



EL TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE FORRAJE PROTEICO EN ESTABLOS LECHEROS CON DÉFICIT DE ALFALFA

Palabras clave: fibra, nitrógeno, sustentabilidad.

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. El cultivo de triticale (*X triticosecale* L.) durante el período invernal, cosechado en estado de embuche y henificado tiene alto valor nutricional con 20.5% de proteína cruda y 50.1% de fibra detergente neutro, de la que hasta un 70% es potencialmente digestible y puede substituir al heno de alfalfa (*Medicago sativa* spp.) como fuente de forraje proteico hasta un 17.0% de la materia seca (MS) en la ración de vacas lecheras.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD ATENDIDO. La producción de alfalfa en establos lecheros del Norte-Centro de México está limitada por la escasez de agua y porque además durante el período invernal su producción declina significativamente debido a la dormancia del cultivo. En consecuencia, los establos lecheros con alta dependencia de alfalfa importan de otras entidades hasta el 80% del total de MS de alfalfa que se integra en las raciones de vacas lecheras y así completar sus necesidades. El triticale es un cultivo alternativo con mayor eficiencia en el uso de agua comparado con la alfalfa (2.5 vs. 1.2 kg de MS/m³, respectivamente) y con alto contenido nutrimental; por lo que puede producirse y cosecharse en estado de embuche durante la época invernal y substituir total o parcialmente el heno de alfalfa (Figura 1). Por lo tanto, el triticale puede contribuir a cubrir el déficit y mejorar la autosuficiencia forrajera de establos lecheros ubicados en zonas áridas y semiáridas de México.

3. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS PRODUCTORES AL UTILIZAR LA TECNOLOGÍA. La adopción consistió en reemplazar el 100% del total de heno de alfalfa (8.5 % de la base seca de la dieta) con heno de triticale cosechado en etapa de embuche. El reemplazo fue temporal en los meses de enero a abril, cuando se encarece la alfalfa debido a la dormancia invernal. La producción de leche no se redujo durante el período de reemplazo de heno de alfalfa con heno de triticale que promedió en 38.4 kg /vaca /día similar al que se tenía previo al reemplazo. En cambio, el costo de la dieta disminuyó \$3.54 /vaca, dado el menor costo del heno de triticale

comparado al de alfalfa (\$3.80 vs. 5.38 /kg, respectivamente). Bajo esas condiciones, el ahorro por vaca fue de \$3.99 a favor de reemplazar el heno de alfalfa con heno de triticale (Cuadro 1).

4. APOYOS RECIBIDOS POR LOS PRODUCTORES PARA PROMOVER SU ADOPCIÓN. Los productores de leche de bovino que adoptaron el uso de heno de triticale no recibieron ningún apoyo y/o subsidio que influyera en su decisión. Hubo apoyo técnico de parte del investigador para la cosecha y conservación del heno de triticale.

5. SOPORTE DOCUMENTAL DE LA ADOPCIÓN. Se cuenta con una carta-constancia de adopción de la organización de productores legalmente constituido; quienes se ubican en Lagos de Moreno, Jalisco, perteneciente al DDR 02.

6. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. Para continuar con la adopción a escalas regionales se puede vincular con las asociaciones ganaderas, así como las dependencias de desarrollo rural estatal y municipal.

7. APLICACIÓN POTENCIAL A PROGRAMAS DE DESARROLLO. La tecnología puede formar parte de las estrategias de incentivar los forrajes alternativos de los programas del Bienestar del gobierno federal. También puede fomentarse como opción de forraje de ciclo corto invernal. Por su producción estacional, el reemplazo de heno de alfalfa con heno de triticale debe considerarse como temporal en los meses que la alfalfa alcanza los precios más altos.

Mayor información

Dr. Omar Iván Santana (INIFAP-CEPAB)
Dr. Juan Isidro Sánchez Duarte (INIFAP-CELALA)
Campo Experimental Pabellón
Carr. Aguascalientes-Zacatecas Km. 32.5
Pabellón de Arteaga, Ags. CP 20600
Tel: (55) 3871 8700 ext 82527
Correo-e: santana.omar@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP.



