

Indicadores de la fertilidad de un suelo Vertisol en condiciones de pastoreo racional en el Valle del Cauto

Jorge Ray*, Diocles Benítez*, Rigoberto García**, M. Nieto* y D. García*

* Instituto de Investigaciones Agropecuarias Jorge Dimitrov, Bayamo, Granma, Cuba

** Instituto de Ciencia Animal, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba

jvray@dimitrov.cu

RESUMEN

Durante cuatro años y con diseño completamente aleatorio se estudió el comportamiento de algunos indicadores de la fertilidad de un suelo Vertisol sometido al pastoreo porcionado, en una unidad de producción de leche del Valle del Cauto, Cuba. El pasto base fue la especie *Brachiaria humidicola* cv CIAT 679 sin riego y fertilización. La intensidad de pastoreo varió como promedio de 243 UGM/ha en época lluviosa a 190 UGM/ha en la poco lluviosa. El tamaño de la porción diaria de pastoreo fue variable según disponibilidad de pasto. El tiempo de ocupación fue de dos días. No se encontraron variaciones significativas con el tiempo ni asociadas a la intensidad de pastoreo en las propiedades físicas del suelo. La densidad aparente varió con la época del año ($P < 0,05$) y el mayor valor se encontró durante la poco lluviosa (1,42 y 1,18 g/cm³). El manejo variable de la porción de pastoreo benefició el balance de iones intercambiables con mayor relación Ca^{2+}/Mg^{2+} y Mg^{2+}/K^{+} . Hubo interacción de época del año y pastoreo en las formas móviles del nitrógeno del suelo, y los valores de NO_3^- , NH_4^+ y NFH fueron superiores durante la época lluviosa en el área bajo pastoreo. El empleo del pastoreo porcionado no deprime los principales indicadores de la fertilidad del suelo; en cambio, favorece la movilidad y mineralización del nitrógeno, relacionado con el manejo variable de la porción de pastoreo, adecuado para el tipo de suelo.

Palabras clave: fertilidad del suelo, pastoreo racional, época del año

Fertility indicators of Vertisol soil under rational grazing in Cauto Valley

ABSTRACT

The performance of some Vertisol soil fertility indicators under the effect of the rational grazing was studied with a totally random design, during four years, in a milk production farm in Cauto Valley. *Brachiaria humidicola* cv. CIAT 679 was the base grass without watering nor fertilization. The grazing intensity varied from 243 UGM/ha in rainy season to 190 UGM/ha in dry season. The size of the daily grazing portion was variable according to grass yield. The occupation time was two days. There weren't significant variations with the time nor associated to the grazing intensity in the physical properties of the soil. The apparent density varied with the year season ($P < 0.05$) and the biggest value was during the dry season (1.42 and 1.18 g/cm³). The variable management of the grazing portion benefitted the ratio of interchangeable ions with greater relationship Ca^{2+}/Mg^{2+} and Mg^{2+}/K^{+} . There was influence of year season and grazing in the nitrogen mobile forms of the soil, and the NO_3^- , NH_4^+ and EHN values were superior during the rainy season in the area under grazing. The application of the portioned rational grazing doesn't depress the main indicators of soil fertility but rather it favors the nitrogen mobility and mineralization, related to the variable management of the grazing portion, appropriate for the type of soil.

Key Words: soil fertility, rational grazing, year season

INTRODUCCIÓN

Se ha señalado por varios autores que muchos de los factores que limitan la producción de las pasturas tropicales, están relacionados con limitaciones de los suelos (Pezo, 1997; Dias-Filho, 2001).

Cuando la superficie pastoril es sometida a un sistema de manejo intensivo, donde se aplican las leyes del pastoreo racional, se incrementa marcadamente la fauna presente en la hojarasca, así como la biota edáfica, lo cual beneficia la fertilidad

del suelo por los aportes que realizan dichos organismos al descomponer e incorporar la materia orgánica al mismo (Sánchez *et al.*, 1996). Sin embargo, en la literatura revisada acerca del pastoreo racional, quedan aspectos poco abordados que tienen que ver con el manejo variable de la intensidad de defoliación.

