



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Evaluación de características productivas de dos variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.), tratadas con dos soluciones nutritivas en sustrato de pomina

Tapia Palomeque, Karent Nicole

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria

Ing. Tigrero Salas, Juan Oswaldo

23 de febrero del 2023



INTRODUCCIÓN

Antecedentes



- Leguminosa perenne
- Alto rendimiento, valor nutricional, gran adaptabilidad
- Venta como materia verde y material de pastoreo
- Superficie cultivada de alfalfa es de 26.341 ha, como cultivo solo existen 24.863 ha., y como cultivo asociado existen 1.478 ha → Propiedades productivas
- El nitrógeno (N) y el fósforo (P), son los macronutrientes principales que restringen el crecimiento de la planta

Justificación

- Alta productividad, es necesario el uso de fertilizantes químicos
- Aplicación excesiva lleva a la contaminación del suelo formando depósitos de nitrógeno
- La fertilización química a nivel mundial: 119.5 t/N, 45.9 t/P, 34 t/K → 300 kg/ha (N-P-K) a la siembra y 1500 kg/ha a los 30 o 35 días después de la siembra



OBJETIVOS

General

Evaluar las propiedades productivas de dos variedades de alfalfa CUF 101 y Abunda Verde, tratadas con dos soluciones nutritivas en un sistema semi hidropónico de sustrato de pomina; durante dos tiempos de corte para la determinación del tratamiento más eficiente para este cultivo.

Específicos

1. Estimar el rendimiento de materia verde de dos variedades de alfalfa CUF 101 y Abunda Verde, tratadas con dos soluciones nutritivas en el sistema semi hidropónico de sustrato de pomina, durante dos tiempos de corte.
2. Identificar el porcentaje y rendimiento de materia seca de las dos variedades de alfalfa CUF 101 y Abunda Verde, tratadas con dos soluciones nutritivas en el sistema semi hidropónico de sustrato de pomina, durante dos tiempos de corte.
3. Determinar el porcentaje y curvas de degradabilidad *in-situ* en una vaca fistulada, a partir de las dos variedades de alfalfa CUF 101 y Abunda Verde en el trascurso de 24 horas, tratadas con dos soluciones nutritivas en el sistema semi hidropónico de sustrato de pomina.

HIPOTESIS

Hipótesis nula

Las características productivas de materia verde, seca y digestibilidad de las variedades de alfalfa no varían su rendimiento según el tratamiento al que fueron expuestas.

Hipótesis de investigación

Las características productivas de materia verde, seca y digestibilidad de las variedades de alfalfa varían su rendimiento según el tratamiento al que fueron expuestas.

METODOLOGÍA

Duración del Ensayo 196 días

- 42 Días: limpieza del espacio, preparación de parcelas e instalación del sistema de riego
- 154 Días: Análisis de datos (104 DDS y 137 DDS)

❖ Ubicación Geográfica

Altitud de 2712 m.s.n.m.

❖ Ubicación Ecológica

Bosque Montano, humedad relativa de 69% y precipitación de 1200 mm/año

❖ Ubicación del Ensayo

❖ **Materia Verde y Seca**

Laboratorios de suelo y química

❖ **Digestibilidad**

Área de ganadería

Facultad De Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador



Parámetros Ambientales

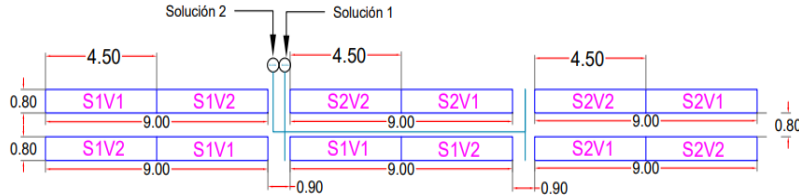
Termómetro e higrómetro (Elitech BT-3) y un medidor de luz (HS 1010A).

Parámetro	Valor
Temperatura Máxima (°C)	33,7
Temperatura Mínima (°C)	10,98
Temperatura Promedio (°C)	22,35
Humedad (%)	50
Luminosidad Promedio (lumen/m2)	30556

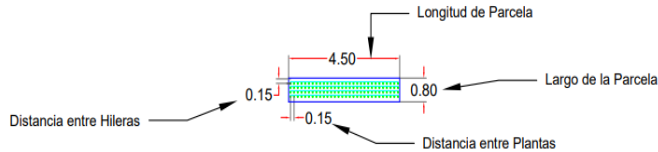


Instalación del Ensayo

Distribución de los Tratamientos



Distribución de la Parcela



Formulación de Soluciones Nutritivas

	Solución Nutritiva 1 g/m ³	%		Solución Nutritiva 2 g/m ³	%
Ca	53,25	19,45	<	120	36,12
Mg	8,18	2,99	<	24	7,22
K	48,47	17,71	>	35,75	10,76
NH₄/NO₃	67,5	24,66	<	108,8	32,75
PO₄	6,98	2,55	>	6,98	2,10
SO₄	21,5	7,86	<	31,67	9,53
Fe	61,58	22,50	>	5	1,51
Mn	6,25	2,28	>	0	0,00
Total	273,71			332,2	

