

Melaza de remolacha fermentada, resultante de la obtención de ácido cítrico, en alimentación de Broilers¹

Néstor González D.² y Leonardo Lister N.²

INTRODUCCION

La melaza es un alimento rico en carbohidratos, que se obtiene como subproducto de la extracción de azúcar a partir de remolacha azucarera o caña de azúcar. Este alimento se emplea como tal o bien mezclado con coqueta de remolacha para la alimentación animal. Algunas industrias la emplean para la producción de alcohol y otras para la obtención de productos químicos de uso industrial. Así por ejemplo, por fermentación con hongos tales como *Aspergillus niger*, *A. wentii* y otros, se transforma gran parte del azúcar, contenida en la melaza, en ácido cítrico, quedando un residuo soluble que puede condensarse por evaporación al vacío.

Este residuo contiene menor proporción de carbohidratos que la melaza a partir de la cual procede, alrededor de 13% de proteínas, siendo además rico en vitaminas, sobre todo

¹Los autores agradecen a la Industria Química Sintex de Viña del Mar, a los señores Hernán Castellano, Rita Krauskopf y Rabindranath Loyola, su aporte y colaboración al presente estudio.

Recepción manuscrito: 22 de enero de 1970.

²Médicos Veterinarios, Departamento Producción Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile, Casilla 5539, Santiago, Chile.

del complejo B y minerales. Su contenido de agua es de más o menos 50%.

Este producto que corresponde a la fracción soluble de la melaza condensada, resultante de la fermentación cítrica, se denominará en el presente estudio melaza fermentada (MF). Lo obtiene en la actualidad la Industria Química Sintex de Viña del Mar, usando como sustrato la melaza de remolacha azucarera y alcanzando una producción anual de 800 toneladas que aumentará en el futuro. Su destino actual es el mar en donde se elimina como residuo. Sin embargo, atendiendo a la composición química del producto y a la información que existe en la literatura, la MF podría usarse en alimentación animal con algunas limitaciones.

En Chile, los alimentos concentrados para uso animal son escasos en cantidad y variedad, lo que frecuentemente dificulta la formulación de raciones al escasear uno de ellos en el mercado. Por ello, la incorporación de nuevos alimentos, contribuye a resolver en parte este problema.

Estas razones motivaron el presente estudio, el cual pretende investigar el valor nutritivo de la MF en alimentación aviaría. Para ello se

realizaron tres experimentos. En uno, la MF se empleó como fuente de energía reemplazando al afrechillo de trigo y en los otros dos se empleó como fuente de proteína, reemplazando parte de la proteína de la harina de pescado y parte de la proteína del afrecho de maravilla, en raciones para broilers de engorda.

REVISION DE LITERATURA

Es necesario reseñar brevemente el proceso de fabricación del ácido cítrico a objeto de conocer la obtención de la MF.

Para la obtención del ácido cítrico se parte de una fuente de carbohidratos que puede ser melaza de remolacha, de caña, papas, harina de trigo, agar, malta, cebada, etc., Figueroa (7).

El producto que se usó en este estudio parte de la melaza de remolacha, la cual se fermenta con hongos del género *Aspergillus*. Las mejores cepas son algunas de *A. niger*, según Johnson 1954¹. La temperatura óptima de fermentación es entre 20 y 30°C. Se pueden usar dos procedimientos para la fermentación: cultivo en superficie y cultivo en profundidad, Johnson 1954¹ y Kaufmann y Emeis 1967². El empleado en la obtención de la MF motivo de este estudio, es el cultivo en superficie.

En éste, la melaza de remolacha se diluye con agua hasta un contenido de 30-40% de azúcar y se esteriliza, llevándose a estanques de gran superficie, en que la melaza alcanza aproximadamente 10 cm. de profundidad. Aquí se adicionan hongos del género *Aspergillus*; para ello se inoculan esporas con pistolas a presión y se introduce aire estéril. La fermentación dura 8-11 días aproximadamente. Una vez terminada, se prensa y extrae el micelio del hongo. Al líquido resultante se adiciona calcio, precipitándose el ácido cítrico. Una vez separado éste, el líquido que queda contiene un 5-8% de materia seca. Posteriormente es concentrado por evaporación al vacío a 45-60°C, logrando consistencia de jarabe con alrededor de 50% de materia seca que corresponde a la MF empleada en este ensayo³.

La información bibliográfica referente al empleo de la MF como alimento, es escasa a diferencia de aquella relacionada con el empleo de melaza propiamente tal.

Broughton *et al* citado por D'Ercole *et al* (4), encuentran que la melaza fermentada para producir alcohol, no era capaz de permitir un crecimiento normal de pollos al emplearla como principal fuente proteica de la ración, y que la cantidad de vitamina B₁ del producto era alta.

Groschke y Bird⁴ emplearon melaza de caña fermentada para obtener butanol, en raciones para aves, encontrando que este producto podría emplearse en proporciones del 2 a 4% de la ración por su alto contenido en riboflavina y ácido pantoténico.

Bird y Mattingly (3), emplean solubles de fermentación etílica y butílica de la melaza, como suplemento de raciones para aves, por su aporte de riboflavina. Encontraron que 1,25% de estos productos en la ración total, era adecuado.

Morrison (10) refiriéndose en general a los subproductos de fermentación de melazas, señala que pueden usarse principalmente en raciones para aves, como suplementos de riboflavina y otras vitaminas del complejo B y ciertas vitaminas o factores no identificados.

Kaufmann *et al* expresan que los extractos de la fermentación para la obtención de ácido cítrico, son utilizables como alimento y entregan la composición de estos productos, con especial énfasis a su aporte vitamínico B.

Respecto a la melaza de remolacha propiamente tal, Hervías *et al* (8) se refieren a ella señalando sus propiedades y limitaciones, en alimentación aviaria.

MATERIAL Y METODO

DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LA MF

La MF se obtuvo de la Industria Química Sintex de Viña del Mar. Este producto se sometió a análisis químico proximal según los métodos de A. O. A. C. (1) y a determinación de su composición mineral: Ca, Mg, K, Fe, Na, Mn y Zn por espectrofotometría de absorción atómica, en un Perkin Elmer modelo 303, de acuerdo a la metodología de Castellano y Krauskopf⁵; fósforo por el método colorimétrico del azul de molibdeno; cloruros por el método argentimétrico, y sulfatos por el mé-

¹ Citado por Underkofler e Hickey (13).

² Citado por Becker y Nehring (2).

³ Aguirre Alejandro, Químico Farmacéutico, Industria Química Sintex. Viña del Mar. Comunicación personal.

⁴ Citados por E wing 1963 (6).

⁵ Aún no publicado. Laboratorio de Nutrición y Alimentación. Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria. Universidad de Chile.

todo gravimétrico con cloruro de bario. Estas 3 últimas determinaciones según los métodos de la A. O. A. C. (1).

La composición vitamínica y de aminoácidos se determinó en la Landwirtschaftliche Untersuchungs und Forschungsanstalt de Kiel, Alemania.

El Cuadro 1 ofrece los resultados de composición química proximal de minerales, vitaminas y aminoácidos de la MF.

Se aprecia un alto contenido de agua en el producto, que le confiere consistencia semilíquida. La proteína alcanza 22,79% en base a materia seca, lo que la hace un producto con aporte proteico mediano. Prácticamente no contiene fibra cruda. El aporte de hidratos de carbo-

Cuadro 1.- Composición química proximal, mineral, de algunas vitaminas y aminoácidos de la MF.

ANALISIS PROXIMAL	MF AL ESTADO NATURAL	BASE MATERIA SECA
Materia seca %	57,52	100,00
Cenizas %	16,04	27,88
Proteína total (N × 6,25) %	13,11	22,79
Fibra cruda %	0,17	0,29
Extractos etéreos %	0,74	1,28
Extractos no nitrogenados %	27,46	47,76
<i>Minerales</i>		
Calcio %	0,66	1,15
Fósforo %	0,13	0,23
Magnesio %	0,14	0,24
Potasio %	3,59	6,24
Fierro %	0,89	1,55
Sodio %	1,19	2,07
Cloruros %	0,43	0,75
Sulfatos %	0,59	1,02
Cobre ppm	5,95	10,34
Manganeso ppm	38,00	66,06
Zinc ppm	30,50	53,02
<i>Vitaminas</i>		
Tiamina mg/Kg	2,59	4,50
Riboflavina mg/Kg	3,90	6,78
Piridoxina mg/Kg	7,92	13,77
Acido fólico mg/Kg	0,37	0,64
Biotina mg/Kg	2,95	5,13
<i>Aminoácidos (en % de la proteína)</i>		
Leucina	1,55	
Isoleucina	1,72	
Lisina	1,73	
Metionina	0,23	
Fenilalanina	0,72	
Treonina	1,44	
Valina	2,94	
Triptofano	0,035	
Acido glutámico	20,45	

no solubles es de 47,76% en base a materia seca, lo que junto al 1,28% de grasa hace de la MF un producto que entrega bastante energía. El aporte de cenizas es alto, evidenciando un gran contenido mineral. Este se caracteriza por la alta concentración de potasio y sodio, que corresponde a la composición mineral de la melaza de remolacha a partir de la cual se obtuvo la MF. El aporte de los otros minerales es reducido, excepto Mn y Zn. Respecto a la composición vitamínica y de aminoácidos destaca el alto aporte de vitaminas del complejo B, especialmente tiamina, riboflavina, piridoxina y biotina. El laboratorio en que se realizó la determinación de vitaminas no entregó los valores de otras vitaminas del complejo B. Entre los aminoácidos destaca el alto aporte de valina y ácido glutámico y el bajo

Cuadro 2 - Reemplazo de afrechillo de trigo por MF en raciones para broilers.

