



Calidad y seguridad de alimentos balanceados

Concepto de actividad del agua,
retención de humedad y
crecimiento de microorganismos.

La mayoría de las fábricas de alimentos balanceados reconocen la importancia de controlar los niveles de humedad en sus productos terminados. Así mismo, entiende que las mejoras en el control de la humedad y la actividad del agua (A_w) significan que el alimento producido tendrá la humedad ideal tanto para conservar el producto durante el período de vida útil como para maximizar su rentabilidad¹

Formas de agua en la matriz alimentaria

Se consideran tres formas de presentar el agua en los alimentos²:

- Agua disponible (no conectada);
- Agua adsorbida (hidratada);
- Agua (total).

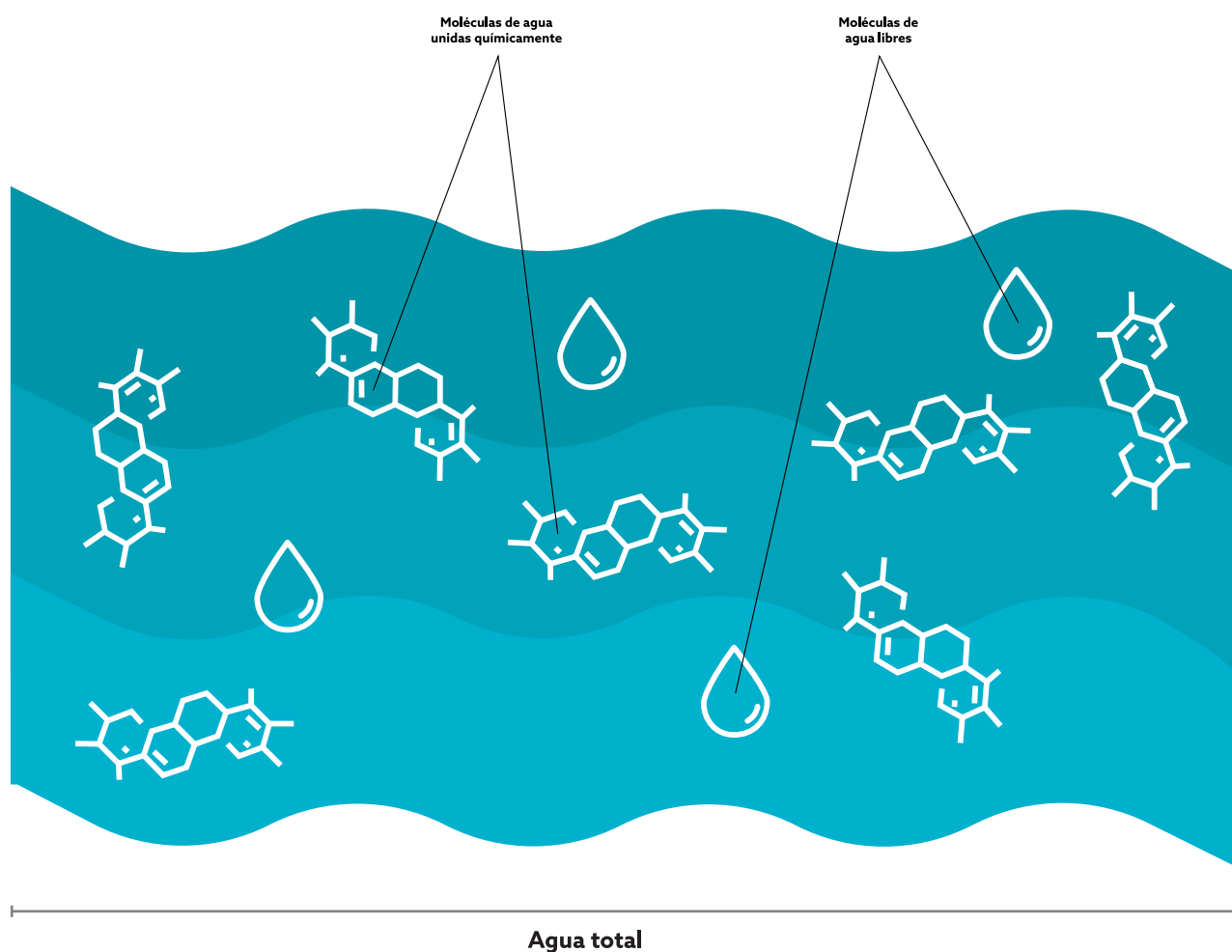


Figura 1 - Agua total, libre y conectada

Fuente: Humberto Vinicius Faria da Cunha, 2016. FoodSafety Brazil.