Sustrato: Pomina

Sistema de Fertirriego

- $Q_{laterales} = 63 \text{ L/h}$
- $Q_{sistema} = 756 \text{ L/h}$

Tiempo de Riego

- Volumen del tanque: 152L
- Tiempo: 12,06 min

Densidad de Siembra

120 plantas

Determinación de Rendimiento de Materia Verde

$$x = \frac{W_{MV} * 1000m^2}{A_{ca}}$$

W_{MV} : peso de la materia verde recolectada con el cuadro de aforo (kg)

A_{ca} : área del cuadro de aforo usado para la medición (m^2)

x : valor de rendimiento de MV (kg/ha)

- **Cuadro de aforo:** área de 0,25 m^2
- **Subparcelas:** 3,6 m^2



Determinación de Rendimiento y porcentaje de Materia Seca

$$x = \frac{W_{MS} * 1000m^2}{A_{ca}}$$

W_{MS} : peso de materia seca después de ingresar a la estufa (kg)

A_{ca} : área del cuadro de aforo usado para la medición (m^2)

x : valor de rendimiento de MV (kg/ha)

$$\%MS = \frac{W_i}{W_f} * 100$$

W_i : peso de la materia verde antes de ingresar a la estufa (gr)

W_f : peso de materia seca después de ingresar a la estufa (gr)

$\%MS$: valor del porcentaje de materia seca

Estufa: 65°C durante 24 horas



METODOLOGÍA

Determinación de Porcentaje de Digestibilidad *in-situ*

1. **Alfalfa:** Seca y molida
2. **Fundas:** poliéster 0,10 x 0,20 m con poro de 40 a 46 μ ; colocar código
3. **Estufa:** 65°C durante 2 horas; **Desecador:** Evitar humedad
4. **Balanza analítica:** Peso bolsas y 5 gramos de alfalfa
5. **Traslado:** Fundas de cierre hermético
6. **Bolsas para prueba *in-situ*:** 20 bolsas tipo malla; 3 fundas de poliéster, análisis en 0, 3, 6, 12 y 24 horas (4 bolsas cada una)
7. **Manejo dentro de la vaca fistulada:** empujar los tratamientos previamente ubicados en una soga, dentro de la vaca fistulada
8. **Extracción de tratamientos:** Colocar en agua fría y lavar las muestras
9. **Secado:** estufa a 65°C durante 12 horas; **Pesaje:** Desecador y balanza analítica

$$ISDMD (\%) = \frac{W_i - W_f}{W_i} * 100$$

W_i : peso de la materia seca molida (gr)

W_f : peso de materia seca después de ser extraída de la vaca fistulada (gr)

ISDMD (%): siglas en ingles de “*in-situ* dry matter digestibility”

1



5



6



2



3



7



4



8



9



Diseño experimental

- Diseño experimental factorial 2^3

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + V_j + C_k + SV_{ij} + SC_{ik} + VC_{jk} + SVC_{ijk} + \theta_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} : Variable de respuesta, rendimiento de MS, MV y Digestibilidad

μ : Media General

S_i : Efecto de la i-ésima solución nutritiva

V_j : Efecto de la j-ésima variedad de alfalfa

C_k : Efecto del k-ésimo intervalo de corte

SV_{ij} : Interacción de la solución nutritiva y la variedad de alfalfa

SC_{ik} : Interacción de la solución nutritiva con el intervalo de corte

VC_{jk} : Interacción de la variedad de alfalfa con el intervalo de corte

SVC_{ijk} : Interacción de la solución nutritiva, variedad e intervalo de corte

θ_{ijkl} : Error del k-ésimo intervalo de corte

Variables de entrada

Variedades, soluciones y tiempo de corte

Variables de salida

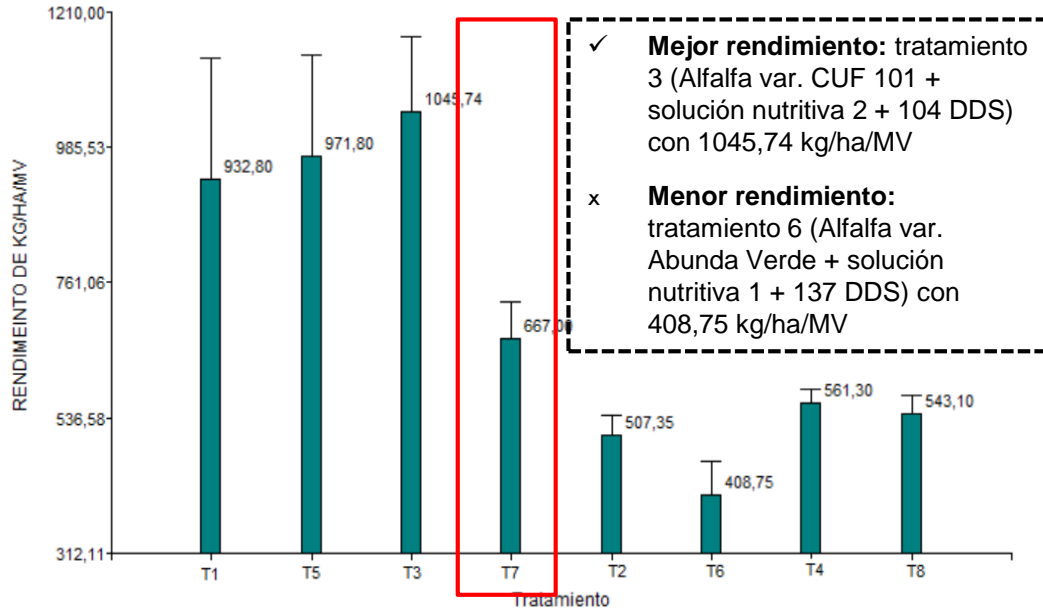
Cantidad de materia verde, contenido de materia seca y digestibilidad



