

Efecto de la inclusión del alga *Macrocystis pyrifera* (huiro) en la dieta de vacas lecheras a pastoreo sobre indicadores de estrés oxidativo

Daniel Cartes^{1*}, Joaquín Beltrán¹, Ignacio Beltrán², Daniela Luna³

1- Fac. de Cs. Veterinarias y Pecuarias, Departamento Ciencias Clínicas, Universidad de Chile. nncartes@uchile.cl

2- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue-Chile

3- Fac. de Cs. Veterinarias, Departamento Producción Animal, Universidad de Chile

RESUMEN

El estrés oxidativo es un desequilibrio entre la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO) y la capacidad del organismo para desintoxicar estas ERO. En las vacas lecheras, mayor estrés oxidativo (EO) se ha relacionado con estrés calórico y trastornos metabólicos durante el periodo de transición. Las algas marinas, contienen variados compuestos bioactivos con capacidad para mitigar el EO. El objetivo fue determinar el efecto de incluir diferentes dosis *Macrocystis pyrifera* (MP) en la dieta de vacas lecheras a pastoreo sobre indicadores de EO. El experimento fue realizado en la estación experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue, Chile, durante primavera-verano 2022. El experimento incluyó 36 vacas Holstein-Friesian en lactancia y clínicamente sanas. La alimentación fue basada en Ballica perenne más suplementación en la sala de ordeña con concentrado comercial y diferentes inclusiones de MP (0%, 3% y 6%). Muestras de sangre mediante venopunción coxígea fueron tomadas los días 18 (M1), 45 (M2) y 61 (M3) del experimento para analizar el nivel especies reactivas de oxígeno (ERO), respuesta antioxidante total (RAT) e índice de estatus oxidativo (IEO: ERO/RAT). Los resultados indican que la inclusión de un 6% de MP generó un menor IEO al comparar con el grupo con 0% de inclusión, tanto en M2 (60,8 versus 21,6; $P < 0,05$) como en M3 (94,2 versus 62,8; $P < 0,05$), lo que podría ser importante en la reducción de EO en momentos críticos del ciclo productivo.

SUMMARY

Oxidative stress is an imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the body's ability to detoxify these ROS. In dairy cows, increased oxidative stress (OS) has been related to heat stress and metabolic disorders during the transition period.

Seaweeds contain various bioactive compounds with the capacity to mitigate OS. The objective was to determine the effect of including different doses of *Macrocystis pyrifera* (MP) in the diet of grazing dairy cows on indicators of OS. The experiment was carried out at the experimental station of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Remehue, Chile, during spring-summer 2022. The experiment included 36 lactating and clinically healthy Holstein-Friesian cows. The diet was based on perennial ryegrass with supplementation in the milking parlor with commercial concentrate and different inclusions of *M. pyrifera* (MP) (0%, 3% and 6%). Blood samples by coccygeal venipuncture were taken on days 18, 45 and 61 of the experiment to analyze the level of reactive oxygen species (ROS), total antioxidant response (TAR) and oxidative status index (OSi: ERO/RAT). The results indicate that the inclusion of 6% MP generated lower OSi values when compared with the group with 0% inclusion, both in M2 (60.8 versus 21.6; $p < 0.05$) and M3 (94.2 versus 62.8; $p < 0.05$), which could be important in reducing EO at critical moments of the production cycle.

INTRODUCCIÓN

El estrés oxidativo se produce por un desequilibrio entre la producción de ERO y la capacidad del organismo para desintoxicar o reparar el daño resultante (Sordillo y Mavangira, 2014). En las vacas lecheras, el EO puede ser asociado al estrés calórico, balance energético negativo, dieta deficiente en antioxidantes, enfermedades crónicas como cojeras e incluso la alta producción de leche (Sordillo y Raphael, 2013). Las ERO en las vacas lecheras puede tener varios efectos negativos en su salud y productividad. Por ejemplo, pueden dañar las membranas celulares, el ADN y las proteínas, lo que provoca disfunción celular y muerte (Sordillo y Mavangira, 2014). Variados estudios han mostrado el potencial efecto de las algas marinas en la dieta del ganado sobre el estrés

oxidativo. Por ejemplo, Ellamie et al. (2020), demostraron que la incorporación del alga parda *Sargassum latifolium* mantuvo los niveles de estrés oxidativo de ovinos expuestos a estrés calórico, frente a sus pares sin alga. Asimismo, Maheswari et al. (2020), usando una mezcla de algas rojas (*Kappaphycus alvarezii* y *Gracilaria salicornia*) y una parda (*Turbinaria conoides*) evaluaron el rendimiento productivo de Búfalos Murrah y su actividad antioxidante total, mostrando mayor nivel productivo y actividad antioxidante. Pese a estos prometedores resultados, los efectos del alga parda MP o huiro, que es un alga muy común en las costas del pacífico, no han sido explorados en vacas lecheras. Por este motivo el presente estudio tiene como por objetivo determinar el efecto de la inclusión de diferentes dosis de MP, sobre indicadores de estrés oxidativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), centro regional Remehue (40° 31' S; 73° 03' O; Osorno, Chile), durante los meses de noviembre y diciembre del año 2022. Los procedimientos experimentales utilizados en este estudio fueron aprobados por el Comité de Bienestar y Ética Animal de INIA. Este estudio se incluyeron 36 vacas Holstein Friesian, clínicamente sanas, con similar producción de leche (26,1 ± 0,39 kg), peso vivo (464 ± 5,23 kg), días en lactancia (60 ± 2,57 días) y condición corporal (3,07 ± 0,21). Posteriormente, las vacas fueron asignadas de forma aleatoria a tres grupos (n=12), donde

Tabla 1. Concentraciones media (±ES) de indicadores de estrés oxidativo en diferentes porcentajes de incorporación de *M.pyrifera* en la dieta de vacas lecheras a pastoreo.