INGREDIENTES	RACIONES		
	I	II	III
	TESTIGO	REEMPLAZO AFRECHILLO DE TRIGO POR MF	
Melaza fermentada %	—	5,00	10,00
Afrechillo de trigo %	20,00	15,00	10,00
Afrecho de maravilla %	12,00	12,00	12,20
Harina de pescado %	13,50	13,60	13,60
Alfalfa de heno %	1,50	1,40	1,40
Maíz Camelia %	47,14	46,84	46,24
Acidos grasos %	4,00	4,30	4,70
Conchuela %	1,50	1,50	1,50
Sal común %	0,20	0,20	0,20
Mezcla vitamínica % ¹	0,10	0,10	0,10
Mezcla mineral % ²	0,05	0,05	0,05
B.H.T. %	0,01	0,01	0,01
	100,0	100,0	100,00
Proteína total % ³	20,99	20,99	20,99
Energía metabolizable ⁴			
Kcal/Kg	2.851,20	2.850,80	2.848,70
Relación energía/ proteína	135,80	135,80	135,80

¹La mezcla vitamínica aportó por kilogramo de alimentos: Vitaminas A 11.375 U.S.P., Tiamina 2 mg, Riboflavina 6 mg., Piridoxina 2,5 mg., B₁₂ 8 mg., D₃ 1.200 I. C. U., E 12,5 mg., K₃ 2 mg., ácido nicotínico 50 mg., D pantotenato de calcio 15 mg., cloruro de colina 640 mg.

²La mezcla mineral aportó por kilogramo de alimento: cobalto 0,225 mg., cobre 2,5 mg., yodo 1,5 mg., fierro 20 mg., manganeso 60 mg., zinc 30 mg.

³Determinada mediante los métodos de A.O.A.C. 1965.

⁴Calculada en base al análisis químico proximal y a los coeficientes multiplicadores de Titus 1961.

contenido de metionina, fenil alanina y triptofano.

Dada la composición de la MF puede definirse como un alimento proteico, al aportar 22,79% de este nutriente sobre base seca. Sin embargo, al aplicar los coeficientes multiplicadores de Titus (12) se llega a un valor de energía metabolizable de 1.350 Kcal/kg (base 57,5% de materia seca) que la aproxima al valor de energía metabolizable del afrechillo de trigo: 1.625 Kcal/kg¹. Este último, alimento ampliamente usado en alimentación de aves.

Por ello, a la MF resulta interesante ensayarla como alimento energético y proteico. De acuerdo a ello se programaron los 3 experimentos que se presentan a continuación.

Experimento 1

En este experimento, se reemplazó el afrechillo de trigo de raciones para broilers por MF. La substitución se hizo en dos niveles 5 y 10%.

Las raciones empleadas se ofrecen en Cuadro 2.

Estas raciones se suministraron a un total de 132 pollos broilers de 1 a 66 días de edad no sexados. Durante los primeros 28 días estos broilers permanecieron en baterías eléctricas divididos en 12 grupos de 11 pollos cada uno. Se asignaron 4 de estos grupos a cada una de las 3 raciones, de modo que cada ración ensayada contó con 4 repeticiones de 11 pollos cada una. De los 29 a 66 días de edad se mantuvieron en corrales con piso de concreto y cama de viruta. A causa de la limitada disponibilidad de corrales fue necesario reducir a 2 el número de repeticiones por ración, juntando los pollos de 2 repeticiones en una.

¹Tablas de Composición de Alimentos para Aves. Depto. de Producción Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias y Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.

Se controló peso vivo por repetición a 1 y 14 días, y peso vivo individual a los 28 días y 66 días estableciendo el sexo a los 66 días, a objeto de ponderar los resultados. Se controló además, consumo promedio de alimento por repetición y mortalidad. A causa del alto contenido en sales de sodio y potasio de la MF que determinan efectos laxantes en la melaza corriente, Kondo y Ross (9), se determinó humedad de las fecas mientras permanecieron en baterías.

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza, Snedecor (11) y Prueba de rango múltiple, Duncan (5).

Resultado del experimento 1

El Cuadro 3 entrega los resultados de este experimento.

A un día de edad no se observaron diferencias significativas entre los pesos promedios de los pollos asignados a las raciones estudiadas.