Descripción	Tratamiento
Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 1 + 104 DDS	Tratamiento 1
Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 1 + 137 DDS	Tratamiento 2
Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 2 + 104 DDS	Tratamiento 3
Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 2 + 137 DDS	Tratamiento 4
Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 1 + 104 DDS	Tratamiento 5
Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 1 + 137 DDS	Tratamiento 6
Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 2 + 104 DDS	Tratamiento 7
Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 2 + 137 DDS	Tratamiento 8

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de Materia Verde en kg/ha



(Mendoza et al., 2010) el rendimiento aumento cuando se presentó un intervalo entre corte de 7 semanas en condiciones similares al de este ensayo.

(Rojas et al., 2017), agotamiento de nutrientes por aumento de hojas hay traslocación de carbohidratos, provocando una tasa lenta de rebrote.

Rojas et al., 2017, segundo tiempo de corte (30 días) menos tallos rebrotados.

Con respecto al peso en el segundo 0,27 gramos segundo corte, primer corte 31 gramos

Según (Rojas et al., 2017) muestra que la variedad CUF 101 en promedio tiene una producción de 9000 kg/ha mientras que Abunda Verde según (Grijalva et al., 1995) mantiene promedios de producción de 8000 kg/ha (primeros cortes). Rendimientos mayor en CUF 101 y Abunda Verde; mejora en 20% y 23%

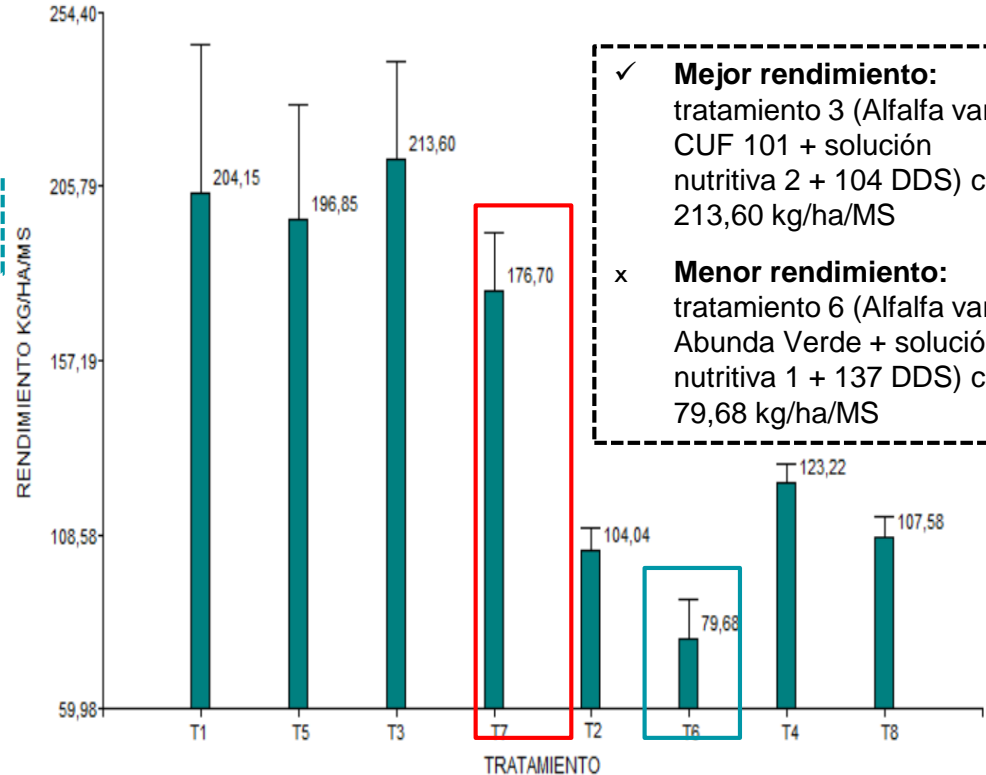
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de Materia Seca en kg/ha