Agua disponible

Presente en los espacios intergranulares y entre los poros del material. Se puede eliminar fácilmente y actúa como medio de dispersión y nutriente para el crecimiento de microorganismos o reacciones químico-enzimáticas. La forma libre de agua se considera la actividad de agua (A_w) del producto.

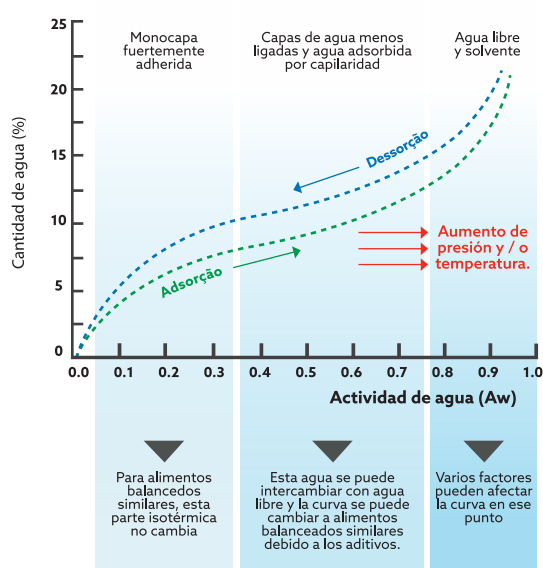
A_w es una medida del estado energético del agua en un sistema y determina el límite inferior de agua "DISPONIBLE" para el crecimiento microbiano y las reacciones biológicas y químicas.

Agua adsorbida

Una parte del agua total que se adsorbe como una capa muy fina en las superficies internas y externas de coloides macromoleculares (almidones, pectinas, celulosas y proteínas) a través de la fuerza de Van der Waals y la formación de enlaces de hidrógeno.

Agua ligada

Combinada químicamente con otras sustancias, este tipo de agua no se usa como solvente, no permite el desarrollo de microorganismos y es difícil de eliminar.



Fuente: Kemin reference: PRE-16-00345.

El agua puede estar presente, incluso a altos niveles de humedad en un producto, pero si su nivel de A_w (energía) es lo suficientemente bajo, los microorganismos no podrán usar esa agua para su crecimiento y desarrollo.



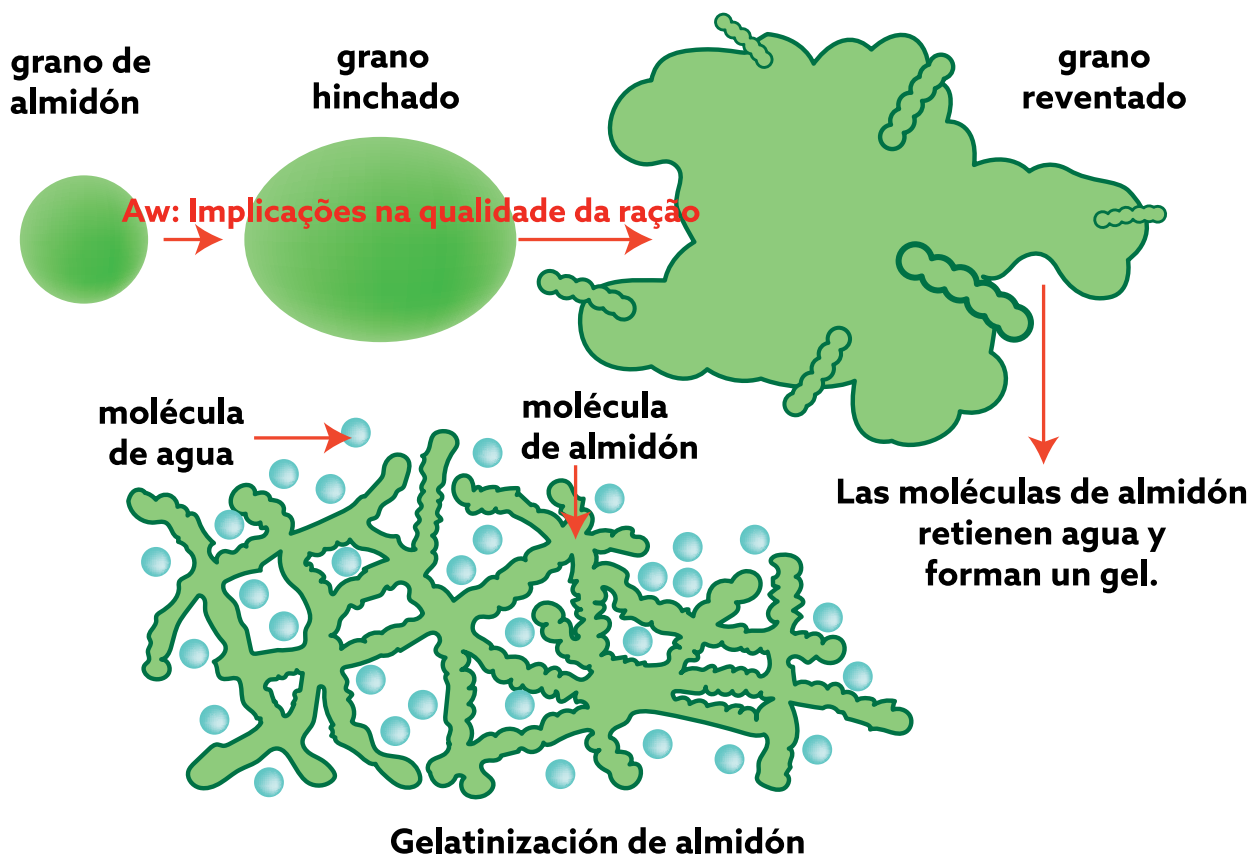
Está condicionado a creer que un producto con un A_w alto tendrá un alto contenido de humedad o al revés. Esto ocurre a menudo, sin embargo es posible, por ejemplo, que un producto tenga un contenido de humedad bajo y un valor A_w alto o medio, como es el caso de las manzanas y la harina de trigo, que tienen un A_w alto aunque los niveles de humedad son muy altos.