Figura 1. Proceso de adopción: A) Acompañamiento técnico para la cosecha en etapa de embuche, B) Cosecha del triticale con cortadora y henificación en campo, C) Almacenamiento del heno de triticale ya picado, D) Inclusión del heno de triticale en reemplazo total de heno de alfalfa al 8.5% de la base seca en dietas de vacas lecheras.

Cuadro 1. Análisis económico del reemplazo total de heno de alfalfa con heno de triticale al 8.5% de la base seca en dietas de vacas lecheras en producción.

Parámetro	Heno de alfalfa	Heno de triticale
Costo total de la ración alimenticia	\$ 202.0	\$ 198.0
Costo del heno (2.1 kg de alfalfa o triticale)	\$ 11.5	\$ 8.0
Producción de leche promedio, L /vaca /día	38.4	38.4
Ingreso por venta de leche ¹	\$ 385.5	\$ 385.5
Ingreso sobre el costo de alimentación	\$ 183.6	\$ 187.5
Diferencia, \$ /vaca /día		+ \$3.9

¹Precio pagado en la región de Aguascalientes-Altos de Jalisco en Enero-Junio de 2023.

EL TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE FORRAJE PROTEICO EN ESTABLOS LECHEROS CON DÉFICIT DE ALFALFA

Palabras clave: fibra, nitrógeno, sustentabilidad.

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. El cultivo de triticale (*X triticosecale* L.) durante el período invernal, cosechado en estado de embuche y henificado tiene alto valor nutricional 20.5% de proteína cruda (PC) y 50.1% de fibra detergente neutro (FDN) de la que hasta un 70% es potencialmente digestible y puede substituir al heno de alfalfa (*Medicago sativa* spp.) como fuente de forraje proteico hasta en un 17.0% de la materia seca (MS) en la ración de vacas lecheras.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. La producción de alfalfa en establos lecheros del norte y centro de México está limitada por la escasez de agua y porque además durante el período invernal su producción declina significativamente debido a la dormancia del cultivo. En consecuencia, los establos lecheros con alta dependencia de alfalfa importan de otras entidades hasta el 80% del total de MS de alfalfa que se integra en las raciones de vacas lecheras y así completar sus necesidades. El triticale es un cultivo alternativo con mayor eficiencia en el uso de agua comparado a la alfalfa (2.5 vs. 1.2 kg de MS/m³, respectivamente) y con alto contenido nutrimental; por lo que puede producirse y cosecharse en estado de embuche durante la época invernal y substituir total o parcialmente el heno de alfalfa (Figura 1). Por lo tanto, el triticale puede contribuir a cubrir el déficit y mejorar la autosuficiencia forrajera de establos lecheros ubicados en zonas áridas y semiáridas de México.

3. MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA. La transferencia se realizó en un establo que pertenece a un grupo de productores de leche a través del modelo de productor experimentador.

4. SOPORTE TÉCNICO DE LA TRANSFERENCIA. Se tiene un informe técnico de la transferencia donde se reportan datos de producción de leche (establo) y de rendimiento de forraje (campo).

5. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA TRANSFERENCIA. La tecnología se transfirió en un establo lechero de 1,250 vacas Holstein en producción; en la localidad del El Tequesquillo, San Juan de los Lagos, Jalisco. El representante es el MVZ. Andrés de Anda Padilla. Se reemplazó 0.8 kg de heno de alfalfa

con igual cantidad de heno de triticale (3.8% base seca de la ración). No se observaron diferencias en producción de leche y ésta promedió en 37.4 kg/vaca al día en los meses de febrero a julio de 2022. La inclusión de heno de alfalfa con heno de triticale redujo en \$2.04 pesos/vaca al día el costo de alimentación, ya que el costo de 0.8 kg de heno de alfalfa (comprado) y de heno de triticale (producido) fue de \$4.62 a \$2.58, respectivamente (Cuadro 1). No se alteró el contenido de proteína en leche (3.3%), aun cuando el reemplazo de heno de alfalfa con heno de triticale incrementó de 12.0 a 14.2 mg/dL la concentración de N ureico en leche. Cosechar el triticale en embuche permitió liberar el terreno 52 días antes que al cosechar en lechosomas cosechando similar cantidad de PC, por lo que la eficiencia de uso de agua por kg de PC fue de 0.26 vs. 0.17 kg/m³ al cosechar en embuche vs. lechosomas, respectivamente.