A los 14 días, aparecen diferencias significativas al 5% entre testigos y 10% de MF determinadas por el mayor peso alcanzado por los broilers alimentados con esta última ración. Las raciones I testigo y II que contienen 5% de MF, no determinan pesos vivos que se diferencien significativamente entre sí.

A los 28 días de edad esta situación se mantiene, siendo el grado de significación del 0,01. A los 66 días, término del ensayo, las 2 raciones que contienen MF reemplazando al afrechillo de trigo, determinan en los pollos pesos vivos promedios significativamente mejores que aquéllos tratados con la ración testigo. El nivel de significación es al 0,05.

Cuadro 3.- Peso vivo y conversión promedio por pollo a los 14-28 y 66 días de edad; mortalidad a los 66 días de edad y humedad de las fecas por tratamiento, del Experimento 1.

RACION	% MF	PESO VIVO POR TRATAMIENTO (g) CONSIDERANDO SEXO A 66 DIAS						CONVERSION PROMEDIO POR TRATAMIENTO KG ALIMENTO/ KG PESO VIVO			MORTALIDAD	HUMEDAD EN FECAS		
		EDAD (DIAS)						EDAD (DIAS)					%	%
		1	14	28	66			14	28	66				
					Machos	Hembras	Promedio							
I.	0	36,70	143,50a	431,79a	1.840	1.490	1.665a	1,288	1,863	2,953	0	71,00		
II.	5	36,59	151,36ab	460,17ab	1.955	1.479	1.717b	1,326	1,799	2,892	4,5	72,63		
III.	10	37,34	161,12b	474,05b	1.962	1.492	1.727b	1,287	1,777	2,908	0	75,52		

Los valores con distinta letra se diferencian significativamente al 0,05 a los 14 días, al 0,01 a los 28 días y al 0,05 a los 66 días.

Los resultados de conversión muestran pequeñas diferencias entre las distintas raciones, las cuales no alcanzan a ser significativas al análisis de varianza realizado. En todo caso resulta interesante destacar que a los 28 y 66 días de edad, la conversión menos eficiente la ofrece la ración testigo, sin MF.

En cuanto a los resultados de mortalidad se aprecia que los pollos tratados con la ración I testigo y la ración III con 10% de MF presentan 0% de mortalidad; en cambio con 5% de MF, la mortalidad fue de 4,5%.

Respecto a los resultados de humedad en fecas, se aprecia que las fecas de los pollos alimentados con 5% de MF presentan un porcentaje de humedad levemente mayor que el normal (testigo).

En cambio las fecas de los pollos alimentados con 10% de MF ofrecen una humedad bastante mayor. Estos resultados corresponden a lo que se observó a simple vista, durante el transcurso del ensayo. Las fecas de los pollos alimentados con MF era de menor consistencia y color más oscuro que la de los pollos testigo mientras permanecieron en baterías. Una vez en piso, esta situación se mantuvo con gran humedad de la cama, llegando a ensuciar las plumas de los pollos alrededor de la cloaca por la eliminación de fecas líquidas y como consecuencia de la permanencia de los pollos sobre una cama humedecida. Esta situación obligó a retirar en repetidas oportunidades aquellas partes de la cama más húmeda y reemplazarla por cama nueva.

Cuadro 4.- Reemplazo de proteína del afrecho de maravilla por proteína de MF en raciones para broilers.

INGREDIENTES	RACIONES			
	I	II	III	IV
	TESTIGO	PORCENTAJE DE REEMPLAZO DE PROTEINA DE AFRECHO DE MARAVILLA POR PROTEINA DE MF		
		12,5%	18,75%	25%
Melaza fermentada %	—	4,06	6,10	8,13
Afrechillo de trigo %	20,00	15,00	12,60	13,20
Afrecho de maravilla %	12,00	10,50	9,80	9,00
Harina de pescado %	13,50	14,10	14,50	14,75
Alfalfa heno %	1,50	2,00	2,00	1,85
Maíz %	47,14	48,98	48,74	46,91
Acidos grasos %	4,00	3,50	4,40	4,30
Conchuela %	1,50	1,50	1,50	1,50
Sal común %	0,20	0,20	0,20	0,20
Mezcla vitamínica % ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Mezcla mineral % ²	0,05	0,05	0,05	0,05
B.H.T. %	0,01	0,01	0,01	0,01
	100,00	100,00	100,00	100,00
Proteína total % ³	20,99	20,99	20,94	20,98
Energía metabolizable ⁴ Kcal/Kg	2.851,20	2.846,00	2.843,97	2.850,30
Relación energía/proteína	135,80	135,60	135,80	135,80

¹⁻²Las mezclas vitamínicas y minerales aportaron las mismas cantidades de nutrientes por kilogramo de ración que en el Experimento 1.