Se sabe que incrementos de la intensidad de defoliación en los pastos tropicales mejoran su estructura, calidad y pureza (Baldo *et al.*, 1998), pero se requiere conocer en cuánto afectan los altos incrementos de la intensidad de defoliación la es-

tabilidad del suelo, de la pastura y del propio animal, considerando que se reduce la disponibilidad y se incrementa la presión de pastoreo. Inclusive, el modo de incrementar la intensidad de defoliación, ya sea reduciendo el tamaño de la parcela o incrementando las unidades de animales, puede provocar variados efectos en el comportamiento de estos elementos del sistema productivo y, en el caso del suelo, es manifiesto el desconocimiento de su respuesta.

El objetivo fue analizar el comportamiento de algunos indicadores de la fertilidad de un suelo Vertisol en condiciones de pastoreo racional con manejo variable del área pastable (porcionado), a fin de adecuar los procedimientos de manejo del sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la finca ganadera de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias *Jorge Dimitrov* de Granma, ubicada a 10½ km de la ciudad de Bayamo, en las coordenadas 20° 18' 13" de latitud norte y los 76° 39' 48" de longitud oeste. Consistió en la evaluación, durante 4 años, de la influencia del pastoreo racional en la variación de algunos indicadores de la fertilidad de un suelo Vertisol, siguiendo como estrategia de manejo el *Pastoreo Porcionado*, en el que se le asigna al rebaño una porción diaria de la franja de pastoreo, de tamaño variable según la disponibilidad del pasto (Ray *et al.*, 1998).

En el área de estudio, la temperatura media del aire osciló entre 24,2 °C en época poco lluviosa (noviembre-abril) hasta 27,7 °C en la lluviosa (mayo-octubre), con valores máximos de 28,6 °C y 32,8 °C, respectivamente. Las precipitaciones fluctuaron entre 815 y 1 052 mm anuales. El pasto base lo constituyó la especie *Brachiaria humidicola* cv. CIAT 679, en condiciones de secano y sin fertilización. El suelo Vertisol, según la clasificación genética (Hernández *et al.*, 1999) su principal característica está relacionada con la acumulación de una gran cantidad de arcilla del tipo 2:1 (montmorillonita) en todo el perfil del suelo, cuyo contenido total es de más de 60 %, por lo que en las condiciones climáticas de la provincia de Granma, se desarrolla una estructura de bloques prismáticos grandes y medianos, con caras de deslizamiento y amplias grietas en el período seco. Poseen una infiltración extremadamente

baja, de ahí su pésimo drenaje superficial e interno, lo que provoca encharcamiento en la época de abundantes lluvias.

Tratamientos y diseño. Como tratamientos se contó con dos áreas, una experimental en la que se utilizaron 40 vacas del genotipo 5/8 Holstein-3/8 Cebú, en método de pastoreo porcionado, y una testigo que no estuvo sometida al pastoreo, según diseño completamente aleatorio.

Procedimiento. El área de pastoreo contó con 26 franjas de 33 x 132 m cada una (0,4356 ha) con mangas interiores. El tamaño de la porción diaria de pastoreo se definió de acuerdo con la disponibilidad de pasto, de manera que la oferta de biomasa permitiera al rebaño un consumo estimado de MS de 3 % del peso vivo promedio, en el que se consideró 90 % de aprovechamiento estimado del pastizal, con el fin de incrementar aún más su utilización. Durante la época poco lluviosa, con la restricción del tiempo de pastoreo en el pasto base, el tamaño de la porción respondió a suministrar la disponibilidad acorde al tiempo en el pastoreo, debido al consumo de los alimentos complementarios. Se calculó una sola porción para el total del rebaño, de manera que posibilitara aplicar el pastoreo "en línea". De esa manera cada porción recibió dos días de ocupación como máximo. La intensidad de pastoreo varió de 243 UGM/ha en época lluviosa a 190 UGM/ha en la poco lluviosa.