6. AGENTES DE CAMBIO ATENDIDOS. Se atendió a un asesor privado, el M.C. Carlos Alberto Jiménez González, ubicado en Aguascalientes, Ags; a quien se acompañó durante la transferencia en el establo de febrero a abril de 2022.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. La tecnología deriva de un estudio publicado en el Journal of Dairy Science titulado: *Replacing alfalfa hay with triticale hay has minimal effects on lactation performance and nitrogen utilization of dairy cows in a semi-arid region of Mexico*. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16223>

8. VINCULACIÓN ACTUAL Y REQUERIDA. La tecnología se puede vincular con asociaciones ganaderas locales, organizaciones de productores y empresas que producen semilla de triticale.

Mayor información

Dr. Omar Iván Santana (INIFAP-CEPAB)
Dr. Juan Isidro Sánchez Duarte (INIFAP-CELALA)
Campo Experimental Pabellón
Carr. Aguascalientes-Zacatecas Km. 32.5
Pabellón de Arteaga, Ags. CP 20600
Tel: (55) 3871 8700 ext 82527
Correo-e: santana.omar@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP y PROAN S.A. de C.V.
www.inifap.gob.mx



Figura 1: Izquierda, cultivo de alfalfa durante la dormancia en el ciclo de otoño-invierno; a la derecha, el cultivo de triticale (var. Triana) cosechado en embuche a mitad del invierno en el predio donde la tecnología se transfirió (San Juan de los Lagos, Jalisco).

Ventajas económicas de la tecnología transferida

Cuadro 1. Impacto del reemplazo de heno de alfalfa con heno de triticale en la dieta de vacas lecheras (Febrero – Julio 2022) en un establo lechero ubicado en el municipio de San Juan de los Lagos, Jalisco.

	Forraje	
	Heno triticale ¹ (producido)	Heno alfalfa (comprado)
Costo kg de MS, \$	\$2.86	\$5.19
Contenido de PC, %	18.5	20.1
Costo kg de PC, \$	\$15.5	\$25.8
	Dieta	
	3.8% Heno de triticale (18.5% de PC)	3.8% Heno de alfalfa (20.1% de PC)
Producción de leche ² , kg/d	37.4	37.4
Costo de la inclusión de forraje ³ , \$	\$2.85	\$5.19

¹Producción doméstica a un costo de \$16,100 pesos/ha y con un rendimiento de 6.1 t/ha de heno de triticale.

²Producción de leche promedio registrada de febrero a julio de 2022 en cuatro naves de 180 vacas c/u (dos naves con cada forraje)

³Inclusión de 0.8 kg (3.8% de base seca de la ración) de forraje de heno de triticale o heno de alfalfa

EL TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE FORRAJE PROTEICO EN ESTABLOS LECHEROS CON DÉFICIT DE ALFALFA

Palabras clave: fibra, nitrógeno, sustentabilidad

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. El cultivo de triticale (*X tritico-secale* L.) durante el período invernal, cosechado en estado de embuche y henificado tiene alto valor nutricional 20.5% de proteína cruda (PC) y 50.1% de fibra detergente neutro (FDN) de la que hasta un 70% es potencialmente digestible y puede substituir al heno de alfalfa (*Medicago sativa* spp.) como fuente de forraje proteico hasta en un 17.0% de la materia seca (MS) en la ración de vacas lecheras.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A RESOLVER. La producción de alfalfa en establos lecheros del norte y centro de México está limitada por la escasez de agua y porque además durante el período invernal su producción declina significativamente debido a la dormancia del cultivo. En consecuencia, los establos lecheros con alta dependencia de alfalfa importan de otras entidades hasta el 80% del total de MS de alfalfa que se integra en las raciones de vacas lecheras y así completar sus necesidades. El triticale es un cultivo alternativo con mayor eficiencia en el uso de agua comparado a la alfalfa (2.5 vs. 1.2 kg de MS/m³, respectivamente) y con alto contenido nutrimental; por lo que puede producirse y cosecharse en estado de embuche durante la época invernal y substituir total o parcialmente el heno de alfalfa. Por lo tanto, el triticale puede contribuir a cubrir el déficit y mejorar la autosuficiencia forrajera de establos lecheros ubicados en zonas áridas y semiáridas de México.

3. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA VALIDACIÓN. El reemplazo de heno de alfalfa con 50% de heno de triticale (6.7% de la MS de la dieta) tuvo mínimo impacto en la producción de leche (37.1 vs. 36.9 kg/d, respectivamente). El costo por kg de PC del heno de triticale fue de \$10.90 vs. \$22.22 del heno de alfalfa. El reemplazo de PC de heno de alfalfa con heno de triticale tuvo un ahorro de \$2.62 por vaca/día.

4. RECOMENDACIÓN PARA SU USO. Se recomienda sembrar el triticale que se cosechará en estado de embuche en una superficie máxima de capacidad de trabajo de un día; ya que se tienen la limitación de que el contenido de PC declina hasta 3 unidades porcentuales en un lapso de 2 días.

5. INFORMACIÓN DE LA VALIDACIÓN. La tecnología se validó en el establo "San Felipe" ubicado en San

Juan de los Lagos, Jalisco; el encargado del establo es el MVZ. Daniel Ruíz Tel: 395-115-0670, perteneciente al cooperativo PROAN S.A. de C.V. Se cosecharon 6.0 ha de triticale variedad Bicentenario y el heno se utilizó por tres semanas en la alimentación de vacas lecheras entre los 90 y 150 días en leche

6. SOPORTE TÉCNICO DE LA VALIDACIÓN. Informe técnico y datos de producción. Se dio una capacitación virtual a 128 técnicos del programa de lechería del Bienestar de SADER.

7. ÁMBITO DE APLICACIÓN. La tecnología puede ser aplicada en la región norte y centro de México, en donde el triticale es factible de establecerse en el ciclo invernal.

8. USUARIOS POTENCIALES. Se identifica a productores que cumplan con las siguientes tres condiciones: a) déficit temporal o dependencia total de alfalfa, b) limitado recurso hídrico en el ciclo de invierno, c) desfase en el ciclo de producción invernal y que requieren liberar la tierra en menos de 90 días.

9. COSTO ESTIMADO. El costo de producir triticale, cosechar y henificar oscila entre \$11,290 y \$15,000 /ha; con lo que el kg de MS es \$1.85 a \$2.49 comparado a los \$4.00 /kg de MS del heno de alfalfa.

10. SOPORTE DOCUMENTAL. La tecnología se soporta en un artículo científico publicado en el Journal of Dairy Science: Replacing alfalfa hay with triticale hay has minimal effects on lactation performance and nitrogen utilization of dairy cows in a semi-arid region of Mexico (<https://doi.org/10.3168/jds.2018-16223>)

11. PROPIEDAD INTELECTUAL. No aplica.

Mayor información:

Dr. Omar Iván Santana (INIFAP-CEPAB)
Dr. Juan Isidro Sánchez Duarte (INIFAP-CELALA)
Campo Experimental Pabellón
Carr. Aguascalientes-Zacatecas Km. 32.5
Pabellón de Arteaga, Ags. CP 20600
Tel: (55) 3871 8700 ext 82527
Correo-e: santana.omar@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP y PROAN S.A. de C.V.
www.inifap.gob.mx

Tecnología validada en 2021 y reportada en Diciembre

Ventajas comparativas de los datos de validación

Cuadro 1. Comparativo económico de utilizar heno de alfalfa vs. heno de triticale

	Forraje ¹	
	TH	AH
Costo kg de MS, \$	\$ 1.85	\$4.44
Contenido de PC, %	17.0	20.5
Costo kg de PC, \$	\$10.9	\$22.2
	Dieta ²	
	ATH	AAH
	(6.7% TH + 7.3% AH)	(14.0% AH)
Producción de leche, kg/d	36.9	37.1
Ingreso por venta de leche ³ , \$	\$287.82	\$289.38
Inclusión de proteína cruda ⁴ , kg	0.25 (TH) + 0.29 (AH)	0.57 (AH)
Costo de la inclusión de proteína cruda	\$9.52	\$13.7
Beneficio neto⁵, \$ por vaca/d		+2.62

¹Forraje: TH = heno de triticale, AH = heno de alfalfa

²Dieta: ATH = heno de triticale + heno de alfalfa, AAH = heno de alfalfa

³Ingreso a un precio pagado al establo de \$7.80 por L de leche (1 L = 1.03 kg)

⁴Inclusión de PC de TH o AH considerando un consumo de 22 kg de MS por vaca/d

⁵Beneficio calculado como la diferencia entre el costo de inclusión de la PC y la diferencia entre el ingreso por venta de leche (\$4.18 - \$1.56 = \$2.62 por vaca/d)



Dormancia la alfalfa durante el período invernal (imagen ilustrativa)



Producción de forraje de triticale durante el período invernal (Establo San Felipe)

EL TRITICALE COMO ALTERNATIVA DE FORRAJE PROTEICO EN ESTABLOS LECHEROS CON DEFICIT DE ALFALFA

fibra, nitrógeno, sustentabilidad

Sistema Producto: Bovinos Leche y Forrajes; Tema: Nutrición

1. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. El cultivo de triticale (*X tritico-secale* L.) durante el período invernal cosechado y henificado en estado de embuche tiene alto valor nutricional (20.5% de proteína cruda (PC) y 50.1% de fibra detergente neutro (FDN) de la cual hasta un 70% es potencialmente digestible) puede substituir al heno de alfalfa (*Medicago Sativa* spp.) como fuente de forraje proteico hasta en un 17.0% de la materia seca (MS) en la ración de vacas lecheras.

2. PROBLEMA, OPORTUNIDAD, NECESIDAD A ATENDER. La producción de alfalfa en establos lecheros del Norte y Centro de México está limitada primeramente por la escasez del recurso hídrico y porque durante el período invernal su producción declina significativamente debido a la dormancia del cultivo. En consecuencia, los establos lecheros con alta dependencia de alfalfa importan de otras entidades hasta el 80% del total que se integra en las raciones de vacas lecheras para completar sus necesidades. El triticale es un cultivo alternativo con mayor eficiencia en el uso del agua comparado a la alfalfa (2.5 vs. 1.2 kg de MS/m³, respectivamente) y con alto contenido nutrimental que puede establecerse, producirse y cosecharse en estado de embuche durante la época invernal y puede substituir total o parcialmente el heno de alfalfa. Por lo tanto, el triticale puede contribuir a cubrir el déficit y mejorar la autosuficiencia forrajera de establos lecheros ubicados en zonas áridas y semi-áridas de México.

3. BENEFICIOS ESPERADOS. La producción de heno de triticale en el período invernal permite obtener hasta 5.7, 1.2 y 2.0 t/ha de MS, PC y FDN digestible, respectivamente. En contraste, durante el mismo período la alfalfa produce, como máximo, 1.90, 0.42 y 0.45 t/ha de MS, PC y FDN digestible, respectivamente. El reemplazo del heno de alfalfa por heno de triticale en la alimentación de la vaca lechera tiene mínimo impacto del 3.5% en menor producción de leche (i.e. aproximadamente 0.08 kg de leche menos por cada 1.0% de reemplazo de

heno de alfalfa por heno de triticale). Sin embargo, lo anterior es subsanado por un incremento en la concentración de grasa en leche, por lo que resulta en similar producción de leche corregida en energía y mayor contenido de sólidos totales; además de una disminución del 4.5% en costo de alimentación que se refleja en una ganancia neta de \$2.50 por vaca/día.