(Grijalva et al., 1995) Abunda Verde 3200 kg/ha/MS;
CUF 101 3300 kg/ha/MS

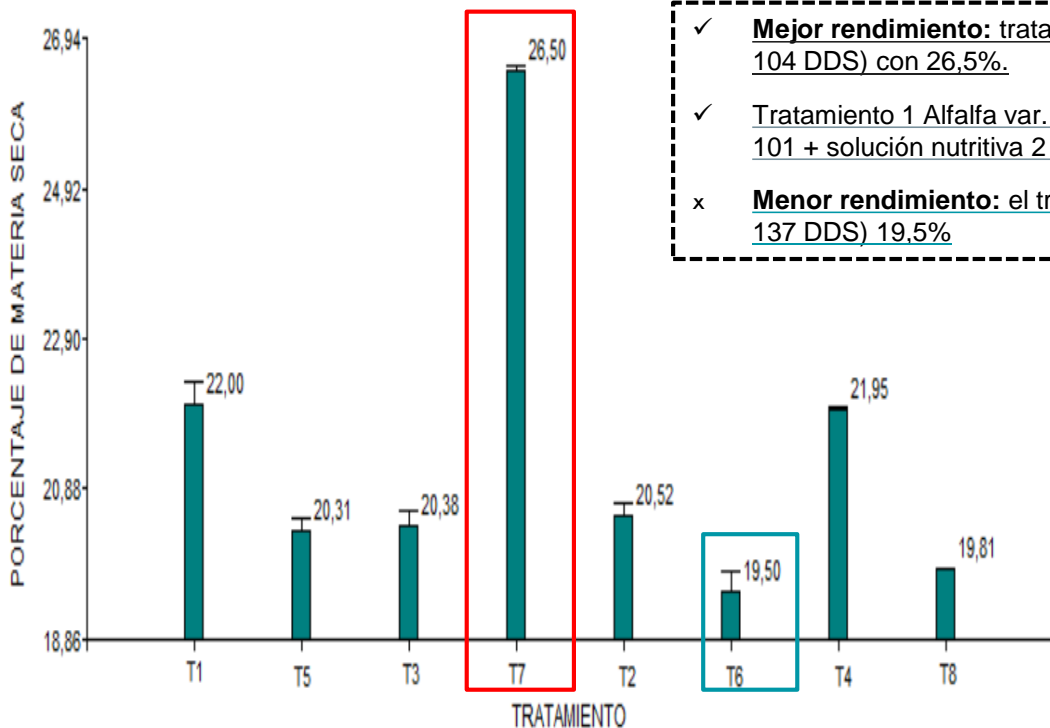
Menciona Romero & Cuatrín, (2009) en su ensayo la distancia de siembra no presenta diferencias significativas en los primeros tiempos de corte

T3 con la variedad CUF 101 mantuvo valores de 2130,43 kg/ha, a diferencia del tratamiento con valores más bajos que estuvo a razón de 826,086 kg/ha con la variedad Abunda Verde.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Materia Seca



- ✓ **Mejor rendimiento:** tratamiento 7 (Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 2 + 104 DDS) con 26,5%.
- ✓ Tratamiento 1 Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 1 + 104 DDS; Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 2 + 104 DDS
- x **Menor rendimiento:** el tratamiento 6 (Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 1 + 137 DDS) 19,5%

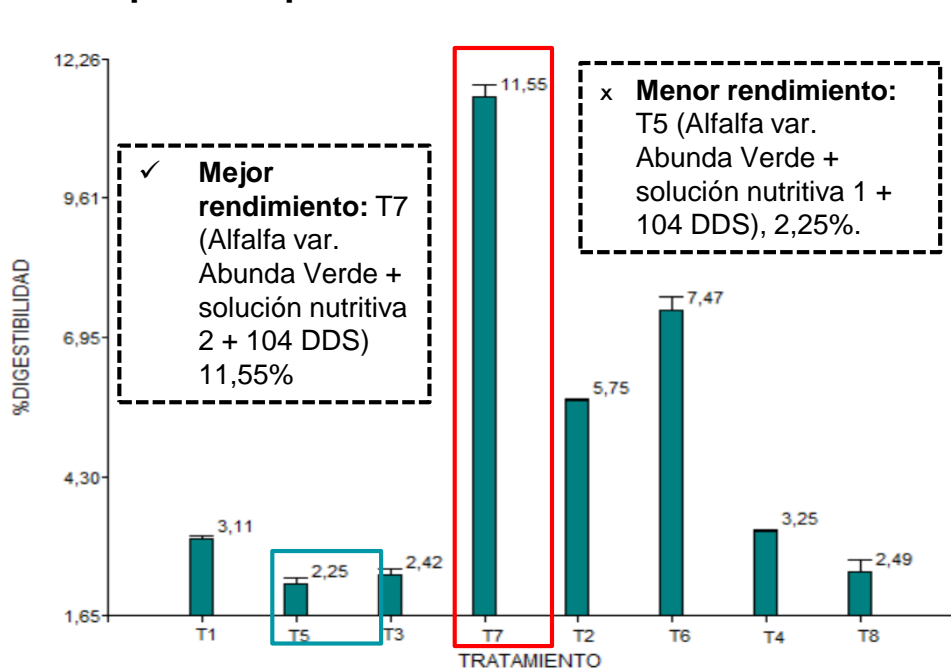
(Grijalva et al., 1995) menciona que para la variedad Abunda Verde el porcentaje de materia seca es del 27,97% mientras que para la variedad CUF 101 (SINAGAP, 2002) menciona un porcentaje de 25%