El área de complementación contó con caña (0,8 ha), *king grass* (2,5 ha) y banco de proteína con *Leucaena leucocephala* (2,2 ha). El manejo permitió que los animales se mantuvieran en pastoreo entre 18 y 19 h en la época lluviosa y entre 16 y 17 h en la poco lluviosa.

Para medir el efecto del pastoreo, se seleccionaron cuatro porciones en el área de pastoreo, que sirvieron para todo el proceso de muestreo y análisis, y se contó con un área aproximada de dos porciones que no estuvo bajo pastoreo, la cual sirvió como testigo. Se hicieron análisis de indicadores físicos, químicos y, dentro de éstos últimos, las formas del nitrógeno del suelo. Los muestreos se condujeron en forma de diagonales. En el muestreo de la parte física del suelo, se tomaron 5 muestras por cuartón. La textura y la microestructura se determinaron por el método descrito según Norma Ramal No. 408 de 1981 del Ministerio de la Agricultura; la densidad aparente (d) mediante la técnica de los cilindros; la densidad real (D) por

picnómetro y se calculó la porosidad total (Pt) según la expresión $Pt = (1-d/D) \times 100$.

Para el análisis de los indicadores químicos se tomaron trimestralmente 8 muestras compuestas de cada área a la profundidad de 0-20 cm, a partir de 12 submuestras por porción, y se hicieron determinaciones de pH (H₂O) y pH (KCl) por el método potenciométrico; fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O) por el método de Oniani (1964); calcio (Ca⁺⁺) y magnesio (Mg⁺⁺) por valoración complejométrica con EDTA; la actividad de los iones sodio (Na⁺) y potasio (K⁺) por fotometría de llama (AOAC, 2005).

Para la determinación de las formas del nitrógeno, se tomaron 12 muestras en cada área a la profundidad de 0-20 cm, asumiendo el criterio de que, en suelos poco evolucionados, el contenido de nitrógeno sigue una distribución similar a la de la materia orgánica y acumulaciones a mayor profundidad no son significativas (Fassbender, 1975). Los muestreos se realizaron trimestralmente en las épocas de lluvia y seca. Se determinó la actividad del ión nitrato (NO₃⁻) por el método del ácido fenoldisulfónico; la actividad del ión amonio (NH₄⁺) por el método de Nessler (AOAC, 2005) y la actividad del nitrógeno fácilmente hidrolizable (NFH) por el de Tiurin-Kononova (Kaúrichev, 1984).

Análisis estadístico. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico STATISTIC sobre Windows versión 10.0 (StatSoft 2011), en el que se utilizó un modelo lineal que controló los efectos de pastoreo (2), año (4) y período de evaluación (2), época del año (2) y las posibles interacciones. En la comparación de medias se utilizó el test de Newman-Keuls (StatSoft, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las propiedades físicas del suelo se presentan en la Tabla 1. Los valores del estudio manifiestan que no se aprecian variaciones significativas en el tiempo ni asociadas a las intensidades de pastoreo a que estuvo sometido el sistema, lo cual se corresponde con lo planteado por Brunet *et al.* (1998) acerca de la escasa variación que sufren las propiedades físicas del suelo en un período de tiempo no muy largo.

Este resultado coincide con Hernández y Milera (1996), quienes señalaron que cuando se practican ciclos de rotación con tiempos de ocupación que generan intensidades de pastoreo de hasta

250 UGM/ha no se alteran estas propiedades en el suelo.

La densidad aparente del suelo, como indicador que se relaciona con el grado de compactación (Fig. 1). Hubo un efecto marcado de la época del año, encontrándose el nivel más alto durante la poca lluviosa. Este comportamiento no parece asociarse al efecto del pastoreo y sí está estrechamente relacionado con el tipo de suelo estudiado, el que se caracteriza porque en época lluviosa aumenta la porosidad media total, por lo que en un mismo volumen de suelo disminuye la masa y, con ello, la densidad aparente. Por el contrario, en la época poco lluviosa la porosidad media total disminuye hasta un límite en que se agrieta el suelo, formándose estructuras muy estables de mayor densidad aparente. Crespo *et al.* (2011) señalan un valor de 1,01 g/cm³ en un suelo ferralítico rojo lixiviado típico durante la época poco lluviosa.