³Determinada mediante los métodos de la A.O.A.C., 1965.

⁴Calculada en base al análisis químico proximal y a los coeficientes multiplicadores de Titus 1961.

Experimento 2

Con el objeto de valorar la MF como fuente de proteína, se reemplazó un 12,5%, 18,75% y 25% de la proteína aportada por el afrecho de maravilla por proteína aportada por MF, en las raciones para broilers que se presentan en el Cuadro 4. La misma ración y pollos usados como testigos en el Experimento 1 son los testigos de este experimento.

Estas raciones se suministraron a un total de 176 pollos broilers de 1 a 66 días de edad no sexados. Durante los primeros 28 días estos broilers permanecieron en baterías eléctricas divididos en 16 grupos de 11 pollos cada uno. Se asignaron 4 de estos grupos a cada una de

las 4 raciones, de modo que cada ración ensayada contó con 4 repeticiones de 11 pollos cada una. De los 29 a 66 días de edad se mantuvieron en piso, reduciendo a 2 el número de repeticiones por ración, juntando los pollos de 2 repeticiones en una, al igual que en el Experimento 1 y por la misma razón.

Se controló peso vivo promedio por repetición a 1 y 14 días y peso vivo individual a los 28 y 66 días, estableciendo el sexo a los 66 días. Se controló también consumo promedio de alimento por repetición y mortalidad. Se determinó además humedad en fecas (Cuadro 5).

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente en igual forma que en el Experimento 1.

Cuadro 5.- Peso vivo y conversión promedio por pollo a los 14-28 y 66 días de edad; mortalidad a los 66 días de edad y humedad de las fecas por tratamiento, del Experimento 2.

RACION	% MF	PESO VIVO PROMEDIO POR TRATAMIENTO (g) CONSIDERANDO SEXO A 66 DIAS						CONVERSION PROMEDIO POR TRATAMIENTO KG ALIMENTO/KG PESO VIVO			MORTALIDAD	HUMEDAD EN FECAS
		EDAD (DIAS)						EDAD (DIAS)				
		1	14	28	66			14	18	66		
			Machos			Hembras			Promedio			
I	0	36,70	143,50a	431,79a	1.840	1.490	1.665a	1.288	1.863	2.953a	0	71,00
II	4,06	37,68	147,50ab	468,17b	1.974	1.507	1.741b	1.252	1.756	2.907a	4,5	73,18
III	6,10	37,18	157,52bc	471,11b	1.974	1.556	1.765b	1.298	1.828	2.745ab	0	74,49
IV	8,13	37,63	171,86c	497,16b	2.013	1.500	1.757b	1.232	1.735	2.683b	0	77,92

Los valores con distinta letra se diferencian significativamente: en peso a los 14 días entre la ración IV y la I al 0,01, entre la IV y la II al 0,05, entre la III y I al 0,05; a los 28 días entre la IV y la I al 0,01 y entre la II y III con la I al 0,05; a los 66 días las raciones II, III y con la I al 0,05; en conversión a los 66 días la IV con la I y II al 0,05.

Resultados del experimento 2

El Cuadro 6 entrega los resultados de este Experimento.

A un día de edad no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. A los 14 días de edad las raciones III y IV determinaron pesos promedios en los pollos significativamente mejores que el testigo. La ración IV logró incluso mejores pesos que la ración II. A los 28 y 66 días de edad las 3 raciones con MF determinaron pesos promedios en los pollos significativamente mejores que el testigo. Entre los po-

llos alimentados con MF no se observaron diferencias significativas, a pesar de que a medida que se incrementa el porcentaje de MF en la ración, parece aumentar el peso obtenido por los pollos.

Los resultados de conversión obtenidos, muestran que las diferencias no son significativas al análisis de varianza a los 14 y 28 días de edad. A los 66 días, en cambio, la ración IV que aporta 8,13% de MF ofrece una conversión significativamente mejor que las raciones I (testigo) y II (4,06% de MF), no diferenciándose significativamente de la ración III. Aquí se

Cuadro 6.- Reemplazo de proteína de harina de pescado por proteína de MF en raciones para broilers.