Variable	Muestreo	Nivel de incorporación		
		0%	3%	6%
ERO (MDA, nmol/ml)	M1	6,2 ± 0,7	5,6 ± 0,5	7,2 ± 0,8
	M2	7,9 ± 1,3	7,5 ± 1,3	4,2 ± 0,6
	M3 ^a	12,8 ± 2,1	15,4 ± 2,1	20,7 ± 2,8
RAT (mmolTrolox/L)	M1	0,37 ± 0,1	0,45 ± 0,1	0,53 ± 0,1
	M2	0,42 ± 0,1	0,30 ± 0,1	0,42 ± 0,1
	M3	0,37 ± 0,1	0,48 ± 0,1	0,51 ± 0,1
IEO (Unidades arbitrarias)	M1	24,4 ± 4,5	25,0 ± 7,1	26,5 ± 8,5
	M2	60,8 ± 15,1	33,9 ± 9,5	21,6 ± 7,5 ^c
	M3 ^b	94,2 ± 24,5	79,0 ± 21,5	62,8 ± 19,4 ^c

^a Efecto muestreo sobre las concentraciones de ERO, P<0,001.

^b Efecto muestreo sobre las concentraciones de IEO, P<0,001.

^c Valores significativos a la interacción de dosis x muestreo en IEO, P<0,05.

fueron suplementadas en la sala de ordeña con concentrado comercial y con distintos porcentajes de inclusión de MP (0%, 3% y 6% en base a materia seca) durante 60 días. Todas las vacas fueron mantenidas sobre una pradera permanente dominada por *Ballica perenne* (*L. perenne*) y fueron ordeñadas dos veces al día (6:30 y 15:30 horas). Las muestras de sangre de las vacas se obtuvieron por venopunción coccígea en los días 18 (muestreo; M1), 45 (muestreo 2; M2) y 61 (muestreo 3, M3) desde el inicio de la inclusión de MP. Las muestras de sangre se recolectaron después de la ordeña de la mañana utilizando tubos de 9ml (Vacutainer, Becton Dickinson) con heparina de litio. Posteriormente, las muestras se centrifugaron y el plasma se congeló a -20 °C para su posterior análisis en el Laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile. En el laboratorio se determinó la concentración plasmática de malondialdehído (MDA) como un indicador de la producción de ERO. Además, se evaluó la respuesta antioxidante total (RAT) usando la capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TE/L). Finalmente, se calculó el índice de estatus oxidativo (IEO: ERO/AOP) como indicador del balance oxidativo. El análisis se realizó usando R (versión 4.2.3; <https://www.r-project.org>) usando un modelo de efectos mixtos, donde se incluyó el tratamiento, el período de muestreo y la interacción entre ambos como efecto fijo, y el animal como efecto aleatorio. La significancia fue considerada con un P<0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la incorporación de diferentes dosis de MP se muestran en la Tabla 1. El porcentaje de inclusión no tuvo un efecto significativo sobre la concentración de ERO, ni tampoco se observó una interacción significativa con algún punto de muestreo. Sin embargo, mayores concentraciones de ERO se observaron en el M3 en los tres grupos (P<0.001). Esto fue relacionado a un mayor Índice de Temperatura-Humedad (ITH) (70 a 73) alcanzado en los dos días previos al muestreo M3, mientras que en los días previos a M1 y M2 el ITH no superó los 68. Por otro lado, no se observaron diferencias en las concentraciones de RAT entre las diferentes dosis de MP, periodos de muestreo o en su interacción. En el caso IEO, se observaron mayores valores de estatus oxidativo en M3. Además, se observó una interacción entre la dosis y el muestreo (P<0,05), donde la incorporación de un 6% de MP redujo este índice en comparación al grupo con 0% de MP, tanto en el M2 y M3. Estos resultados muestran que la incorporación de un 6% de MP en la

dieta puede ser beneficioso en la mantención del balance entre ERO y RAT.

CONCLUSIONES

La suplementación con el alga parda *M. pyrifera* a una dosis de un 3% y un 6%, no generó diferencias significativas en la producción de ERO, ni en la respuesta antioxidante de vacas en lactancia. Sin embargo, la inclusión de un 6% de MP tiene el potencial de mejorar balance oxidativo de vacas en lactancia, lo que podría ser beneficioso frente períodos críticos como el periodo de transición o condiciones de estrés calórico.

BIBLIOGRAFIA

ELLAMIE, A.M, FOU DA W.A, IBRAHIM, W.M, RAMADAN, G. 2020. Dietary supplementation of brown seaweed (*Sargassum latifolium*) alleviates the environmental heat stress- induced toxicity in male Barki sheep (*Ovis aries*). J Thermal Biol. 89:102561.

MAHESWARI, M., DAS, A., DATTA, M., & TYAGI, A. K. 2021. Supplementation of tropical seaweed-based formulations improves antioxidant status, immunity and milk production in lactating murrah buffaloes. Journal of Applied Phycology., 33(4), 2629–2643. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02473-5>

SORDILLO, L.M., RAPHAEL, W. 2013. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice 29, 267–278.

SORDILLO, L. M. y MAVANGIRA. V. 2014. The nexus between nutrient metabolism, oxidative stress and inflammation in transition cows. Anim. Prod. Sci. 54:1204–1214.