Alegre y Lara (1991) obtuvieron valores de densidad aparente del suelo superiores a los encontrados en este trabajo con pasto *B. humidicola* asociado con *Desmodium ovalifolium* sometido a altas presiones de pastoreo. Costa *et al.* (1999) encontraron un incremento de la densidad aparente hasta la profundidad de 20 cm con el tiempo de utilización de la pastura, con un valor al octavo año similar al obtenido aquí en la época de seca.

Por la importancia de discriminar la influencia del pastoreo racional en la conservación o mejora de algunos indicadores de la fertilidad del suelo, para recomendar la explotación de este sistema en vertisoles, se determinaron las relaciones intercations (Tabla 2) como elemento que aporta las potencialidades de la capacidad de intercambio catiónico del suelo. En la comparación entre las áreas testigo y bajo pastoreo racional, se aprecia que en esta última, en sentido general, se beneficia la movilidad y el balance de los iones intercambiables en el suelo. La relación Ca/Mg, aunque denota en sentido general pobre disponibilidad cálcica, es mayor en el área bajo pastoreo; la relación Ca/Na evidencia una mejoría de la difusión de los nutrientes, específicamente el potasio, apreciable en los valores de las relaciones Mg/K y Na/K, en las cuales se reduce la actividad del sodio y se incrementa la del potasio. Resultados similares señalaron Costa *et al.* (1999) en suelo Podzólico.

Es de significar que el pasto *B. humidicola* se señala como una especie de más bajos requeri-

mientos en P, Ca y K que otras especies de brachiarias, y los valores de estos elementos encontrados al final del estudio en el área bajo pastoreo racional son superiores a los niveles críticos requeridos por este pasto, según CIAT (1981). Esto puede contribuir a que el pasto mantenga rendimientos y niveles de persistencia estables.

En el análisis de las formas del nitrógeno del suelo se encontró interacción entre la época del año y el pastoreo (Tabla 3). En el área bajo pastoreo racional se aprecian menores variaciones dentro de la época respecto al testigo, y los mayores valores alcanzados en cada uno de estos indicadores manifiestan que el manejo realizado del pastoreo favorece la movilidad y mineralización del nitrógeno. La condición de manejo variable del área pastable en el sistema provoca, al parecer, una mayor estabilidad de las formas del nitrógeno; además, hace más efectiva la conversión del nitrógeno de reciente incorporación en nitrógeno mineral, dado la densidad animal por unidad de área que se aplica, lo cual posibilita mayores ingresos y aportes de N por la vía bosta-orina en el pastoreo. Ramos *et al.* (1993), en un estudio de fertilización en vertisoles, recomendaron la aplicación de N, apoyados en el comportamiento de las extracciones por los pastos y recuperación por el suelo de este nutrimento, lo que evidencia la importancia de usar técnicas de manejo del pastoreo que favorezcan el balance de estos procesos en este tipo de suelo.

Según Alvim *et al.* (1990), el pasto *B. humidicola* se caracteriza por ser una especie de baja respuesta a la aplicación de N y de absorber y usar, mejor que otras brachiarias, ambas formas del nitrógeno (NH_4^+ y NO_3^-). Por consiguiente, los resultados favorables al pastoreo racional en las formas móviles del N del suelo permiten inferir que la aplicación del manejo variable de la porción de pastoreo contribuye a mejorar los principales elementos requeridos por la especie en explotación, lo cual coincide con Dias-Filho (2000), quien señaló que para aumentar la sostenibilidad de los pastos tropicales cultivados, el manejo del suelo tiene que ser basado en prácticas que maximicen el ciclo de nutrientes, minimicen sus pérdidas y prioricen la entrada de estos nutrientes al sistema.

CONCLUSIONES

Se concluye que el empleo del pastoreo racional porcionado no deprime el comportamiento de los

principales indicadores de la fertilidad del suelo; en cambio, favorece la movilidad y mineralización del nitrógeno, todo lo cual se relaciona con el manejo variable de la porción de pastoreo, adecuado para el tipo de suelo en su interacción con las variables climáticas.