INGREDIENTES	RACIONES		
	I TESTIGO	II % DE REEMPLAZO DE PROTEÍNA DE HARINA DE PESCADO POR PROTEÍNA DE MF 12,5%	III 18,75%
Meleza fermentada %	—	8,88	13,40
Afrechillo de trigo %	20,00	4,90	3,95
Afrecho de maravilla %	12,00	16,80	19,20
Harina de pescado %	13,50	11,82	11,00
Alfalfa heno %	1,50	1,60	1,15
Maíz Camelia %	47,14	50,44	43,24
Acidos grasos %	4,00	3,70	6,20
Conchuela %	1,50	1,50	1,50
Sal común %	0,20	0,20	0,20
Mezcla vitamínica % ¹	0,10	0,10	0,10
Mezcla mineral % ²	0,05	0,05	0,05
Kcal/Kg	0,01	0,01	0,01
	100,00	100,00	100,00
Proteína total % ³	20,99	20,99	20,98
Energía metabolizable ⁴ Kcal/Kg	2.851,20	2.851,00	2.845,90
Relación energía/ proteína	135,80	135,80	135,60

¹⁻²El aporte de vitaminas y minerales por kilogramo de alimento fue similar a los Experimentos 1 y 2.

³Determinada mediante los métodos de la A. O. A. C. 1965.

⁴Calculada en base al análisis químico proximal y a los coeficientes multiplicadores de Titus 1961.

aprecia que a medida que se incrementa la MF en la ración, mejor es la conversión.

Los resultados de mortalidad, muestran que las raciones I testigo, III 6,10% de MF y IV 8,13% de MF presentan 0% de mortalidad; en cambio con 4,06% de MF la mortalidad fue de 4,5% (Ración II).

En cuanto a los resultados de humedad en las fecas de los pollos, al igual que en el Experimento 1, se puede observar que al aumentar el porcentaje de MF en la ración aumenta la humedad fecal. Las consecuencias de esta mayor humedad sobre la cama de los pollos fue semejante a lo anotado para el Experimento 1.

Experimento 3

En este experimento se reemplazó 12,5% y 18,75% de la proteína de la harina de pescado por proteína de la MF, en las raciones para broilers que se presentan en el Cuadro 7. No fue posible intentar reemplazar un mayor porcenta-

je de proteína de la harina de pescado, por cuanto ello obligaba a operar con porcentajes de MF superiores a 13,4%, lo que determinaba formación de grumos en el alimento a causa de la alta humedad, con lo que la mezcla era imperfecta.

La misma ración y pollos usados como testigos en el Experimento 1 son los testigos de este experimento.

Estas raciones se suministraron a 132 pollos broilers de 1 a 66 días de edad no sexados. Durante los primeros 28 días estos broilers permanecieron en baterías eléctricas divididos en 12 grupos de 11 pollos cada uno. Se asignaron 4 grupos a cada una de las 3 raciones, de modo que cada ración ensayada contó con 4 repeticiones de 11 pollos cada una. De los 29 a 66 días de edad se mantuvieron en piso, reduciendo a 2 el número de repeticiones por ración, juntando los pollos de 2 repeticiones en una, en forma semejante a los 2 experimentos anteriores, realizándose los mismos controles y análisis estadísticos.

Resultado del experimento 3

El Cuadro 7 entrega los promedios de peso, conversión y mortalidad por tratamiento.

Se aprecia que no hay diferencias significativas para las variables de peso vivo y conversión en ninguno de los controles realizados. Respecto a la mortalidad, se aprecia que ella es mayor a medida que aumenta la MF en las

raciones. Sin embargo, en las necropsias realizadas, las causas de muerte establecidas para cada caso eliminan a la MF como responsable de esta mayor mortalidad. Los resultados de humedad en fecas muestran, al igual que en los experimentos anteriores, que la mayor humedad fecal corresponde a la ración con más MF y la menor a la ración testigo.

Cuadro 7.- Peso vivo y conversión promedio por pollo a los 14-28 y 66 días; mortalidad a los 66 días de edad y humedad de las fecas por tratamiento, del Experimento 3.

RACION	% MF	PESO VIVO PROMEDIO POR TRATAMIENTO (g) CONSIDERANDO SEXO A 66 DIAS						CONVERSION PROMEDIO KG ALIMENTO/KG PESO VIVO			MORTALIDAD	HUMEDAD EN FECAS
		EDAD (DIAS)						EDAD (DIAS)			%	%
		1	14	28	66			14	28	66		
				Machos	Hembras	Promedio						
I	0	36,70	143,50	431,79	1.840	1.490	1.665	1,288	1,863	2,953	0	71,00
II	8,88	37,59	146,43	458,44	1.957	1.518	1.738	1,329	1,829	2,855	4,5	77,75
III	13,40	38,13	146,10	427,85	1.886	1.502	1.695	1,287	1,909	2,887	6,8	81,05

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La MF usada en este ensayo muestra, a través de su composición química, ser principalmente un alimento proteico al aportar 22,79% de proteína sobre la base de materia seca. Aporta además una cantidad de energía que la aproxima al afrechillo de trigo. El aporte mineral es considerable, destacando la alta concentración de potasio y sodio que le confieren al producto propiedades laxantes. Esta acción laxante es mayor a medida que aumenta la concentración de MF en la ración. Destaca también su alto aporte en vitaminas del complejo B y algunos aminoácidos esenciales especialmente ácido glutámico y valina.