Moreno (2007) contribuir a la fijación del nitrógeno y para potencializar la disponibilidad de otros elementos y forma los pectatos de Ca; la solución dos tiene el 16,67% más de calcio que la solución uno

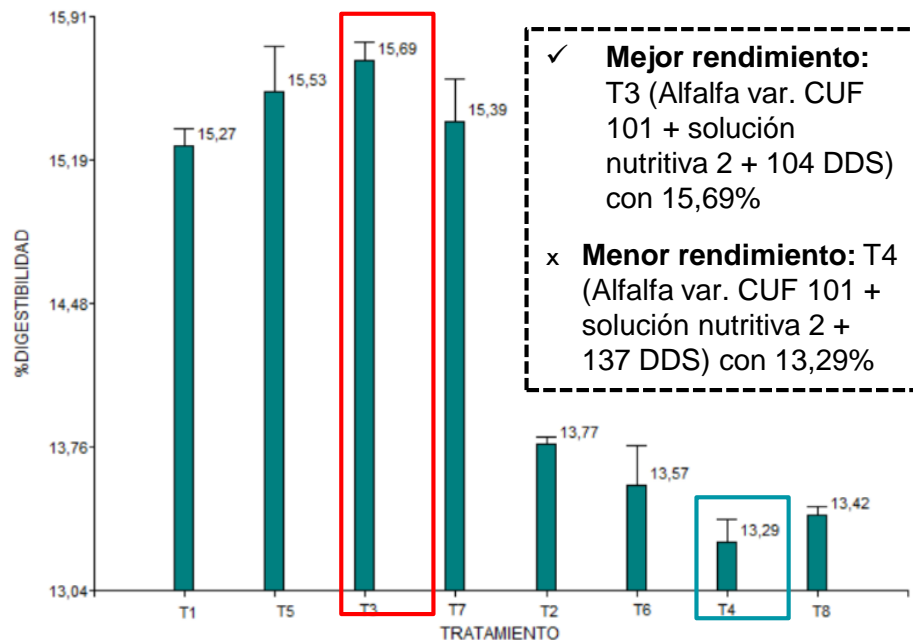
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Digestibilidad *in-situ*