REFERENCIAS

- ALEGRE, J. C. y LARA, P. D. (1991). Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la región tropical húmeda de Perú. *Pasturas Tropicales*, 13, 18.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M.; VERNEQUE, R. S. y SALVATI, J. A. (1990). Aplicação de nitrogênio em acessos de *Brachiaria*. 1. Efeito sobre a produção de matéria seca. *Pasturas Tropicales*, 12, 2.
- A.O.A.C. (2005). *Official Methods of Analysis*. Washington, D. C., USA: Ed. Assoc. Off. Agric. Chem.
- BALDO, A.; ROMERO, J.; PIERONI, G. y ARMENDARIZ, M. (1998). *Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la eficiencia de cosecha y la calidad del forraje*. XVI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, Sta. Cruz de la Sierra, Bolivia.
- BRUNET, R.; GOUNOU, E. y COULIBALY, S. (1998). *Fertilidad de un suelo ferralítico rojo dedicado al cultivo de pasto*. XI Seminario Científico del INCA, La Habana, Cuba.
- CIAT (1981). *Tropical Pasture Program. Annual Report*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- COSTA, N.; THUNG, M.; TOWNSEND, C. R.; MOREIRA, P. y LEÓNIDAS, F. C. (1999). Quantificação das características físico-químicas do solo sob pastagens degradadas. *Pasturas Tropicales*, 21, 74.
- CRESPO, G.; RUIZ, T. E. y ÁLVAREZ, J. (2011). Efecto del abono verde de *Tithonia* (*T. diversifolia*) en el establecimiento y producción de forraje de *P. purpureum* vc. Cuba CT-169 y en algunas propiedades del suelo. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 45 (1), 79-82.
- DÍAS-FILHO, M. B. (2000). Growth and Biomass Allocation of the C4 Grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under Shade. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 35 (12), 2335-2341.
- DÍAS-FILHO, M. B. (2001). *Processos e causas de degradação e estratégias de recuperação em pastagens tropicais*. I Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- FASSBENDER, H. W. (1975). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. Turrialba, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.
- HERNÁNDEZ, MARTA y MILERA, MILAGROS (1996). Efecto de un manejo rotacional flexible en la fertilidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 19, 171.

HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J. M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, *et al.* (1999). *Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba*. Ciudad de La Habana, Cuba: Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura, AGRINFOR.

KAÚRICHEV, N. P. (1984). *Prácticas de Edafología*. Moscú: Editorial Mir.

ONIANI, O. G. (1964). Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de los suelos Krasnozen y Podsólicos en Georgia. *Agrojima*, 6, 25.

PEZO, D. (1997). Producción y utilización de pastos tropicales para la producción de leche. En Clavero, T. (ed.). *Estrategias de alimentación para la ganadería tropical*. Maracaibo, Venezuela: Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes, Univ. del Zulia.

RAMOS, N.; HERRERA, R. S. y CURBELO, F. (1993). Efecto de la fertilización nitrogenada en suelo fe-

rralítico rojo típico. II. Composición química y eficiencia de utilización del N. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 27, 239.

RAY, J. V.; BENÍTEZ, D. G.; DÍAZ, MARGARITA; GARCÍA, F.; VEGA, A. y GUERRA, J. (1998). *Adecuación de los procedimientos de manejo de métodos de pastoreo racional para la producción de leche con bajos insumos en suelo Vertisol*. Informe final de investigación, junio de 1998, PNCT, Dpto. de Zootecnia, I.I.A. *Jorge Dimitrov*, Granma, Cuba.

SÁNCHEZ, SARAY; MILERA, MILAGROS; ALONSO, O. y SUÁREZ, J. (1996). *Evaluación de la biota del suelo en un sistema de manejo rotacional racional intensivo*. X Seminario Científico de Pastos y Forrajes, EEPF *Indio Hatuey*, Matanzas, Cuba.

STATSOFT (2011). *STATISTIC for Windows User's Guide*. Tulsa.

Recibido: 15-3-2014
Aceptado: 20-3-2014

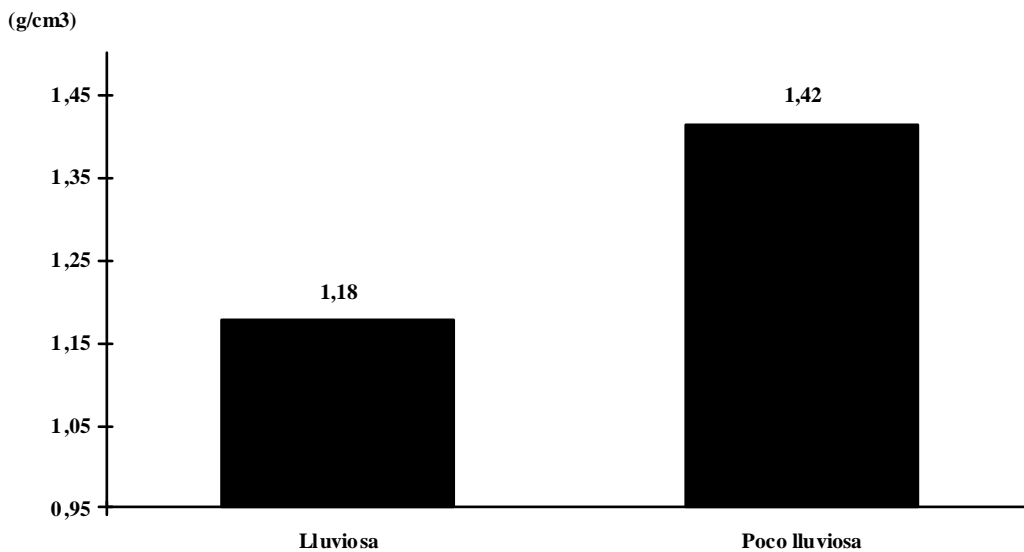


Fig. 1. Comportamiento de la densidad aparente en función de la época del año

Tabla 1. Propiedades físicas del suelo en áreas con pastoreo racional y testigo (no pastoreo) durante los períodos inicial y final de evaluación

Indicadores	Área bajo pastoreo racional		Área de no pastoreo (testigo)		±EE
	1 ^{er} año	4 ^{to} año	1 ^{er} año	4 ^{to} año	
Textura (%)					
2-0,2 mm	0,30	0,26	0,29	0,20	0,04
0,2-0,02 mm	32,88	34,95	34,78	32,78	1,38
0,02-0,002 mm	24,68	26,48	25,81	28,12	0,84
< 0,002 mm	41,85	40,56	39,38	38,90	0,97
Densidad real (g/cm ³)	2,38	2,66	2,36	2,41	0,10
Elevación capilar (mm)	164,5	124,4	160,0	126,0	9,96
Índice de plasticidad (%)	41,9	35,9	38,8	34,8	2,25

Tabla 2. Relaciones intercatiónicas en áreas con pastoreo racional y no pastoreo

Relación	Área bajo pastoreo racional		Área de no pastoreo (testigo)	
	1 ^{er} año	4 ^{to} año	1 ^{er} año	4 ^{to} año
Ca/Mg	1,50	1,44	1,43	1,19
Ca/Na	26,15	18,95	14,49	12,39
Mg/K	19,25	28,18	26,17	23,26
Na/K	1,10	2,14	2,59	2,25

Tabla 3. Comportamiento de las formas del nitrógeno en el suelo según la época del año en áreas con pastoreo racional y testigo (no pastoreo)

Indicadores (mg/100 g)	Área bajo pastoreo racional		Área de no pastoreo (testigo)		± EE
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	
NH ₄ ⁺	2,87 ^a	2,69 ^{ab}	1,21 ^c	2,67 ^b	0,10*
NO ₃ ⁻	1,46 ^b	2,02 ^a	1,32 ^c	1,31 ^c	0,65*
NFH	20,06 ^a	19,91 ^a	16,23 ^b	17,20 ^b	0,32*