Al emplear la MF como fuente energética, reemplazando afrechillo de trigo (Experimento 1) en proporción de 5% y 10% de la ración total, la MF determina pesos promedios significativamente mejores a los 66 días de edad. Estos resultados demuestran que la MF tiene valor nutritivo superior al afrechillo de trigo. Este mayor peso logrado por los broilers, puede atribuirse al aporte vitamínico y factores de crecimiento desconocidos de la MF, el cual probablemente está cubriendo deficiencias de estos nutrientes de la ración testigo. Cabe llamar la atención aquí, en el sentido que esta ración se asemeja a cualquier ración corriente, usada en el medio avícola chileno y es probable por tanto que frecuentemente estas raciones sean deficientes en uno o más nutrientes. Respecto

a conversión, la MF en ningún caso determina un detrimento, sino que por el contrario tiende a mejorar la eficiencia alimenticia, a pesar de que las diferencias observadas no son significativas.

Al emplear la MF como fuente proteica (Experimentos 2 y 3), la proteína de la MF reemplaza ventajosamente hasta un 25% de la proteína del afrecho de maravilla, determinando aumentos de peso significativamente mejores que raciones sin MF. Respecto a la conversión alimento/peso vivo, la incorporación de 8,13% de MF al total de la ración para reemplazar 25% de la proteína del afrecho de maravilla, determina conversiones significativamente más eficientes que raciones que no contienen MF y raciones en que este nivel de reemplazo es de sólo 12,5%. Es decir, el reemplazo de afrecho de maravilla por MF determina un mejor peso y conversión sobre los broilers a los 66 días de edad.

Por otra parte, al sustituir 12,5% y 18,75% de la proteína aportada por la harina de pescado, por proteína de la MF, los resultados de peso y conversión no muestran diferencias significativas, lo que evidencia que estos niveles de sustitución son perfectamente factibles sin detrimento del peso y conversión de los broilers. Estos niveles de sustitución corresponden a la incorporación hasta 13,4% de MF en la ración total.

Respecto a los resultados de mortalidad, los 3 experimentos realizados evidencian que

la MF no tiene acción detrimental sobre la salud de los pollos, por cuanto a las necropsias realizadas, las causas de muerte establecidas para cada caso, eliminan a la MF como responsable. Estudios histológicos realizados a partir de estómago, intestino, hígado, páncreas, bazo y riñones, no mostraron nada especial comparado con los testigos. A pesar de ello, es de gran importancia destacar la acción laxante observada como consecuencia de la alimentación con MF, la cual es limitante seria para el empleo de este producto en concentraciones altas en raciones prácticas para broilers. La excreción de fecas líquidas, al humedecer en forma importante la cama de los broilers, dificulta seriamente el manejo de aves al obligar a una renovación repetida del material empleado como cama. Agregado a ello, el exceso de humedad en la cama aumenta el riesgo de coccidiosis y otras enfermedades. A pesar de lo anterior, los niveles de 4,06% y 5% de MF en la ración total usados en los experimentos 2 y 1 respectivamente, determinan un incremento leve de humedad, que no alcanza a ser limitante en el empleo de este producto. Dicho en otros términos, la MF puede emplearse en raciones para broilers entre 4,06% y 13,4% de la ración total, reemplazando parte del afrechillo de trigo, del afrecho de maravilla y de la harina de pescado de las raciones, sin detrimento (generalmente con claras ventajas) del peso vivo, eficiencia alimentaria y mortalidad de pollos broilers criados hasta los 66 días de edad. Sin embargo,

niveles de MF superiores al 5% de la ración total, determinan por su efecto laxante gran humedad de la cama de los broilers, lo que limita el empleo de este producto, en aves mantenidas en piso, a proporciones no mayores del 5%. Por estas razones puede resultar de gran interés el empleo de MF en raciones de aves mantenidas en baterías y jaulas en las cuales la excreción de fecas líquidas es de menor importancia que en aves mantenidas en piso. Es muy probable que en aves en estas condiciones, pueda emplearse MF en niveles de hasta 13,4%. Igualmente interesante resulta investigar las posibilidades de empleo de MF en raciones para otras especies animales como cerdos, bovinos y ovinos, en los cuales la excreción de fecas líquidas normalmente no tiene mayor importancia.