4. ÁMBITO DE APLICACIÓN. La tecnología puede implementarse en vacas lecheras en producción de establos intensivos ubicados en la Región Lagunera, Valle de Aguascalientes y Altos de Jalisco y otras áreas del país en donde se tiene escasez de agua y limitada superficie para establecer cultivos perennes, así como una alta dependencia de heno de alfalfa comprado en otras zonas del país

5. USUARIOS POTENCIALES. Productores de leche de establos intensivos y semi-intensivos, consultores y asesores de nutrición que buscan una alternativa viable para substituir la alfalfa como forraje proteico y con fibra digestible.

6. COSTO ESTIMADO. El uso de la tecnología no involucra inversión en activos o costos asociados con su implementación. El costo del cultivo de triticale incluyendo cosecha, empaclado y el picado previo a la incorporación en la ración alimenticia es de \$11,190.00 por hectárea. El costo del kg de PC del triticale cosechado en estado de embuche es de \$9.66 vs \$17.30 del heno de alfalfa.

7. SOPORTE DOCUMENTAL. La tecnología esta soportada por un artículo científico publicado en el Journal of Dairy Science [JDS 102(9):8546-8558] con DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16223>. Los datos de eficiencia del uso del agua de los cultivos y condiciones de alimentación se encuentran documentados en la tesis doctoral: *Impact of sources and level of forages in intensive dairy systems: whole-famr nutrient balance,*

lactation performance and feeding behavior. 2018.
PhD Thesis, Dairy Science Dept., UW-Madison.

8. PROPIEDAD INTELECTUAL. No aplica.

Mayor información:

Dr. Omar Iván Santana (INIFAP-CEPAB)
 Dr. Juan Isidro Sánchez Duarte (INIFAP-CELALA)

Campo Experimental Pabellón
 Carr. Aguascalientes-Zacatecas Km. 32.5
 Pabellón de Arteaga, Ags. CP 20600
 Tel: (55) 3871 8700 ext 82527
 Correo-e: santana.omar@inifap.gob.mx

Fuente financiera: INIFAP y PROAN S.A. de C.V.
www.inifap.gob.mx



Tecnología testigo que ilustra la dormancia del cultivo de alfalfa durante la época invernal con rendimientos de 1.9 t/ha de MS de heno de alfalfa obtenidos durante 70 días de crecimiento.



Tecnología generada que muestra la cosecha del triticale en época invernal y cosechado en estado de embuche con rendimientos de 5.7 t/ha de MS obtenidos durante 67 días de cultivo.

Ventajas comparativas

Cuadro 1. Factibilidad financiera del reemplazo de heno de alfalfa con heno de triticale¹.

	Forraje		% Reemplazo de heno de alfalfa por heno de triticale		
	Alfalfa	Triticale	0%	7.4%	16.4%
Costo kg de MS	3.50	1.66	-	-	-
Costo kg de PC	17.30	9.66	-	-	-
Costo ración, \$ vaca/día	-	-	\$ 161.1	\$ 157.4	\$ 153.7
Producción de leche, kg/día	-	-	37.6	36.9	36.3
Ingreso venta leche ² , \$ vaca/día	-	-	\$ 246.7	\$ 246.1	\$ 238.1
Mérito por composición en ST ³ , \$	-	-	\$ 0.0	\$ 3.69	\$ 3.63
ISCA ⁴ , \$ vaca/día	-	-	\$ 85.5	\$ 88.3	\$ 88.0

¹Costos de ingredientes, raciones, precio pagado por kg de leche son actualizados a mayo de 2019. Los datos de desempeño productivo provienen del experimento llevado a cabo de marzo a abril de 2016 en condiciones de producción comercial que se reportan en el soporte documental.

²Ingreso de venta de leche = producción de leche (kg/d) x precio pagado al productor (\$6.56 por kg)

³Mérito por composición de sólidos totales (ST) equivalente a \$0.10/kg por cada décima por arriba del 12.0% de acuerdo a la industria láctea local.

⁴Ingreso sobre costo de alimentación (ISCA) = [(ingreso venta de leche + mérito por contenido de ST) – costo de la ración (\$ vaca/d)].