	Contenido de humedad (%)	A_w
Agua	100	1
Hielo (-10°C)	100	0,901
Hielo (-20°C)	100	0,813
Hielo (-50°C)	100	0,614
Manzana	85	0,960
Harina de trigo	21	0,960

Humedad y el proceso de peletización⁵

Los procesos de producción de una fábrica de alimentos balanceados pueden afectar significativamente la humedad de las materias primas y, en consecuencia, del producto final, impactar en la calidad de los pellets y la vida útil del alimentos balanceados. Estos procesos también afectan la retención de humedad, la durabilidad y textura de los gránulos.

El proceso de gelatinización del almidón, que ocurre durante la granulación, puede describirse como el desdoblamiento y reticulación de proteínas y la distribución de la humedad dentro de la red de almidón / proteína.



Factores que influyen en la retención de humedad en el pienso granulado:

- Componentes del alimento Los carbohidratos y las proteínas juegan un papel importante en la retención de humedad;
- Cantidad de humedad presente en forma de salvado y materias primas;
- Tiempo y temperatura de acondicionamiento, absorción de humedad;
- Contenido de humedad en el vapor durante el acondicionamiento;
- Tiempo y método de enfriamiento por pérdida de humedad;
- Condiciones de almacenamiento pérdida de humedad.

El contenido de humedad después de la granulación será la diferencia entre la absorción durante el acondicionamiento y la pérdida durante el enfriamiento.



Aw: Efecto de factores externos

El alimento y sus materias primas continuarán absorbiendo / perdiendo humedad hasta que alcancen un equilibrio con su entorno. El contenido de humedad de equilibrio dependerá de la temperatura y la humedad relativa del aire (URA) alrededor de los alimentos balanceados.

Las áreas resaltadas a continuación indican el contenido de humedad de los granos (cereales) del 13 al 14% en relación con la humedad y la temperatura¹.

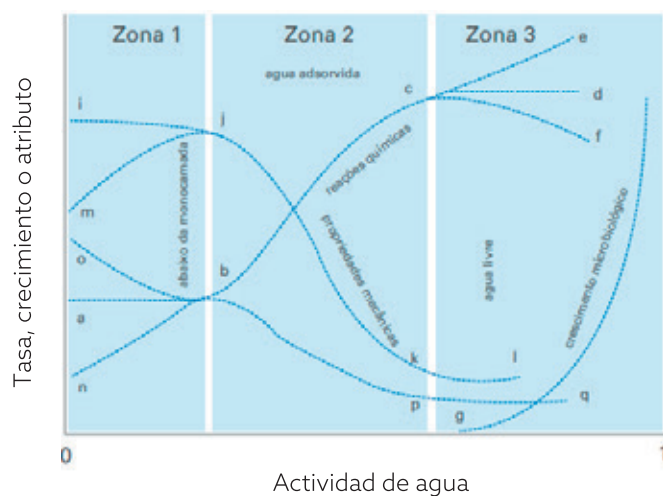
Humedad relativa, temperatura de almacenamiento °C							
Humedad relativa	22°C	24°C	28°C	32°C	36°C	40°C	44°C
50%	11.2	10.9	10.7	10.5	10.2	10.0	9.9
55%	11.7	11.5	11.2	11.0	10.8	10.6	10.4
60%	12.3	12.0	11.8	11.6	11.4	11.2	11.0
65%	12.7	12.6	12.4	12.2	12.0	11.8	11.6
70%	13.5	13.3	13.1	12.8	12.6	12.5	12.3
75%	14.3	14.0	13.8	13.6	13.4	13.2	13.0
77%	14.6	14.3	14.1	13.9	13.7	13.5	13.4
79%	14.9	14.7	14.5	14.3	14.1	13.9	13.7
81%	15.3	15.1	14.9	14.6	14.5	14.3	14.1
83%	15.7	15.7	15.3	15.1	14.9	14.7	14.5
85%	16.1	15.9	15.7	15.5	15.3	15.1	15.0
87%	16.6	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.5
89%	17.2	17.0	16.8	16.6	16.4	16.2	16.1
91%	17.9	17.7	17.5	17.3	17.1	16.9	16.7

Para un rango de humedad de 13.5 a 14.1, se observan diferentes condiciones de temperatura, IVR y almacenamiento.



Aw: Implicaciones en la calidad de los alimentos balanceados

- Conservación;
- Digestibilidad;
- Palatabilidad;
- Calidad del pellet;
- Rendimiento de prensa;
- Comportamiento higroscópico



Fuente: Powitz R. W. 2007; Rahman, M.Set *al.*, 2009.

Aw y digestibilidad⁸

Aw determinará la digestibilidad de los alimentos porque refleja la cantidad de agua a nivel molecular. La digestibilidad aumentará a medida que aumenta la humedad, siempre que Aw se encuentre en niveles más bajos.

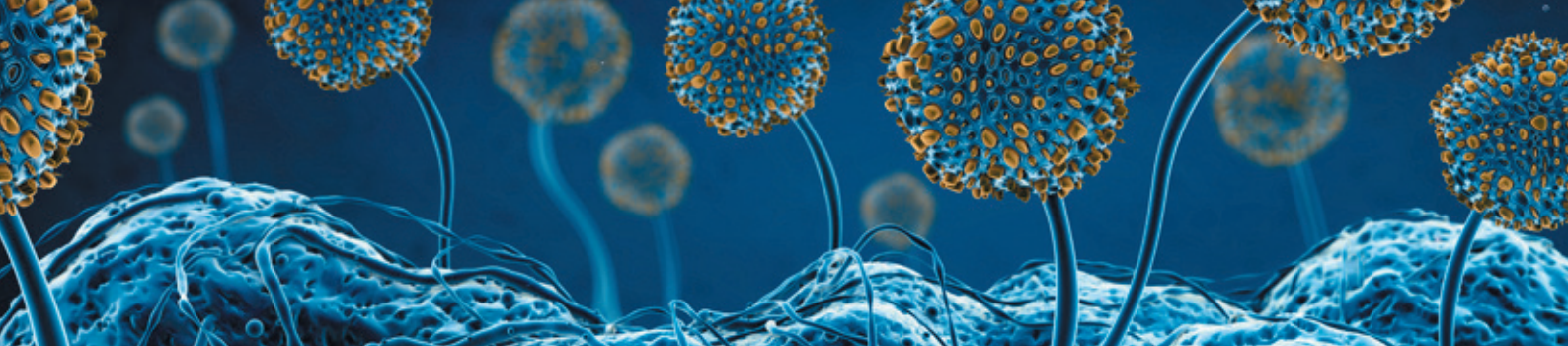
La baja Aw de los alimentos, incluso con el mismo nivel de humedad, significa que el agua está más presente en el almidón y las proteínas, lo que promueve la gelatinización y reacciones de hidrólisis más rápidas.

Aw y deterioro microbiano

Actividad de agua mínima para el crecimiento de microorganismos

Microorganismo	Aw mínima	Microorganismo	Aw mínima
<i>Clostridium botulinum E</i>	0.97	<i>Penicillium expansum</i>	0.83
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.97	<i>Penicillium islandicum</i>	0.83
<i>Escherichia coli</i>	0.95	<i>Debarymoces hansenii</i>	0.83
<i>Clostridium perfringens</i>	0.95	<i>Aspergillus fumigatus</i>	0.82
<i>Salmonella spp.</i>	0.95	<i>Penicillium cyclopium</i>	0.81
<i>Clostridium botulinum A, B</i>	0.94	<i>Saccharomyces bailii</i>	0.80
<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	0.94	<i>Penicillium martensii</i>	0.79
<i>Bacillus cereus</i>	0.93	<i>Penicillium chrysogenum</i>	0.79
<i>Rhizopus nigricans</i>	0.93	<i>Aspergillus niger</i>	0.77
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.92	<i>Aspergillus ochraceous</i>	0.77
<i>Bacillus subtilis</i>	0.91	<i>Aspergillus restrictus</i>	0.75
<i>Staphylococcus aureus (anaeróbico)</i>	0.90	<i>Aspergillus candidus</i>	0.75
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	0.90	<i>Eurotium chevalieri</i>	0.71
<i>Candida</i>	0.88	<i>Eurotium amstelodami</i>	0.70
<i>Staphylococcus aureus (aeróbico)</i>	0.86	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	0.62
		<i>Monascus bisporus</i>	0.61

Fonte: Beuchat, 1983.



Contaminación de microorganismos en materias primas y alimentos balanceados¹⁰

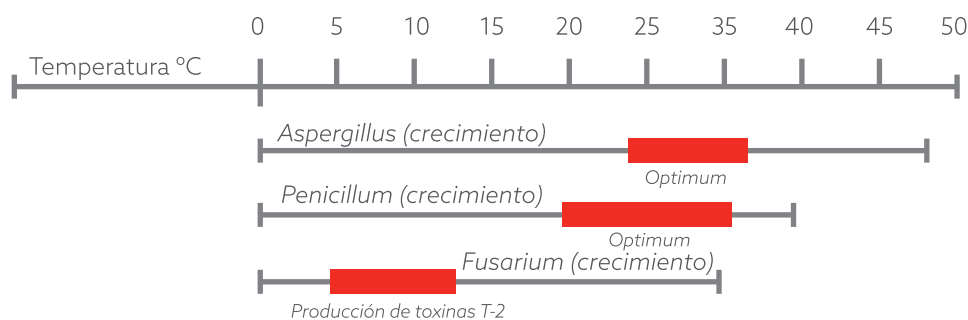
Las especies micotoxigénicas se pueden distinguir en función de la prevalencia geográfica, lo que refleja los requisitos ambientales específicos para el crecimiento y el metabolismo secundario.

Aspergillus flavus, *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus ochraceus* proliferan fácilmente en condiciones cálidas y húmedas y, en consecuencia, las micotoxinas de *Aspergillus* predominan en productos vegetales de los trópicos y otras regiones cálidas.

Penicillium expansum y *Penicillium verrucosum* son esencialmente hongos de zonas templadas y sus micotoxinas se encuentran particularmente en los cereales.

Los hongos *Fusarium* son más ubicuos, pero incluso este género contiene especies toxigénicas que se asocian casi exclusivamente con cereales de países tropicales y subtropicales.

Los hongos tienen rangos de temperatura óptimos, pero se pueden encontrar escenarios muy diferentes.



Fuente: Hill, R. A et al., 1982, C. M. Christensen, et al. 1984, Rabie, C. J, et al. 1986.

Impactos de los hongos en los alimentos balanceados y las materias primas¹¹

- Reducción de los niveles de vitaminas;
- Reducción de los niveles de aminoácidos;
- Disminución de la concentración de energía;
- Producción de micotoxinas.



Además, se produce una reducción de la producción debido al desequilibrio de la microflora ruminal.

Tiamina	Reducción 49%
Niacina	Reducción 25%
Lisina	Reducción 45%
Aminoácidos totales	Reducción 21%

Fuente: Kao and Robinson, 1972.; Tindall, 1983.

Algunas especies de hongos pueden ser resistentes al tratamiento térmico y solo pueden inactivarse mediante un tratamiento químico (esporas resistentes al calor).

El proceso de peletización reduce la cantidad de hongos, sin embargo, muchas esporas de hongos permanecen en la comida. De esta manera, el proceso a menudo se ralentiza, pero no evita el inicio del crecimiento de moho y realiza un control a corto plazo, sin efecto residual.

Tiempo de multiplicación de especies de hongos¹

Algunas especies de hongos pueden germinar y duplicar colonias rápidamente, alrededor de 1 a 3 horas, y pueden ser una colonia visible en 24-48 horas (con micelio).



Calidad de alimentos balanceados¹:

Papel de los ácidos orgánicos

Los ácidos entran en contacto con la célula patógena y las moléculas no disociadas (intactas) penetran en la membrana celular. Dentro de la célula, el ácido se disocia y libera iones H^+ , reduciendo rápidamente el pH intracelular. La reducción del pH intracelular provoca la falla de las funciones internas y la energía para bombear H^+ fuera de la célula. Estos factores combinados conducen a la muerte de la célula patógena.

Papel de los tensioactivos

Los tensioactivos tienen la función de reducir la tensión superficial del agua y mejorar la humectabilidad de la matriz alimentaria a tratar.

Por tanto, aumenta la adsorción de humedad en la matriz alimentaria y mejora la gelatinización del almidón durante el proceso de granulación.

Los tensioactivos también ayudan en la superficie de contacto y la penetración de ácidos orgánicos en la matriz alimentaria a tratar.

Cuidados de almacenamiento

El cuidado es diferente para el almacenamiento en bolsas y a granel:

En el caso de alimentos balanceados en bolsas:

- Lugar seco con buena ventilación;
- No debe almacenarse con productos tóxicos, combustibles y pesticidas;
- El alimento embolsado debe estar en plataformas, al menos a 15 cm del suelo;
- Las bolsas deben mantenerse alejadas de las paredes, formando un pasillo por el que pueda pasar una persona;
- Vale la pena verificar el estado de la cubierta del depósito, si no hay canalones o canalones obstruidos;
- Preste atención a la presencia de plagas y acceso de animales domésticos.

Los alimentos balanceados a granel y los cereales almacenados también necesitan atención con respecto a su almacenamiento:

- Antes de volver a llenar el silo con un nuevo lote de alimentos, debe vaciarse y revisarse completamente;
- Los residuos en las paredes del silo, así como las manchas, son indicativos de la entrada de humedad;
- Con la tapa superior del silo cerrada, inspeccione la abertura de salida del silo para ver si la luz entra a través de cualquier agujero, placas dobladas o agujeros de tornillos faltantes;
- No olvides comprobar también el perfecto cierre de la tapa superior del silo.

Referencias bibliográficas:

1 - Kemin reference: PRE-16-00345

2 - LABUZA, T. P.; TANNEMBAUM, S. R.; KAREL, M. Water content and stability of low moisture and intermediate-moisture foods. Food Technology. p .543-550, 1970.

3 - A diferença entre Atividade de Água (Aw) e o Teor de Umidade nos alimentos, 2016. FoodSafety Brazil. Por Humberto Vinicius Faria da Cunha.

4 - Barbosa Canovas., G.V., Fontana, Jr, A.J., Schmidt, S.J., and Labuza, T.P. (Ed.),, Water activity in foods: fundamentals and application, 2008. Blackwell Publishing.

5 - Gilpin et al., 2002; Moritz et al., 2002.

6 - Nutriagindo. Por Marina Coelho e Thais Oliveira. Amido, 2014.

7 - Powitz R. W. 2007; Rahman, M.S. et al., 2009.

8 - Onigbinde and Akinyele., 1989; Desrosiers et al., 1987.

9 - Beuchat, 1983.

10 - D'Mello, 2000.

11 - Kao and Robinson, 1972.; Tindall, 1983.

Bartov, I., 1983. Poultry Sci. 62: 2195-2200.

Hill, R. A., D. M. Wilson, W. W. McMillian, N. W. Widstrom, R. J. Cole, T. H. Sanders and Blankenship (1984) "Ecology of the Aspergillus group and aflatoxin formation in maize and ground nuts" from Tricothecenes and other Mycotoxins, ed. by J. Lacy, J. Wiley and Sons, pp 79-95; Storage of Cereal Grains and their Products (1982) ed. by C. M. Christensen, Amer. Assoc. Cereal Chem., St. Paul, Minn., pp 1-544; Bullerman, L. B., L. L. Schroeder and K. Y. Park (1984) J. Food Protection 47: 637-646; and Rabie, C. J., E. W. Sydenham, P. G. Thiel, A. Lubben and W. F. O. Marasas (1986) App. and Envir. Microbiol. 52: 594-59.

**Kemin® Nutrição
e Saúde Animal**

Rua Krebsfer, 736
Macuco
Valinhos/SP
+55 19 3881-5700

www.kemin.com/sa