Finalmente es necesario señalar que niveles de MF superiores al 14% de la ración total, confieren al alimento consistencia pastosa que dificulta enormemente su manipulación, pudiendo determinar procesos de fermentación y fácil desarrollo de hongos. En este sentido la deshidratación de MF hasta alcanzar 90% de materia seca o más, puede permitir incrementar los porcentajes de este producto en las raciones. Igualmente cabe plantearse la conveniencia de reducir la concentración de sales de potasio y sodio en la melaza fermentada a objeto de reducir o eliminar su acción laxante, principal limitante de su empleo en aves.

RESUMEN

Melaza fermentada, obtenida después de la producción de ácido cítrico, es estudiada en alimentación de broilers.

Su composición química entrega 22,79% de proteína en base a materia seca, con buen aporte de ácido glutámico y valina; además se caracteriza por entregar vitaminas del complejo B en cantidad importante. Su composición mineral se caracteriza por entregar 6,25% de potasio y 2,07% de sodio en base a materia seca, que le confieren al producto acción laxante.

Empleada como fuente de proteína y energía en alimentación de broilers, demuestra ser de mayor valor nutritivo que el afrechillo de trigo al reemplazar a éste en un 5% y 10% de la ración total. Al reemplazar la proteína de afrecho de maravilla la MF evidencia tener un valor nutritivo mayor cuando este reemplazo es de 25%. Comparada con la harina de pescado, la proteína de la MF puede reemplazar hasta 18,75% de la proteína de la harina de pescado.

A causa de su acción laxante, no se recomienda usar más de 5% de MF en la ración total de pollos broilers. En aves mantenidas en jaulas o baterías esta proporción puede llegar hasta 13,4% de la ración total.

La MF en porcentajes de hasta 13,4% no influencia la mortalidad en broilers.

SUMMARY

Fermented molasses, obtained after the production of citric acid, was studied as a feed ingredient for broilers.

Its proximate analysis is: protein 22.79% (D.M.), high in glutamic acid and valine. Also is a good source of the B complex vitamins. Related to its minerals composition, contains: 6,25% of Potassium and 2.07% of Sodium (D.M.). This later is the cause of its laxative action.

Used as a protein and energy source for feeding broiler, demonstrated to have a better feeding value than the wheat middlings when this later was replaced in a 5 - 10% of the total diet. When the fermented molasses was used in replacement of sunflower oil meal (in a protein basis) it has a better nutritive value at a highest level of substitution (25%). Also, fermented molasses protein can replace up to 18.75% of the fish meal protein.

Because of its laxative effect, more than 5% of fermented molasses in the diet is not recommended for broilers. Perhaps if the birds are kept in cages or batteries this level could be raised up to 13,4% of the diet.

Mortality was not influenced at the levels used in the experiments.

LITERATURA CITADA

1. A. O. A. C., Mth. of Anal. of the Assoc. of Agric. Chemist 9^a ed Washington. 1965. 1008 p.
2. BECKER, M. and NEHRING, K. Handbuch der Futtermittel Ed. Paul Parey. Hamburgo y Berlín. Vol. 3. 1965. 45 p.
3. BIRD, H. R. and MATTINGLY, J. P. Fermentation solubles in diets for growing chickens. Poultry Sci. 24 (1): 34-40. 1965.
4. D'ERCOLE, A. D. *et al.* Nutritive value of Distillers by Products. Poultry Sci. 18:89. 1939.
5. DUNCAN, D. R. Multiple Range and Multiple F - test. Biometrics. Vol. 2: 1-42. 1955.
6. EWING, W. R. T. Poultry Nutrition. 5^a ed. The Ray Ewing Co. South Pasadena California. 1518 p. 1963.
7. FIGUEROA, V. S. Acido cítrico: obtención a partir de melaza chilena por fermentación sumergida en *Aspergillus niger*. Tesis Quím. Farm. Santiago, Universidad de Chile. 1968. 43 p. (Mimeografiada).
8. HERVIAS, M., GONZÁLEZ, N., HAARDT, E. Incorporación de Melaza de Remolacha en Raciones para Aves. 1. In Broiler. Bol. Prod. Anim. 3 (1 y 2): 15-26. 1965.
9. KONDO, A. K. and ROSS, E. The effect of some constituents in molasses on the water metabolism of chicks. Poultry Sci. (4): 1126-1132. 1962.
10. MORRISON, F. B. Feed and Feeding. 22nd. ed. The Morrison Publishing Co. Clinton Iowa. 1959. 1165 p.
11. SNEDECOR, G. W. Métodos Estadísticos. 1^a ed. Ed. Continental. México. 534 p. 1964.
12. TITUS, H. W. The Scientific Feeding of Chickens. 4th. The interstate. Danville Illinois. 1961. 290 p.
13. UNDERKOFER, L. A. and HICKEY, R. J. Industrial Fermentations. Chemical Publishing Co. N. Y. Vol. 1. 1954. 565 p.