Tiempo de Exposición 0 Horas

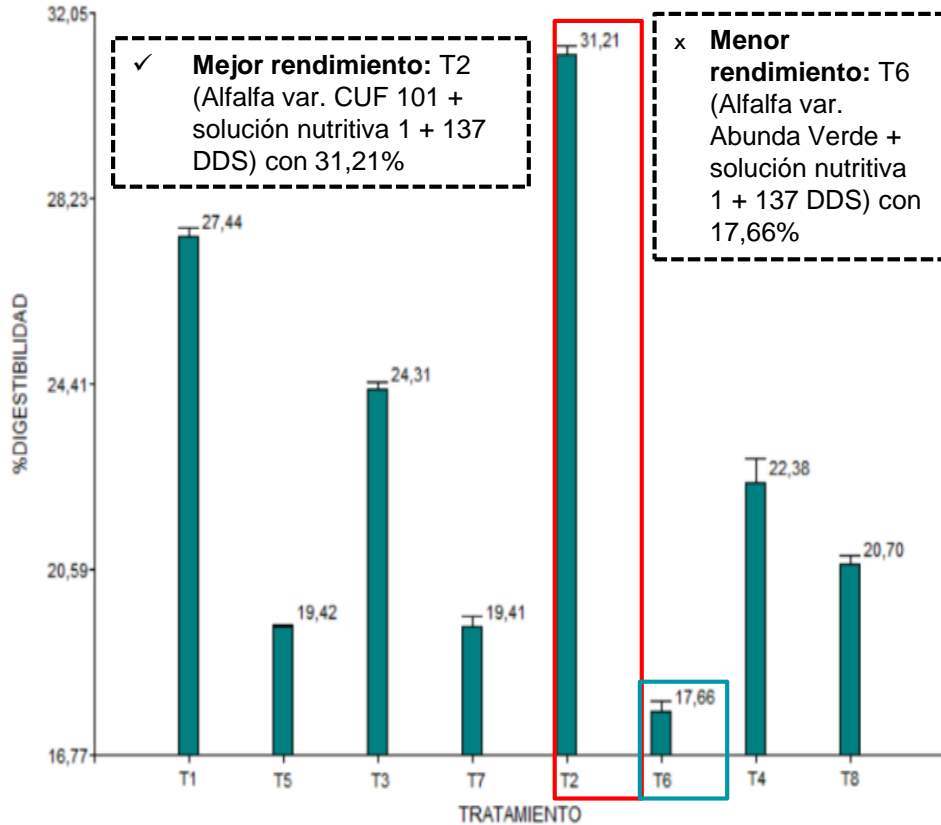


Tiempo de Exposición 3 Horas

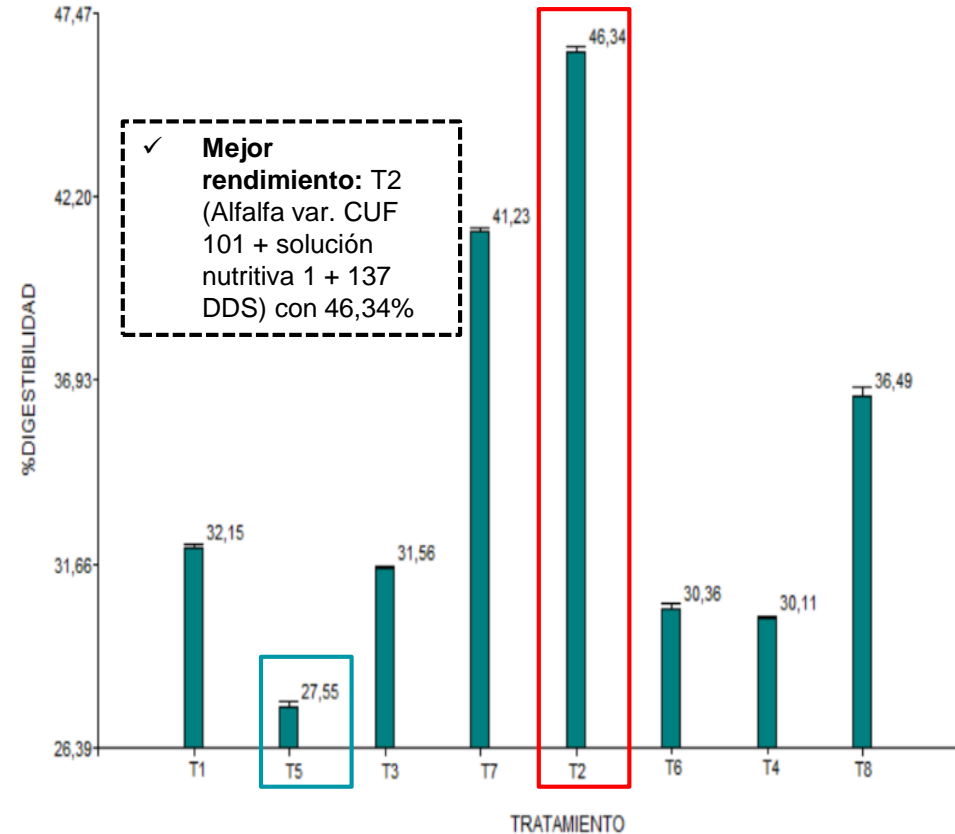


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tiempo de Exposición 6 Horas



Tiempo de Exposición 12 Horas



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

✓ **Mejor rendimiento:** T6 (Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 1 + 137 DDS), 62,17%

x **Menor rendimiento:** T4 (Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 2 + 137 DDS), 49,35%.

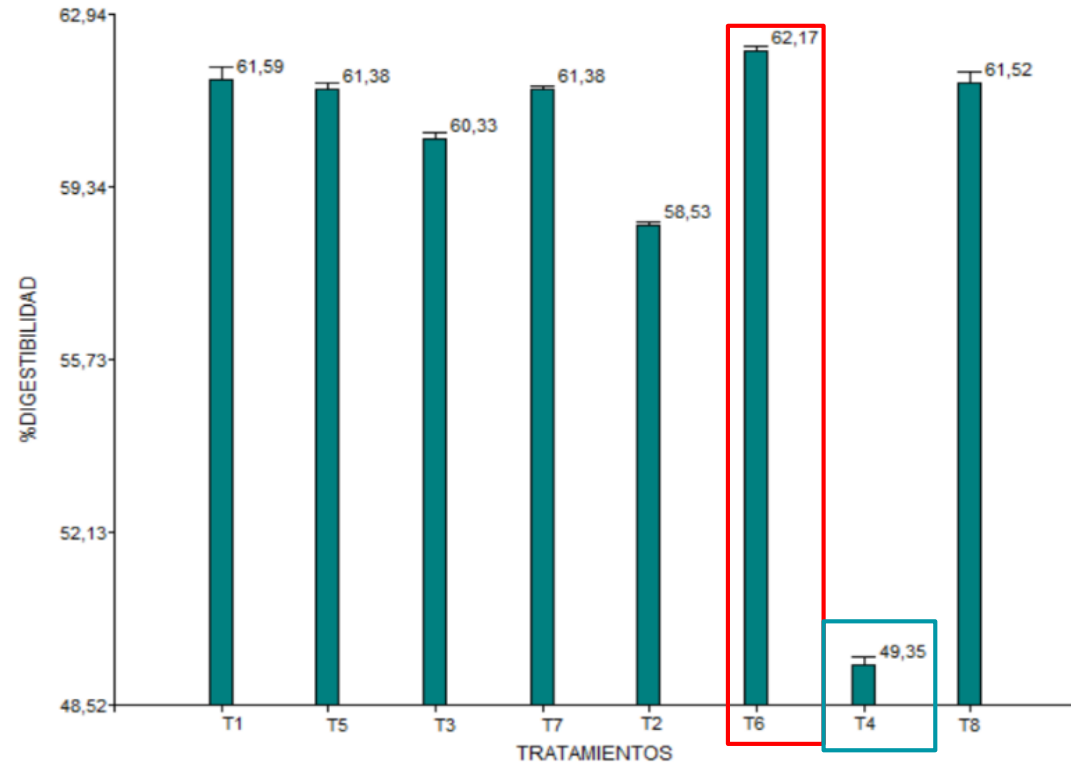
(Avci & Yucel, 2010) tiene un porcentaje de digestibilidad del 70%

(Vera et al., 2021) identifica que la degradación in-vitro máxima de esta especie se da posterior a las 30 horas de exposición obteniendo valores de digestión del 80%

(Givens et al., 2000) digestibilidad esta afectada por factores físicos (volumen y fibra)

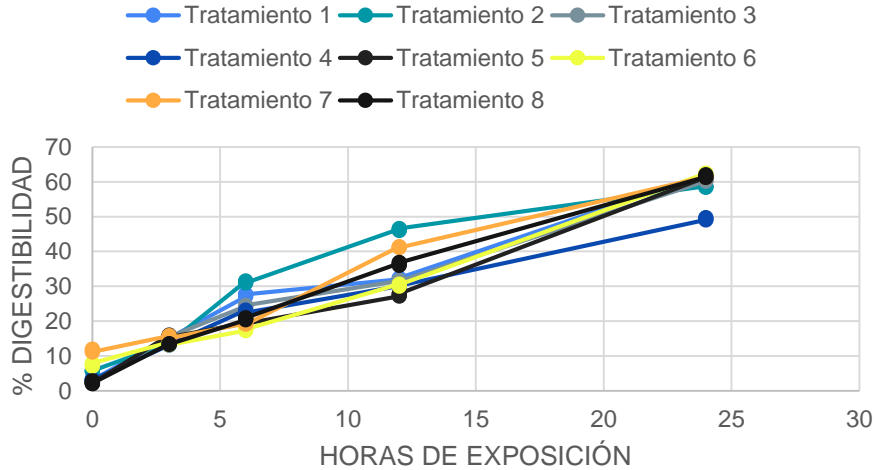
Tratamientos que se evaluaron con la solución 1 (menos contenido de Ca) durante los 137 DDS (menos %MS).

Tiempo de Exposición 24 Horas

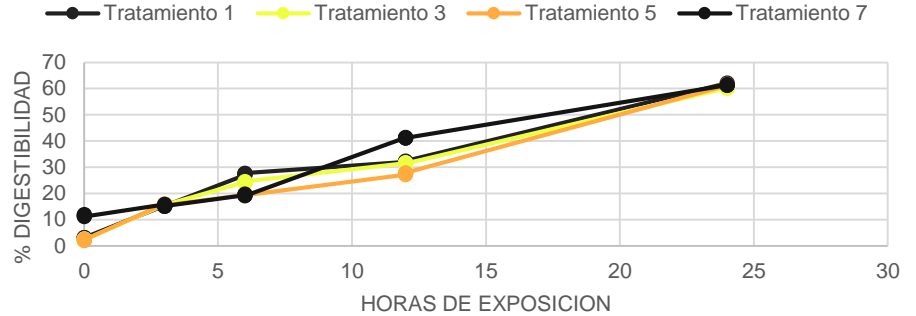


Curvas de Digestibilidad in-situ

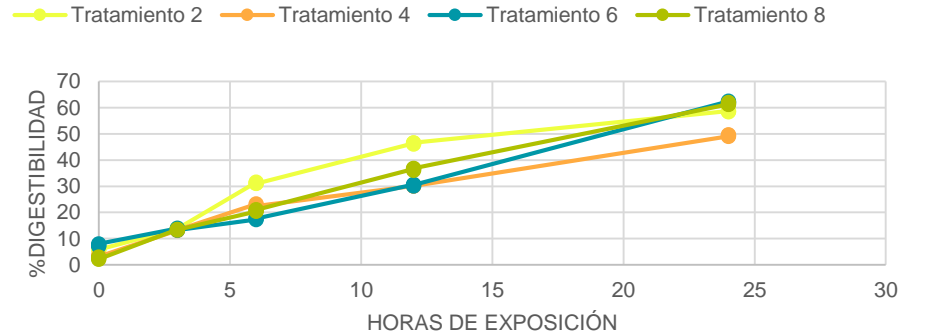
Curvas de porcentaje de digestibilidad de los tratamientos a diferentes horas de exposición



Curvas de porcentaje de digestibilidad de los tratamientos evaluados a los 104 DDS

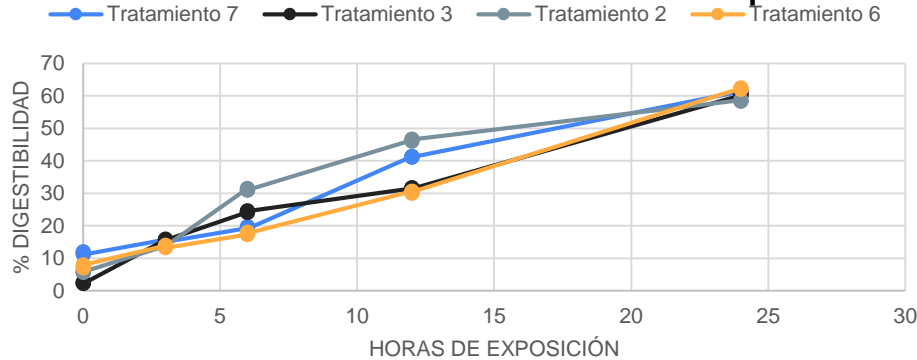


Curvas de porcentaje de digestibilidad de los tratamientos evaluados a los 137 DDS

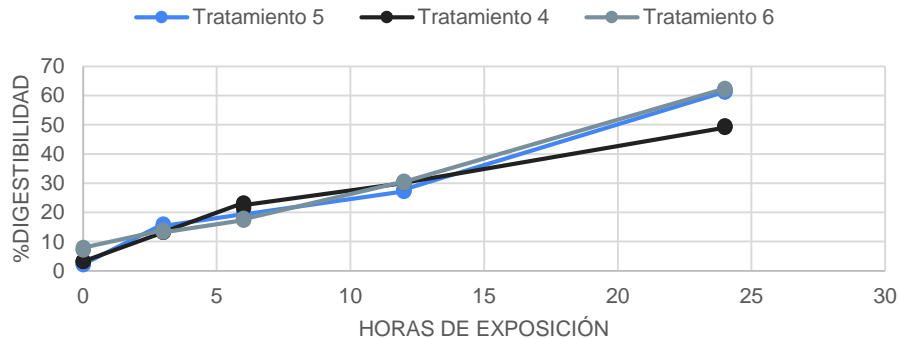


RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curva de porcentajes de digestibilidad más altos según los tratamientos determinados a diferentes horas de exposición



Curva de porcentajes de digestibilidad más bajos según los tratamientos determinados a diferentes horas de exposición



Balbuena (2020), curvas de desaparición en pruebas de digestibilidad in-situ; tres fases

- **Fracción soluble:** Constante hasta que haya un factor externo.
- **Fracción Potencialmente soluble:** Variable con el tiempo.
- **Fracción de Estabilización:** Detiene el proceso y permanece constante.

x Tratamiento 2 (Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 1 + 137 DDS) → 6 y 12 horas de exposición → 24 horas se empieza a estabilizar (58,53%)

✓ T6 (Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 1 + 137 DDS) → Curva con tendencia ascendente → 62,17%

x T4 (Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 2 + 137 DDS) → estabilidad 24 horas → 49,35%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La producción de materia verde dentro de los tratamientos de la alfalfa semi hidropónica mostró diferencias numéricas entre tratamientos revelando que el mejor rendimiento se encuentra con el tratamiento 3 que tuvo una producción de 1045 kg/ha/MV, mientras que el tratamiento con menor rendimiento fue el T6 con 496,75 kg/ha/MV.
- En la evaluación de rendimiento de materia seca se tomaron en cuenta dos características, la primera fue el porcentaje de materia seca donde el mejor tratamiento fue el T7 que presentó 26,5% de materia seca, al contrario de T6 que presentando el 19,5% de materia seca; con respecto a la otra característica evaluada que fue el rendimiento por hectárea el tratamiento predominante fue el T3 con un rendimiento de 213,60 kg/ha/MS, mientras que el rendimiento más bajo se vio en el tratamiento T6 obteniendo valores de 79,68 kg/ha/MS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El análisis de la digestibilidad in-situ de las variedades evaluadas en el sistema semi hidropónico, se dividieron por horas de exposición obteniendo los porcentajes de tratamiento más altos y más bajos, en los tiempos de exposición de 3, 6 y 12 horas los tratamientos que predominó con mejores porcentajes fueron los que tenían la variedad CUF 101, siendo para las 3 horas T3 con 15,09% mientras que para 6 y 12 horas fue T2 con 31,21% y 46,34% respectivamente; los porcentajes más bajos de digestibilidad para 3 horas de exposición fue en T4 con 13,29%, mientras que para 6 y 12 horas de exposición los tratamientos más deficientes fueron los que tenían a la variedad Abunda Verde, en este caso T6 y T5 con 31,21% y 46,34% respectivamente; para el último tiempo de evaluación 24 horas de exposición se identificó como mejor tratamiento al T6 con una degradabilidad de 62,17% mientras que el porcentaje más bajo se vio reflejado con el T4 con 49,35%.
- Las curvas de digestibilidad muestran que el T6 (Alfalfa var. Abunda Verde + solución nutritiva 1 + 137 DDS) muestra mejor tendencia a tener mejores porcentajes de digestibilidad en horas posteriores a la evaluada ya que esta muestra un porcentaje de 62,17% a las 24 horas de exposición y su curva tiene tendencia creciente, mientras que el T4 (Alfalfa var. CUF 101 + solución nutritiva 2 + 137 DDS) aparenta detener su proceso de digestibilidad a las 24 horas con 49,35% lo que significaría ser el límite de digestión para mencionado tratamiento.

Recomendaciones

- Continuar con el análisis de materia seca y verde durante más periodos de corte para identificar mejor el rendimiento según el tiempo de corte.
- Considerando que a las 24 horas de exposición de los tratamientos no se observó la digestión completa, se recomienda evaluar esta característica durante al menos 48 horas para mejorar la apreciación de las curvas y obtener porcentajes de digestibilidad final más apegados a la realidad.

gracias



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA