 |
| A 6  | 25 | 50 | 343.1 | 4.1 | 12.4 | 212.3 | 100.1 | 199.9 | 112.2 | 56.1 | 43.9 | 13.724 | 6.021 | 68.620 | 30.105 | 0.2131 | 18.8 | 3.09 | 19.30 | 185.9 | 1162.0 | 929.6  | 5809.8 |
| <b>Muestreo 14: 29 mayo 2024. Alfalfa-Dactilis INIA: Ciclo 5 – Corte</b> |    |    |       |     |      |       |       |       |       |      |      |        |       |        |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| AD 1   | 29 | 65 | 245.1 | 4.0 | 12.4 | 245.1 | 81.6  | 232.7 | 163.5 | 70.3 | 29.7 | 9.804  | 2.915 | 49.020 | 14.577 | 0.2193 | 16.6 | 2.65 | 16.56 | 77.2  | 482.8  | 386.2  | 2413.8 |
| AD 2   | 30 | 70 | 298.1 | 4.1 | 12.3 | 298.1 | 88.9  | 285.8 | 209.2 | 73.2 | 26.8 | 11.924 | 3.196 | 59.620 | 15.979 | 0.2196 | 17.5 | 2.79 | 17.43 | 89.1  | 557.1  | 445.7  | 2785.6 |
| AD 3   | 23 | 65 | 299.2 | 4.2 | 12.4 | 299.2 | 101.3 | 286.8 | 197.9 | 69.0 | 31.0 | 11.968 | 3.710 | 59.840 | 18.549 | 0.2136 | 14.5 | 2.38 | 14.85 | 88.1  | 550.9  | 440.7  | 2754.4 |
| AD 4   | 22 | 62 | 304.7 | 4.4 | 12.5 | 304.7 | 94.2  | 292.2 | 210.5 | 72.0 | 28.0 | 12.188 | 3.408 | 60.940 | 17.039 | 0.2196 | 16.3 | 2.60 | 16.24 | 88.5  | 553.3  | 442.7  | 2766.6 |
| AD 5   | 26 | 60 | 340.4 | 4.3 | 12.3 | 340.4 | 98.7  | 328.1 | 241.7 | 73.7 | 26.3 | 13.616 | 3.586 | 68.080 | 17.928 | 0.2198 | 18.2 | 2.90 | 18.11 | 103.9 | 649.5  | 519.6  | 3247.3 |
| AD 6   | 28 | 60 | 252.1 | 4.4 | 12.2 | 252.1 | 81.0  | 239.9 | 171.1 | 71.3 | 28.7 | 10.084 | 2.892 | 50.420 | 14.460 | 0.2196 | 16.6 | 2.65 | 16.54 | 76.5  | 478.2  | 382.6  | 2391.0 |
| <b>Muestreo 16: 19 junio 2024. Alfalfa ILLPA: Ciclo 5 - Posfloración</b> |    |    |       |     |      |       |       |       |       |      |      |        |       |        |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 15 | 60 | 146.0 | 4   | 12.2 | 148.0 | 106.1 | 135.8 | 41.9  | 30.9 | 69.1 | 5.840  | 4.038 | 29.200 | 20.191 | 0.2211 | 20.8 | 3.29 | 20.58 | 133.0 | 831.0  | 664.8  | 4155.0 |
| A 2  | 30 | 40 | 91.0  | 4.1 | 12.2 | 94.3  | 75.2  | 82.1  | 19.1  | 23.3 | 76.7 | 3.640  | 2.793 | 18.200 | 13.966 | 0.2230 | 21.3 | 3.34 | 20.89 | 93.4  | 583.6  | 466.9  | 2918.0 |
| A 3  | 35 | 50 | 127.7 | 4.9 | 12.2 | 125.5 | 81.4  | 113.3 | 44.1  | 38.9 | 61.1 | 5.108  | 3.120 | 25.540 | 15.599 | 0.2265 | 17.5 | 2.70 | 16.90 | 84.4  | 527.3  | 421.8  | 2636.4 |
| A 4  | 25 | 50 | 110.3 | 4.1 | 12.2 | 116.6 | 91.3  | 104.4 | 25.3  | 24.2 | 75.8 | 4.412  | 3.343 | 22.060 | 16.714 | 0.2254 | 18.7 | 2.90 | 18.15 | 97.1  | 606.7  | 485.3  | 3033.3 |
| A 5  | 35 | 60 | 153.1 | 4.3 | 12.2 | 158.9 | 121.9 | 146.7 | 37.0  | 25.2 | 74.8 | 6.124  | 4.579 | 30.620 | 22.897 | 0.2220 | 18.7 | 2.95 | 18.43 | 135.0 | 843.8  | 675.1  | 4219.1 |
| A 6  | 40 | 60 | 121.0 | 4.4 | 12.2 | 103.3 | 81.9  | 91.1  | 21.4  | 23.5 | 76.5 | 4.840  | 3.703 | 24.200 | 18.515 | 0.2274 | 14.4 | 2.22 | 13.85 | 82.1  | 513.0  | 410.4  | 2564.8 |
| <b>Muestreo 16: 19 junio 2024. Alfalfa INIA: Ciclo 5 – Crecimiento</b>   |    |    |       |     |      |       |       |       |       |      |      |        |       |        |        |        |      |      |       |       |        |        |        |
| A 1  | 25 | 60 | 144.0 | 4   | 12.2 | 157   | 114.9 | 144.8 | 42.1  | 29.1 | 70.9 | 5.760  | 4.085 | 28.800 | 20.427 | 0.2210 | 17.5 | 2.77 | 17.32 | 113.2 | 707.6  | 566.1  | 3538.2 |
| A 2  | 18 | 60 | 111.0 | 5   | 12.2 | 117   | 87.5  | 104.8 | 29.5  | 28.1 | 71.9 | 4.440  | 3.190 | 22.200 | 15.951 | 0.2221 | 18.5 | 2.92 | 18.22 | 93.0  | 581.3  | 465.0  | 2906.4 |
| A 3  | 35 | 60 | 95.0  | 6   | 12.2 | 105   | 73.2  | 92.8  | 31.8  | 34.3 | 65.7 | 3.800  | 2.498 | 19.000 | 12.489 | 0.2208 | 17.7 | 2.81 | 17.54 | 70.1  | 438.0  | 350.4  | 2190.1 |
| A 4  | 25 | 60 | 95.0  | 4   | 12.2 | 101   | 74.3  | 88.8  | 26.7  | 30.1 | 69.9 | 3.800  | 2.657 | 19.000 | 13.287 | 0.2226 | 21.9 | 3.44 | 21.52 | 91.5  | 571.9  | 457.5  | 2859.6 |
| A 5  | 30 | 60 | 110.0 | 4   | 12.2 | 115   | 84.7  | 102.8 | 30.3  | 29.5 | 70.5 | 4.400  | 3.103 | 22.000 | 15.516 | 0.2218 | 19.0 | 3.00 | 18.74 | 93.0  | 581.5  | 465.2  | 2907.4 |

|   |    |    |       |   |      |     |      |       |      |      |      |       |       |        |        |      |      |       |       |       |       |        |
|---|----|----|-------|---|------|-----|------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| A 6   | 15 | 60 | 121.0 | 4 | 12.2 | 127 | 97.1 | 114.8 | 29.9 | 26.0 | 74.0 | 4.840 | 3.579 | 24.200 | 17.897 | 18.9 | 2.94 | 18.38 | 105.3 | 658.0 | 526.4 | 3290.0 |
| Muestreo 16: 19 junio 2024. Alfalfa-dactilis INIA: Cído 5 - Crecimiento SIN PASTIZAL DISPONIBLE |    |    |       |   |      |     |      |       |      |      |      |       |       |        |        |      |      |       |       |       |       |        |

## ANEXO 2. Consumo de pastos y forrajes de vacas lecheras alimentadas con alfalfa, heno de avena y concentrado del CE-Illpa-UNA-Puno

| Nombre     | Peso (kg) | Prod. (kg/d) | Grasa (%) | LCG 4% (kg) | Requisimientos de energía (ENL, kcal/d) |           |         |        | IMF, kg/día |         |       | IMS, kg/día |       |         | ENL, kcal/día |       |       | Balance |         |       |       |       |
|------------|-----------|--------------|-----------|-------------|---|-----------|---------|--------|-------------|---------|-------|-------------|-------|---------|---------------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|
|            |           |              |           |             | Manuten                                 | Act. Fís. | Produce | D peso | Total       | Alfalfa | Avena | Conc.       | Total | Alfalfa | Avena         | Conc. | Total |         | Alfalfa | Avena | Conc. |       |
| OREIONA    | 535.8     | 9.5          | 3.84      | 9.27        | 8909.3                                  | 801.8     | 6944.7  | 1300.0 | 1796        | 53.58   | 2.38  | 0.32        | 56.28 | 11.89   | 2.19          | 0.29  | 14.38 | 16.41   | 2.58    | 0.46  | 19.45 | 1.50  |
| CANDY      | 540.6     | 12.0         | 4.90      | 13.62       | 8969.1                                  | 807.2     | 10201.4 | 1300.0 | 2128        | 54.06   | 2.38  | 0.32        | 56.76 | 12.00   | 2.19          | 0.29  | 14.49 | 16.56   | 2.58    | 0.46  | 19.60 | -1.08 |
| BLANCA     | 620.1     | 7.5          | 2.46      | 5.77        | 9941.1                                  | 894.7     | 4319.9  | 1300.0 | 1646        | 62.01   | 2.38  | 0.32        | 64.71 | 13.77   | 2.19          | 0.29  | 16.25 | 19.00   | 2.58    | 0.46  | 22.04 | 5.58  |
| MARLENI    | 582.1     | 4.5          | 3.07      | 3.87        | 9480.7                                  | 853.3     | 2900.3  | 1300.0 | 1453        | 58.21   | 2.38  | 0.32        | 60.91 | 12.92   | 2.19          | 0.29  | 15.41 | 17.83   | 2.58    | 0.46  | 20.87 | 6.34  |
| GALLANI    | 539.5     | 3.5          | 3.76      | 3.37        | 8955.4                                  | 806.0     | 2527.1  | 1300.0 | 1359        | 53.95   | 2.38  | 0.32        | 56.65 | 11.98   | 2.19          | 0.29  | 14.46 | 16.53   | 2.58    | 0.46  | 19.57 | 5.98  |
| GRINGA     | 597.2     | 8.3          | 4.18      | 8.52        | 9664.5                                  | 869.8     | 6384.6  | 1300.0 | 1822        | 59.72   | 2.38  | 0.32        | 62.42 | 13.26   | 2.19          | 0.29  | 15.74 | 18.30   | 2.58    | 0.46  | 21.34 | 3.12  |
| GABY       | 554.6     | 4.0          | 3.33      | 3.60        | 9142.7                                  | 822.8     | 2694.9  | 1300.0 | 1396        | 55.46   | 2.38  | 0.32        | 58.16 | 12.31   | 2.19          | 0.29  | 14.80 | 16.99   | 2.58    | 0.46  | 20.03 | 6.07  |
| RAQUEL     | 427.1     | 2.0          | 4.47      | 2.14        | 7516.0                                  | 676.4     | 1603.6  | 1300.0 | 1110        | 42.71   | 2.38  | 0.32        | 45.41 | 9.48    | 2.19          | 0.29  | 11.97 | 13.08   | 2.58    | 0.46  | 16.12 | 5.03  |
| ZANGHA     | 547.9     | 5.0          | 4.62      | 5.47        | 9059.7                                  | 815.4     | 4093.3  | 1300.0 | 1527        | 54.79   | 2.38  | 0.32        | 57.49 | 12.16   | 2.19          | 0.29  | 14.65 | 16.79   | 2.58    | 0.46  | 19.83 | 4.56  |
| RITA       | 552.3     | 4.5          | 3.93      | 4.45        | 9114.3                                  | 820.3     | 3335.1  | 1300.0 | 1457        | 55.23   | 2.38  | 0.32        | 57.93 | 12.26   | 2.19          | 0.29  | 14.75 | 16.92   | 2.58    | 0.46  | 19.96 | 5.39  |
| PETA       | 440.2     | 3.5          | 4.50      | 3.76        | 7688.3                                  | 691.9     | 2818.1  | 1300.0 | 1250        | 44.02   | 2.38  | 0.32        | 46.72 | 9.77    | 2.19          | 0.29  | 12.26 | 13.49   | 2.58    | 0.46  | 16.53 | 4.03  |
| KARLA      | 440.5     | 6.0          | 4.24      | 6.22        | 7692.2                                  | 692.3     | 4655.8  | 1300.0 | 1434        | 44.05   | 2.38  | 0.32        | 46.75 | 9.78    | 2.19          | 0.29  | 12.26 | 13.50   | 2.58    | 0.46  | 16.54 | 2.19  |
| YUDI       | 465.7     | 7.0          | 3.33      | 6.30        | 8019.9                                  | 721.8     | 4716.1  | 1300.0 | 1476        | 46.57   | 2.38  | 0.32        | 49.27 | 10.34   | 2.19          | 0.29  | 12.82 | 14.27   | 2.58    | 0.46  | 17.31 | 2.55  |
| GALAXIA    | 523.4     | 9.0          | 4.53      | 9.72        | 8754.2                                  | 787.9     | 7276.9  | 1300.0 | 1812        | 52.34   | 2.38  | 0.32        | 55.04 | 11.62   | 2.19          | 0.29  | 14.10 | 16.03   | 2.58    | 0.46  | 19.07 | 0.96  |
| NUEVA      | 558.3     | 7.0          | 3.85      | 6.84        | 9188.4                                  | 827.0     | 5125.0  | 1300.0 | 1644        | 55.83   | 2.38  | 0.32        | 58.53 | 12.39   | 2.19          | 0.29  | 14.88 | 17.10   | 2.58    | 0.46  | 20.14 | 3.70  |
| Promedio   | 528.4     | 6.22         | 3.93      | 6.19        | 8816.2                                  | 792.6     | 4639.8  | 1300.0 | 1555        | 52.84   | 2.38  | 0.32        | 55.54 | 11.73   | 2.19          | 0.29  | 14.21 | 16.19   | 2.58    | 0.46  | 19.23 | 3.69  |
| Desv. Est. | 58.9      | 2.73         | 0.67      | 3.04        | 1701.4                                  | 66.9      | 2274.0  | 0.0    | 2.6         | 5.9     | 0.0   | 0.0         | 5.9   | 1.3     | 0.0           | 0.0   | 1.31  | 1.8     | 0.0     | 0.0   | 1.8   | 2.3   |
| C.V. %     | 11.2      | 43.8         | 16.9      | 49.01       | 488.2                                   | 8.4       | 49.0    | 0.0    | 16.6        | 11.2    | 0.0   | 0.0         | 10.6  | 11.2    | 0.0           | 0.0   | 9.2   | 11.2    | 0.0     | 0.0   | 9.4   | 61.5  |

**ANEXO 3.** Consumo de pastos y forrajes de vacas lecheras alimentadas con alfalfa-dactilis, heno de avena y concentrado de la EE-IIpa-INIA

| Arete     | Peso (kg) | Produc. (kg/d) | Grasa (%) | LCG4% (kg) | Requerimientos de energía (ENL, kcal/d) |           |         | IMF, kg/día |       |         | IMS, kg/día |       |       | ENL, kcal/día |       |       | Total | Balance |       |         |       |       |
|-----------|-----------|----------------|-----------|------------|---|-----------|---------|-------------|-------|---------|-------------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|-------|-------|
|           |           |                |           |            | Manten                                  | Act. Fis. | Produc  | Δ peso      | Total | Alfalfa | Avena       | Conc. | Total | Alfalfa       | Avena | Conc. |       |         | Total | Alfalfa | Avena | Conc. |
| 799       | 607.0     | 8.8            | 4.48      | 9.49       | 9783.2                                  | 880.5     | 7105.7  | 1300.0      | 19.07 | 60.7    | 4.5         | 0.33  | 61.03 | 13.48         | 4.14  | 0.30  | 17.92 | 18.60   | 4.89  | 0.47    | 23.95 | 4.88  |
| 892       | 491.5     | 9.8            | 5.11      | 11.40      | 8350.9                                  | 751.6     | 8539.5  | 1300.0      | 18.94 | 49.2    | 4.5         | 0.33  | 49.48 | 10.91         | 4.14  | 0.30  | 15.35 | 15.06   | 4.89  | 0.47    | 20.41 | 1.47  |
| 901       | 487.0     | 7.8            | 4.48      | 8.32       | 8293.5                                  | 746.4     | 6231.0  | 1300.0      | 16.57 | 48.7    | 4.5         | 0.33  | 49.03 | 10.81         | 4.14  | 0.30  | 15.26 | 14.92   | 4.89  | 0.47    | 20.28 | 3.70  |
| 837       | 603.5     | 8.0            | 4.90      | 9.10       | 9740.9                                  | 876.7     | 6816.9  | 1300.0      | 18.73 | 60.35   | 4.5         | 0.33  | 60.68 | 13.40         | 4.14  | 0.30  | 17.84 | 18.49   | 4.89  | 0.47    | 23.84 | 5.11  |
| 874       | 524.0     | 12.2           | 5.09      | 14.25      | 8761.7                                  | 788.6     | 10674.0 | 1300.0      | 21.52 | 52.4    | 4.5         | 0.33  | 52.73 | 11.63         | 4.14  | 0.30  | 16.08 | 16.05   | 4.89  | 0.47    | 21.41 | -0.12 |
| 828       | 538.0     | 10.7           | 4.63      | 11.67      | 8936.7                                  | 804.3     | 8740.2  | 1300.0      | 19.78 | 53.8    | 4.5         | 0.33  | 54.13 | 11.94         | 4.14  | 0.30  | 16.39 | 16.48   | 4.89  | 0.47    | 21.84 | 2.06  |
| 898       | 538.0     | 13.5           | 6.47      | 18.55      | 8936.7                                  | 804.3     | 13890.9 | 1300.0      | 24.93 | 53.8    | 4.5         | 0.33  | 54.13 | 11.94         | 4.14  | 0.30  | 16.39 | 16.48   | 4.89  | 0.47    | 21.84 | -3.09 |
| 893       | 548.5     | 10.6           | 5.16      | 12.45      | 9067.2                                  | 816.0     | 9323.6  | 1300.0      | 20.51 | 54.9    | 4.5         | 0.33  | 55.18 | 12.18         | 4.14  | 0.30  | 16.62 | 16.80   | 4.89  | 0.47    | 22.16 | 1.65  |
| 858       | 578.0     | 17.4           | 3.69      | 16.55      | 9430.5                                  | 848.7     | 12397.2 | 1300.0      | 23.98 | 57.8    | 4.5         | 0.33  | 58.13 | 12.83         | 4.14  | 0.30  | 17.28 | 17.71   | 4.89  | 0.47    | 23.06 | -0.91 |
| 813       | 514.0     | 13.6           | 4.46      | 14.51      | 8636.0                                  | 777.2     | 10867.2 | 1300.0      | 21.58 | 51.4    | 4.5         | 0.33  | 51.73 | 11.41         | 4.14  | 0.30  | 15.85 | 15.75   | 4.89  | 0.47    | 21.10 | -0.48 |
| 861       | 513.5     | 18.3           | 4.20      | 18.87      | 8629.7                                  | 776.7     | 14134.8 | 1300.0      | 24.84 | 51.4    | 4.5         | 0.33  | 51.68 | 11.397        | 4.14  | 0.30  | 15.84 | 15.73   | 4.89  | 0.47    | 21.09 | -3.75 |
| 705       | 667.5     | 17.8           | 4.02      | 17.82      | 10387.5                                 | 934.9     | 13345.8 | 1300.0      | 25.97 | 65.8    | 4.5         | 0.33  | 66.08 | 14.60         | 4.14  | 0.30  | 19.04 | 20.14   | 4.89  | 0.47    | 25.50 | -0.47 |
| 781       | 557.5     | 19.0           | 4.38      | 20.06      | 9178.5                                  | 826.1     | 15027.2 | 1300.0      | 26.33 | 55.8    | 4.5         | 0.33  | 56.08 | 12.38         | 4.14  | 0.30  | 16.82 | 17.08   | 4.89  | 0.47    | 22.44 | -3.90 |
| 885       | 621.5     | 11.7           | 3.95      | 11.60      | 9958.0                                  | 896.2     | 8689.0  | 1300.0      | 20.84 | 62.2    | 4.5         | 0.33  | 62.48 | 13.80         | 4.14  | 0.30  | 18.24 | 19.04   | 4.89  | 0.47    | 24.40 | 3.55  |
| 764       | 546.0     | 15.0           | 3.96      | 14.89      | 9036.2                                  | 813.3     | 11151.7 | 1300.0      | 22.30 | 54.6    | 4.5         | 0.33  | 54.93 | 12.12         | 4.14  | 0.30  | 16.56 | 16.73   | 4.89  | 0.47    | 22.08 | -0.22 |
| Promedio  | 555.03    | 12.94          | 4.60      | 13.97      | 9141.81                                 | 822.8     | 10462.3 | 1300.0      | 21.7  | 55.50   | 4.50        | 0.33  | 55.83 | 12.32         | 4.14  | 0.30  | 16.77 | 17.00   | 4.89  | 0.47    | 22.36 | 0.63  |
| Desv.Est. | 49.46     | 3.81           | 0.69      | 3.78       | 608.4                                   | 54.8      | 54.8    | 0.0         | 2.9   | 4.95    | 0.00        | 0.00  | 4.95  | 1.10          | 0.00  | 0.00  | 1.10  | 1.52    | 0.00  | 0.00    | 1.52  | 2.92  |
| C.V., %   | 8.9       | 29.5           | 15.0      | 27.08      | 6.65                                    | 6.7       | 0.5     | 0.0         | 13.5  | 8.9     | 0.0         | 0.0   | 8.9   | 8.9           | 0.0   | 0.0   | 6.5   | 8.9     | 0.0   | 0.0     | 6.8   | 461.8 |



**ANEXO 4.** Registro de reproducción de vacas lecheras del CE-IIIpa-UNA PUNO

| NOMBRE   | I.P.P | FECHA DE PARICION | FECHA DE INSEMINACION | I.P.P.S. | I.P.C | N.S.C | REPETICION 2 | REPETICION 3 | BSERVACIONES |
|----------|-------|-------------------|-----------------------|----------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|
| Candy    | 425   | 1/10/2023         | 6/02/2024             | 128      | 128   | 1     |              |              |              |
| Zancha   |       | 10/10/2023        |                       |          |       |       |              |              |              |
| Peta     | 425   | 20/09/2023        | 24/11/2023            | 65       | 128   | 4     | 14/12/2023   | 5/01/2024    | venta        |
| Mayra    | 442   | 7/05/2023         | 4/08/2023             | 89       |       | 2     | 29/09/2023   |              | No preño     |
| Rita     | 471   | 4/05/2023         | 25/10/2023            | 174      | 174   | 1     |              |              |              |
| Gringa   | 453   | 5/09/2023         | 8/02/2024             | 156      | 156   | 1     |              |              |              |
| Amalia   | 375   | 26/03/2024        | 12/06/2024            | 78       | 78    | 1     |              |              |              |
| Negra 1  | 388   | 30/08/2023        | 9/11/2023             | 71       | 91    | 2     | 29/11/2023   |              |              |
| Denisa   | 564   | 3/03/2023         | 6/11/2023             | 248      | 309   | 3     | 25/11/2023   |              | venta        |
| Carla    | 396   | 2/10/2023         | 9/01/2024             | 99       | 99    | 1     |              |              |              |
| Nueva    | 463   | 17/09/2023        | 1/03/2024             | 166      | 166   | 1     |              |              |              |
| Raquel   | 381   | 8/12/2023         | 1/03/2024             | 84       | 84    | 1     |              |              |              |
| Galanía  | 597   | 28/01/2023        | 16/10/2023            | 261      | 300   | 3     | 5/11/2023    | 24/11/2023   |              |
| Deysi    | 382   | 12/04/2023        | 6/07/2023             | 85       | 85    | 1     |              |              |              |
| Yudi     | 467   | 19/12/2023        | 17/05/2024            | 150      | 170   | 2     | 6/06/2024    |              |              |
| Marleni  | 505   | 3/09/2023         | 29/03/2024            | 208      | 208   | 1     |              |              |              |
| negra 2  | 771   | 18/02/2023        | 16/10/2023            | 240      | 474   | 2     | 6/06/2024    |              |              |
| Bianca   | 483   | 12/06/2023        | 15/12/2023            | 186      | 186   | 1     |              |              |              |
| Gaby     |       |                   |                       |          |       |       |              |              | Vendida      |
| Orejona  | 784   | 4/01/2023         | 27/03/2024            | 448      | 529   | 4     | 16/04/2024   | 5/05/2024    | No preño     |
| PROMEDIO | 487.3 |                   |                       | 163.1    | 197.9 | 1.78  |              |              |              |
| DESVET   | 121.8 |                   |                       | 95.6     | 133.2 | 1.06  |              |              |              |
| C.V      | 25.0  |                   |                       | 58.6     | 67.3  | 59.6  |              |              |              |



### ANEXO 5. Registro de reproducción de intervalo parto- parto de la EE-Ilppa INIA

| Arete    | Intervalo entre partos, días | Nombre                       | Fecha de nacimiento | Registro genealógico | Fecha de parto | Duración de la gestación, días | Número de parto de la vaca |
|----------|------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------|----------------|--------------------------------|----------------------------|
| 1705     | 466                          | INIA BLOOMING FELIPE JENNY   | 04/12/2013          | PERH23868BS          | 28/05/2023     | 298                            | 6                          |
| 1705     | 367                          | INIA BLOOMING FELIPE JENNY   | 04/12/2013          | PERH23868BS          | 29/05/2024     | 272                            | 7                          |
| 1763     | 377                          | INIA AJAX DELIVERY ELENA     | 02/05/2016          | PERH23872BS          | 15/06/2024     | 296                            | 4                          |
| 1769     | 371                          | INIA JITSUE PATY             | 31/05/2016          | OA20017              | 23/03/2023     | 295                            | 4                          |
| 1769     | 410                          | INIA JITSUE PATY             | 31/05/2016          | OA20017              | 06/05/2024     | 294                            | 5                          |
| 1774     | 499                          | INIA FIRSTCLAS YUDITH        | 12/06/2016          | OA20018              | 20/03/2024     | 287                            | 4                          |
| 1786     | 365                          | INIA ODALIA                  | 21/08/2016          | OI38347              | 21/09/2023     | 293                            | 3                          |
| 1797     | 398                          |                              | 04/11/2016          |                      | 13/03/2023     | 287                            | 4                          |
| 1797     | 410                          |                              | 04/11/2016          |                      | 26/04/2024     | 298                            | 5                          |
| 1799     | 592                          | INIA ANTHONY ANGELA          | 16/12/2016          | OA27672              | 20/06/2023     | 291                            | 5                          |
| 1799     | 354                          | INIA ANTHONY ANGELA          | 16/12/2016          | OA27672              | 08/06/2024     | 289                            | 6                          |
| 1802     | 381                          | INIA FIRSTCLAS WARNER KARINA | 28/02/2017          | PER 25663            | 07/01/2023     | 292                            | 4                          |
| 1802     | 471                          | INIA FIRSTCLAS WARNER KARINA | 28/02/2017          | PER 25663            | 22/04/2024     | 294                            | 5                          |
| 1806     | 417                          | INIA DALLY AJAX YULISA       | 25/04/2017          | PER 25763            | 03/02/2023     | 295                            | 3                          |
| 1806     | 464                          | INIA DALLY AJAX YULISA       | 25/04/2017          | PER 25763            | 12/05/2024     | 291                            | 4                          |
| 1811     | 420                          | INIA ANTHONY REBECA          | 28/07/2017          | OA27673              | 06/07/2023     | 295                            | 4                          |
| 1813     | 352                          |                              | 11/09/2017          |                      | 08/12/2023     | 294                            | 3                          |
| 1815     | 365                          | INIA DAMIAN ALEYDA           | 16/09/2017          | OA27675              | 12/09/2023     | 301                            | 4                          |
| 1835     | 376                          |                              | 19/07/2018          |                      | 04/01/2023     | 287                            | 2                          |
| 1837     | 521                          |                              | 22/08/2018          |                      | 10/07/2023     | 293                            | 2                          |
| 1837     | 380                          |                              | 22/08/2018          |                      | 24/07/2024     | 294                            | 3                          |
| 1842     | 583                          | INIA DALLY AJAX ESTEFANY     | 01/12/2018          | PER 25767            | 15/06/2024     | 291                            | 3                          |
| 1858     | 333                          |                              | 19/04/2019          |                      | 02/01/2023     | 285                            | 2                          |
| 1858     | 394                          |                              | 19/04/2019          |                      | 31/01/2024     | 294                            | 3                          |
| 1861     | 354                          |                              | 01/06/2019          |                      | 27/11/2023     | 289                            | 2                          |
| 1874     | 566                          |                              | 02/05/2020          |                      | 13/06/2024     | 287                            | 2                          |
| 1885     | 493                          |                              | 11/11/2020          |                      | 11/06/2024     | 291                            | 2                          |
| 1891     | 445                          |                              | 26/02/2021          |                      | 01/10/2024     | 291                            | 2                          |
| 1892     | 392                          |                              | 04/04/2021          |                      | 14/06/2024     | 295                            | 2                          |
| 1893     | 406                          |                              | 10/04/2021          |                      | 24/06/2024     | 290                            | 2                          |
| PROMEDIO | 430.7                        |                              |                     |                      |                | 291.6                          |                            |
| DESVET   | 75.9                         |                              |                     |                      |                | 5.25                           |                            |
| C.V      | 17.63                        |                              |                     |                      |                | 1.800                          |                            |

### ANEXO 6. Registro de reproducción de intervalo parto-primer servicio de la EE-Ippa INIA

| Arrete de la vaca | Fecha de primer servicio | Fecha de último parto | Intervalo parto primer servicio, días | Nombre de la vaca             | Fecha de nacimiento | Registro genealógico |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| I705              | 31/08/2023               | 28/05/2023            | 95                                    | INIA BLOOMING FELIPE JENNY    | 04/12/2013          | PERH23868BS          |
| I721              | 06/03/2023               | 28/12/2022            | 68                                    | INIA BLOOMING FEDERICO BERTHA | 03/08/2014          | PER 25879            |
| I763              | 17/02/2023               | 16/11/2022            | 93                                    | INIA AJAX DELIVERY ELENA      | 02/05/2016          | PERH23872BS          |
| I763              | 06/09/2024               | 15/06/2024            | 83                                    | INIA AJAX DELIVERY ELENA      | 02/05/2016          | PERH23872BS          |
| I769              | 17/07/2023               | 23/03/2023            | 116                                   | INIA JITSUE PATY              | 31/05/2016          | OA20017              |
| I774              | 02/09/2024               | 20/03/2024            | 166                                   | INIA FIRSTCLAS YUDITH         | 12/06/2016          | OA20018              |
| I781              | 04/08/2023               | 28/05/2023            | 68                                    | INIA ANTHONY FELIPE SARITA    | 18/07/2016          | PERH23873BS          |
| I786              | 09/01/2024               | 21/09/2023            | 110                                   | INIA ODALLIA                  | 21/08/2016          | OJ88347              |
| I790              | 19/09/2023               | 21/05/2023            | 121                                   | INIA JITSUE DELIVERY SADITH   | 05/10/2016          | PER 25662            |
| I797              | 03/07/2023               | 13/03/2023            | 112                                   |                               | 04/11/2016          |                      |
| I799              | 24/08/2023               | 20/06/2023            | 65                                    | INIA ANTHONY ANGELA           | 16/12/2016          | OA27672              |
| I806              | 03/07/2024               | 12/05/2024            | 52                                    | INIA DALLY AJAX YULISA        | 25/04/2017          | PER 25763            |
| I811              | 10/11/2023               | 06/07/2023            | 127                                   | INIA ANTHONY REBECA           | 28/07/2017          | OA27673              |
| I813              | 17/02/2023               | 21/12/2022            | 58                                    |                               | 11/09/2017          |                      |
| I815              | 22/01/2024               | 12/09/2023            | 132                                   | INIA DAMIAN ALEYDA            | 16/09/2017          | OA27675              |
| I828              | 23/02/2024               | 14/01/2024            | 40                                    | INIA DALLY WARNER OLINDA      | 24/04/2018          | PER 25665            |
| I835              | 11/04/2023               | 04/01/2023            | 97                                    |                               | 19/07/2018          |                      |
| I837              | 21/08/2023               | 10/07/2023            | 42                                    |                               | 22/08/2018          |                      |
| I842              | 13/02/2023               | 10/11/2022            | 95                                    | INIA DALLY AJAX ESTEFANY      | 01/12/2018          | PER 25767            |
| I858              | 23/03/2023               | 02/01/2023            | 80                                    |                               | 19/04/2019          |                      |
| I861              | 11/02/2023               | 08/12/2022            | 65                                    |                               | 01/06/2019          |                      |
| I861              | 21/03/2024               | 27/11/2023            | 115                                   |                               | 01/06/2019          |                      |
| I874              | 12/04/2023               | 25/11/2022            | 138                                   |                               | 02/05/2020          |                      |
| I882              | 24/03/2023               | 21/01/2023            | 62                                    |                               | 10/10/2020          |                      |
| I885              | 06/06/2023               | 04/02/2023            | 122                                   |                               | 11/11/2020          |                      |
| I891              | 15/12/2023               | 14/07/2023            | 154                                   |                               | 26/02/2021          |                      |
| I892              | 24/08/2023               | 19/05/2023            | 97                                    |                               | 4/04/2021           |                      |
| I893              | 08/09/2023               | 15/05/2023            | 116                                   |                               | 10/04/2021          |                      |
| I893              | 23/10/2024               | 24/06/2024            | 121                                   |                               | 10/04/2021          |                      |
| I896              | 09/07/2024               | 07/04/2024            | 93                                    |                               | 28/07/2021          |                      |
| I898              | 26/03/2024               | 27/01/2024            | 59                                    |                               | 31/07/2021          |                      |
| PROMEDIO          |                          |                       | 95.5                                  |                               |                     |                      |
| DESNET            |                          |                       | 32.5                                  |                               |                     |                      |
| C. V              |                          |                       | 34.0                                  |                               |                     |                      |

**ANEXO 7.** Registro de reproducción de intervalo parto-concepción de la EE-Ippa INIA

| Arete de la vaca | Fecha de última inseminación | Fecha de último parto | Intervalo parto concepción, días | Nombre de la vaca            |             |
|------------------|------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------|
| 1705             | 31/08/2023                   | 28/05/2023            | 95                               | INIA BLOOMING FELIPE JENNY   | PERH23868BS |
| 1763             | 24/08/2023                   | 16/11/2022            | 281                              | INIA AJAX DELIVERY ELENA     | PERH23872BS |
| 1769             | 17/07/2023                   | 23/03/2023            | 116                              | INIA JITSUE PATY             | OA20017     |
| 1774             | 07/06/2023                   | 07/11/2022            | 212                              | INIA FIRSTCLAS YUDITH        | OA20018     |
| 1781             | 25/08/2023                   | 28/05/2023            | 89                               | INIA ANTHONY FELIPE SARITA   | PERH23873BS |
| 1790             | 18/01/2024                   | 21/05/2023            | 242                              | INIA JITSUE DELIVERY SADITH  | PER 25662   |
| 1797             | 03/07/2023                   | 13/03/2023            | 112                              |                              |             |
| 1799             | 24/08/2023                   | 20/06/2023            | 65                               | INIA ANTHONY ANGELA          | OA27672     |
| 1802             | 03/07/2023                   | 07/01/2023            | 177                              | INIA FIRSTCLAS WARNER KARINA | PER 25663   |
| 1806             | 26/07/2023                   | 03/02/2023            | 173                              | INIA DALLY AJAX YULISA       | PER 25763   |
| 1806             | 03/07/2024                   | 12/05/2024            | 52                               | INIA DALLY AJAX YULISA       | PER 25763   |
| 1811             | 27/12/2023                   | 06/07/2023            | 174                              | INIA ANTHONY REBECA          | OA27673     |
| 1813             | 17/02/2023                   | 21/12/2022            | 58                               |                              |             |
| 1828             | 23/02/2024                   | 14/01/2024            | 40                               | INIA DALLY WARNER OLINDA     | PER 25665   |
| 1837             | 04/10/2023                   | 10/07/2023            | 86                               |                              |             |
| 1842             | 29/08/2023                   | 10/11/2022            | 292                              | INIA DALLY AJAX ESTEFANY     | PER 25767   |
| 1858             | 12/04/2023                   | 02/01/2023            | 100                              |                              |             |
| 1861             | 11/02/2023                   | 08/12/2022            | 65                               |                              |             |
| 1861             | 21/03/2024                   | 27/11/2023            | 115                              |                              |             |
| 1874             | 31/08/2023                   | 25/11/2022            | 279                              |                              |             |
| 1876             | 11/07/2024                   | 14/12/2023            | 210                              |                              |             |
| 1885             | 25/08/2023                   | 04/02/2023            | 202                              |                              |             |
| 1891             | 15/12/2023                   | 14/07/2023            | 154                              |                              |             |
| 1892             | 24/08/2023                   | 19/05/2023            | 97                               |                              |             |
| 1893             | 08/09/2023                   | 15/05/2023            | 116                              |                              |             |
| 1898             | 04/06/2024                   | 27/01/2024            | 129                              |                              |             |
| PROMEDIO         |                              |                       | 143.5                            |                              |             |
| DESJET           |                              |                       | 74.7                             |                              |             |
| C.V              |                              |                       | 52.1                             |                              |             |

**ANEXO 8.** Registro de reproducción de número de servicios por concepción de la EE-Ippa INIA

| Arete de la vaca | Número de servicios por concepción | Fecha de Inseminación | Diagnóstico ecográfico | Nombre de la vaca            | Fecha de nacimiento de la vaca | Registro genealógico |
|------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 1705             | 1                                  | 31/08/2023            | Preñada                | INIA BLOOMING FELIPE JENNY   | 04/12/2013                     | PERH23868BS          |
| 1763             | 3                                  | 17/02/2023            | Preñada                | INIA AJAX DELIVERY ELENA     | 02/05/2016                     | PERH23872BS          |
| 1764             | 1                                  | 10/11/2023            | Preñada                | INIA JITSUE MARIBEL          | 04/05/2016                     | OA20016              |
| 1769             | 1                                  | 17/07/2023            | Preñada                | INIA JITSUE PATY             | 31/05/2016                     | OA20017              |
| 1774             | 1                                  | 07/06/2023            | Preñada                | INIA FIRSTCLAS YUDITH        | 12/06/2016                     | OA20018              |
| 1781             | 2                                  | 04/08/2023            | Preñada                | INIA ANTHONY FELIPE SARITA   | 18/07/2016                     | PERH23873BS          |
| 1790             | 2                                  | 19/09/2023            | Preñada                | INIA JITSUE DELIVERY SADITH  | 05/10/2016                     | PER 25662            |
| 1797             | 1                                  | 03/07/2023            | Preñada                |                              | 04/11/2016                     |                      |
| 1798             | 3                                  | 10/11/2023            | Preñada                | INIA BLOOMING KILLA          | 11/11/2016                     | PER 25762            |
| 1799             | 1                                  | 24/08/2023            | Preñada                | INIA ANTHONY ANGELA          | 16/12/2016                     | OA27672              |
| 1802             | 1                                  | 03/07/2023            | Preñada                | INIA FIRSTCLAS WARNER KARINA | 28/02/2017                     | PER 25663            |
| 1806             | 1                                  | 26/07/2023            | Preñada                | INIA DALLY AJAX YULISA       | 25/04/2017                     | PER 25763            |
| 1806             | 1                                  | 03/07/2024            | Preñada                | INIA DALLY AJAX YULISA       | 25/04/2017                     | PER 25763            |
| 1811             | 2                                  | 10/11/2023            | Preñada                | INIA ANTHONY REBECA          | 28/07/2017                     | OA27673              |
| 1813             | 1                                  | 17/02/2023            | Preñada                |                              | 11/09/2017                     |                      |
| 1828             | 1                                  | 21/03/2023            | Preñada                | INIA DALLY WARNER OLINDA     | 24/04/2018                     | PER 25665            |
| 1828             | 1                                  | 23/02/2024            | Preñada                | INIA DALLY WARNER OLINDA     | 24/04/2018                     | PER 25665            |
| 1837             | 2                                  | 21/08/2023            | Preñada                |                              | 22/08/2018                     |                      |
| 1842             | 2                                  | 13/02/2023            | Preñada                | INIA DALLY AJAX ESTEFANY     | 01/12/2018                     | PER 25767            |
| 1842             | 2                                  | 13/02/2023            | Preñada                | INIA DALLY AJAX ESTEFANY     | 01/12/2018                     | PER 25767            |
| 1858             | 2                                  | 23/03/2023            | Preñada                |                              | 19/04/2019                     |                      |
| 1861             | 1                                  | 11/02/2023            | Preñada                |                              | 01/06/2019                     |                      |
| 1861             | 1                                  | 21/03/2024            | Preñada                |                              | 01/06/2019                     |                      |
| 1874             | 2                                  | 12/04/2023            | Preñada                |                              | 02/05/2020                     |                      |
| 1876             | 1                                  | 11/07/2024            | Preñada                |                              | 07/06/2020                     |                      |
| 1885             | 2                                  | 06/06/2023            | Preñada                |                              | 11/11/2020                     |                      |
| 1891             | 1                                  | 15/12/2023            | Preñada                |                              | 26/02/2021                     |                      |
| 1892             | 1                                  | 24/08/2023            | Preñada                |                              | 4/04/2021                      |                      |
| 1893             | 1                                  | 08/09/2023            | Preñada                |                              | 10/04/2021                     |                      |
| 1896             | 1                                  | 20/06/2023            | Preñada                |                              | 28/07/2021                     |                      |
| PROMEDIO         | 1.43                               |                       |                        |                              |                                |                      |
| DESVET           | 0.6                                |                       |                        |                              |                                |                      |
| C.V              | 43.7                               |                       |                        |                              |                                |                      |



## ANEXO 9. Cultivares de alfalfa W350 en monocultivo y asociada con dactilis



Foto 1: Rebrote de alfalfa mes de setiembre Illpa



Foto 2: Rebrote de alfalfa-dactilis mes de setiembre INIA



Foto 3: Rebrote de alfalfa mes de octubre Illpa



Foto 4: Rebrote de alfalfa de mes de octubre INIA



Foto 5: Altura de planta de alfalfa



Foto 6: Altura de planta la alfalfa-dactilis



Foto 7: Crecimiento de alfalfa ciclo I noviembre -Illpa



Foto 8: Crecimiento de alfalfa-dactilis ciclo I noviembre-INIA





**Foto 9:** Floración plena alfalfa



**Foto 10:** Inicio de floración alfalfa-dactilis



**Foto 11:** Crecimiento de alfalfa



**Foto 12:** Crecimiento alfalfa-dactilis



**Foto 13:** Crecimiento de alfalfa



**Foto 14:** Corte alfalfa-dactilis



**Foto 15:** Crecimiento de alfalfa



**Foto 16:** Alfalfa-dactilis del mes de junio INIA



**Foto 17:** Heno de avena



**Foto 18:** Muestreo de heno de avena



## ANEXO 10. Vacas lecheras en pastoreo en alfalfa vs alfalfa-dactilis y heno



Foto 19: Pastoreo en alfalfa



Foto 20: Pastoreo en alfalfa-dactilis



Foto 21: Vacas consumiendo heno de avena en el Illpa



Foto 22: Vacas consumiendo heno de avena en el Inia

## ANEXO 11. Procesamiento de las muestras de alfalfa y alfalfa-dactilis



Foto 23: Pesado de la muestra de alfalfa con la bolsa



Foto 24: Pesado de la bolsa en la balanza



Foto 25: Pesado de la bolsa de papel



Foto 26: Escogiendo la alfalfa



**Foto 27:** Colocación de alfalfa a la bolsa de papel



**Foto 28:** Pesado de la muestra de alfalfa



**Foto 29:** La muestra estará a temperatura de 60 °C



**Foto 30:** Las muestras en la estufa estarán por 72 h.



**Foto 31:** Retirada de la estufa cumpliendo las 72 horas



**Foto 32:** Dictado el pesado de la muestra



**Foto 33:** Muestras de alfalfa para ser molidas



**Foto 34:** Muestra de alfalfa moliéndose



## ANEXO 12. Pesado de vacas del Centro Experimental ILLPA e Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)



Foto 35: Pesado de vacas Illpa



Foto 36: Pesado de vacas Inia

## ANEXO 13. Desempeño reproductivo INIA



Foto 37: Inseminación en vacas



Foto 38: Realizando la ecografía a las vacas



Foto 39: Terneros nacidos en el Inía



Foto 40: Dos mellizos nacidos



## ANEXO 14. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Thania Talia Cooya Benites,  
identificado con DNI 74470505 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
Medicina Veterinaria y Zootecnia

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
" Evaluación de la alfalfa dormante W350 en monocultivo VS  
asociado con daetilis en la Producción y Reproducción  
de Vacas Lecheras "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 04 de diciembre del 20 24

  
FIRMA (obligatoria)



Huella





## ANEXO 15. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Thania Taka Ccoya Benites  
identificado con DNI 74470505 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

Medicina Veterinaria y Zootecnia

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

"Evaluación de la alta dormante W350 en monocultivo  
VS asociado con doctilis en la producción y reproducción  
de vacas lecheras"

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 04 de diciembre del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella