



Uso de Aditivos Biológicos en Ensilaje de Maíz

Rolando Demanet Filippi
Universidad de La Frontera

Osorno, 7 de Abril de 2011
Jornada de producción de Maíz para ensilaje. Pioneer. Hotel Sonest

«Al año 2020, se pretende alcanzar una recepción anual de 4 mil millones de litros de leche, correspondiente a un incremento de 7% anual, para lo cual se requerirá que el rebaño crezca a una tasa de al menos 4,5% al año, superando las 750 mil vacas y manteniendo una producción promedio país de 5 mil L/vaca»

***Estrategia de desarrollo competitivo del sector Lácteo Chileno.
Periodo 201 – 2020. Consorcio Lechero***

«El sector ganadero de carne bovina ha proyectado un incremento de masa, no definida, pero que tiene por objetivo regularizar la entrega de terneros y abastecer el mercado nacional en todas las categorías»

Fedecarne Chile, 2010.

¿Qué rol cumple el cultivo de maíz para ensilaje en este escenario?



Se estima que esta temporada en la región sur del país existe una superficie aproximada de 7.000 hectáreas de maíz para ensilaje, entre la Región de La Araucanía y la Región de Los Lagos

Es probable que si las proyecciones realizadas por las organizaciones ganaderas se cumplan, en los próximos años el cultivo del maíz debería alcanzar una superficie superior a 12.000 hectáreas

Evolución de la Tecnología del Cultivo de Maíz para Ensilaje

Hoy existe una mayor oferta de híbridos en el mercado y ya son mas de siete las empresas interesadas en introducir nuevos materiales al mercado local

Los híbridos ya no compiten por rendimiento sino por características específicas de calidad y tolerancia a condiciones extremas



Precocidad, tolerancia a bajas temperaturas, contenido de carbohidratos, stay green, digestibilidad, tolerancia a plagas, altura de inserción de la mazorca, relación mazorca – planta entera y contenido de almidón a la cosecha son algunos de los atributos que las compañías buscan en la introducción de nuevos híbridos.

La tecnología del cultivo de Maíz Ensilaje



Barbecho químico











6 14:18















Ear Tillering











SUBITO

5412

SOLUTION

7012

NESICIO

6512

APTITUD

6412

SUNARO

5112

TANGO

5612

SURPRISE

5512

SENSATION

6612

MONROE

PIONEER 396





El ensilaje es una técnica de preservación de forraje que se logra por medio de la fermentación láctica bajo condiciones anaeróbicas

Las bacterias epifíticas de ácido láctico fermentan los carbohidratos hidrosolubles (CHS) del forraje, produciendo ácido láctico y en menor cantidad, ácido acético

Al generarse estos ácidos, el pH del material ensilado baja a un nivel que inhibe la presencia de microorganismos que inducen la putrefacción

Fase aeróbica

- ✓ **Tiene una duración de sólo pocas horas**
- ✓ **El oxígeno atmosférico presente en la masa vegetal disminuye rápidamente debido a la respiración de los materiales vegetales y a los microorganismos aeróbicos y aeróbicos facultativos como las levaduras y las enterobacterias.**

Fase aeróbica

- ✓ **Además, hay una actividad importante de varias enzimas vegetales, como las proteasas y las carbohidrasas, siempre que el pH se mantenga en el rango normal para el jugo del forraje fresco (pH 6,5-6,0).**

Fase de fermentación

- ✓ **Se inicia al producirse un ambiente anaeróbico.**
- ✓ **Su duración puede ser varios días o semanas y depende de las características del material ensilado y condiciones de elaboración.**

Fase de fermentación

- ✓ **Si la fermentación se desarrolla con éxito, la actividad de las bacterias ácido lácticas proliferará y se convertirá en la población predominante.**
- ✓ **A causa de la producción de ácido láctico y otros ácidos, el pH bajará a valores entre 3,8 a 5,0.**

Fase estable

- ✓ **Mientras se mantenga el ambiente sin aire, ocurren pocos cambios.**
- ✓ **La mayoría de los microorganismos de la Fase de fermentación lentamente reducen su presencia.**

Fase estable

- ✓ **Algunos microorganismos acidófilos sobreviven este período en estado inactivo y otros, como clostridios y bacilos, sobreviven como esporas.**

Fase estable

- ✓ **Sólo algunas proteasas y carbohidrasas, y microorganismos especializados, como *Lactobacillus buchneri* que toleran ambientes ácidos, continúan activos pero a menor ritmo.**

Fase de deterioro aeróbico

- ✓ **Esta fase comienza con la apertura del silo y la exposición del ensilaje al aire**

El período de deterioro tiene dos etapas:

- 1. Degradación de los ácidos orgánicos que conservan el ensilaje, por acción de levaduras y ocasionalmente por bacterias que producen ácido acético. Genera aumento en el valor del pH**
- 2. Aumento de la temperatura y la actividad de microorganismos que deterioran el ensilaje, como algunos bacilos.**

Período de Deterioro

Incluye la actividad de otros microorganismos aeróbicos –también facultativos- como hongos y enterobacterias.

Período de Deterioro

El deterioro aeróbico ocurre en casi todos los ensilajes al ser abiertos y expuestos al aire.

La tasa de deterioro depende de la concentración y de la actividad de los organismos que causan este deterioro en el ensilaje



Tiempo de Cosecha

***No cabe duda que uno de los momentos
mas críticos de este cultivo es definir el
momento exacto de cosecha***

Tiempo de Cosecha

El momento ideal para cosechar el maíz de ensilaje es cuando el contenido de materia seca de la planta entera posee entre 30 y 38%.

Tiempo de Cosecha

Cosechas tempranas generan una reducción de rendimiento y pérdidas por excesos de efluentes.

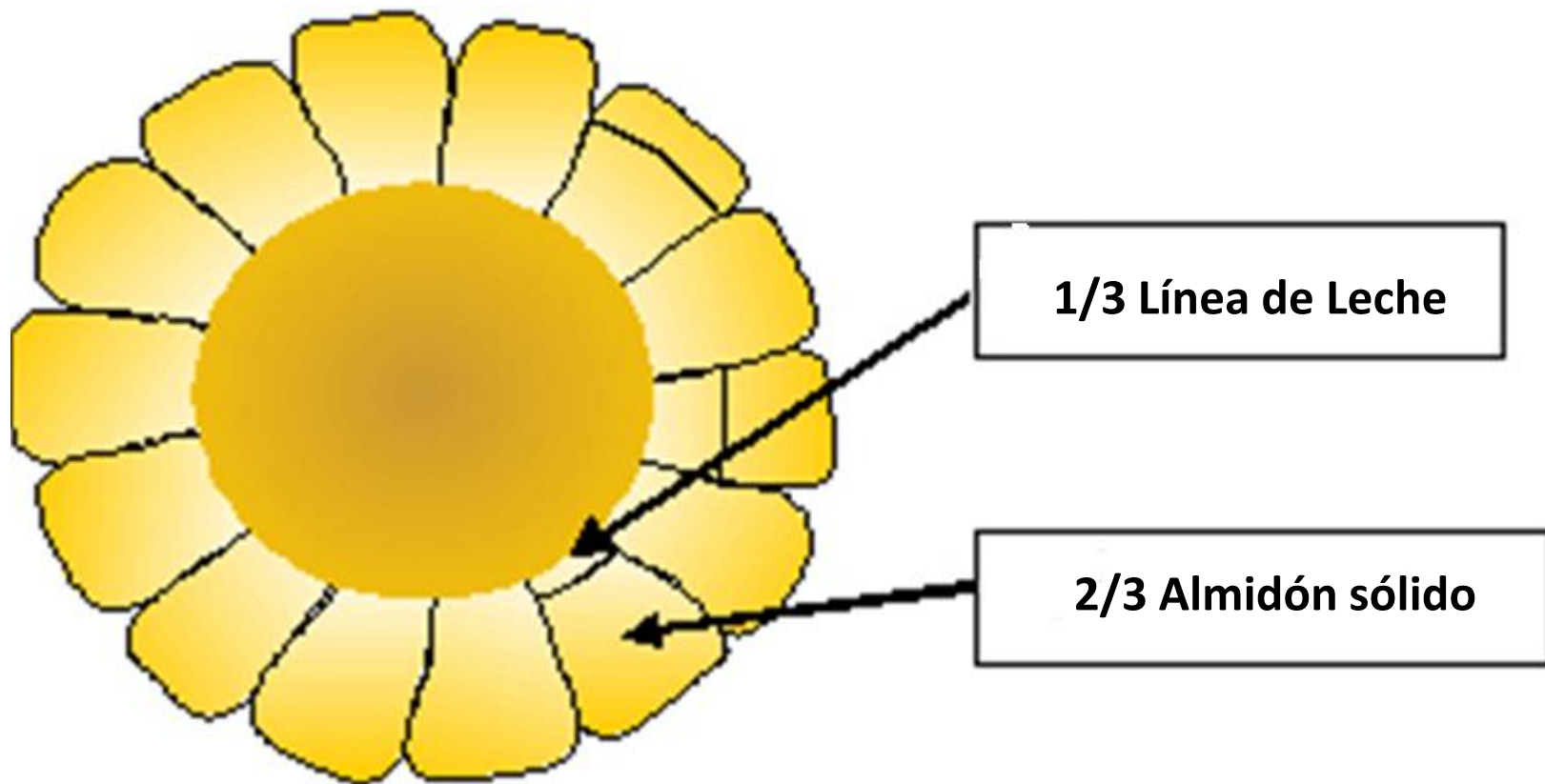
Reducción en el contenido de almidón de la planta.

Tiempo de Cosecha

Cosechas tardías producen aumento del contenido de FDN, disminución de la digestibilidad y dificultad en la compactación del producto.

Tiempo de Cosecha

Un buen indicador para determinar si las planta completa posee entre 30 y 38% de materia seca es observar la línea de la leche



Momento optimo para inicio de cosecha

Aditivos Biológicos en la Elaboración de Ensilaje de Maíz

Aunque la fermentación del ensilaje ocurre naturalmente bajo condiciones anaeróbicas debido a la población natural de bacterias en la planta, la velocidad y eficiencia en la fermentación (disminución del pH) es variable, dependiendo del número y tipo de bacterias productoras de ácido láctico en el cultivo

La rapidez con que disminuye el pH afecta la cantidad de azúcares utilizados por las bacterias, la preservación de la proteína verdadera, la cantidad de ácidos láctico, acético y etanol, y finalmente la calidad del ensilado

¿Qué son los inoculantes biológicos?

Los inoculantes biológicos contienen bacterias seleccionadas para dominar la fermentación de los cultivos en el ensilaje

Los inoculantes están divididos en dos categorías dependiendo de como fermentan un azúcar común en la planta, la glucosa.

Los homofermentadores producen solo ácido láctico y dentro de ellos se encuentran especies de Lactobacillus como Lactobacillus plantarum, y especies de Pediococcus spp, y Enterococcus spp.

Los heterofermentadores producen ácido láctico, ácido acético o etanol, y bióxido de carbono.

Lactobacillus buchneri es el mejor ejemplo de un heterofermentador.

¿Cuál es la diferencia en fermentación entre microorganismos homofermentativos y heterofermentativos?

Los homofermentativos son mas eficientes en el uso de la energía que los heterofermentativos.

Durante la homofermentacion, cada molécula de glucosa produce dos moléculas de ácido láctico, una mayor recuperación de materia seca y poca perdida de energía en el ensilaje.

La adición de bacterias homofermentadoras ayuda a disminuir más rápido el pH, inhibiendo otras bacterias y conservando la proteína de la planta.

Una rápida disminución en el pH y un bajo pH al final puede inhibir las bacterias de Clostridia que producen ácido butírico.

Menos ácido acético, butírico, y etanol es producido durante la homofermentación, la cual mejora la recuperación de material seca en un 2% a 3 % comparado con la heterofermentación.

Los inoculantes homofermentativos pueden mejorar el desempeño animal en un 3 a 5%, esto en base a que en la mitad de los experimentos de investigación revisados así se reportó (Kung and Muck, 1997).

Menos ácido acético, butírico, y etanol es producido durante la homofermentación, la cual mejora la recuperación de material seco en un 2% a 3 % comparado con la heterofermentación.

Los inoculantes homofermentativos pueden mejorar el desempeño animal en un 3 a 5%, esto en base a que en la mitad de los experimentos de investigación revisados así se reportó (Kung and Muck, 1997).

¡Cuidado con el Tipo de Inoculantes!

En los inoculantes homofermentadores el cambio hacia ácido láctico puede generar en los ensilajes de maíz, cereales de grano pequeño y otros con un pH normalmente bajo, una mayor susceptibilidad a calentarse durante el proceso de remoción del silo (la estabilidad aeróbica se reduce).

Problemas de Deterioro Aeróbico

- 1. Alto contenido de materia seca***
- 2. Alto contenido de azúcar***
- 3. Compactación inadecuada***
- 4. Sellado inadecuado***
- 5. Apertura demasiado temprana***
- 6. Alta temperatura ambiente***
- 7. Baja frecuencia de retiro del material***
- 8. Uso de maquinaria de excavación***
- 9. Mal diseño de silos***

Lactobacillus buchneri es la principal bacteria heterofermentativa usada como inoculante para ensilaje.

Estas bacterias pueden convertir ácido láctico a ácido acético y otros productos.

El ácido acético es un buen inhibidor de levaduras y hongos que provocan incremento de la temperatura y pudrición del ensilaje..

Con Lactobacillus buchneri la estabilidad aeróbica es consistentemente mejorada en los ensilados y maíces de alta humedad.

La mayor concentración de ácido acético producido por Lactobacillus buchneri decrece el crecimiento de levaduras y hongos que provocan que el ensilado se caliente y pudra

***¿A que contenido de humedad del forraje
un inoculante funciona mejor?***

Un inoculante puede trabajar bien en cualquier contenido de humedad.

Sin embargo, pocos tipos de bacterias naturales productoras de ácido láctico crecen bien bajo condiciones mas secas.

Esto sugiere que los inoculantes podrían ser exitosos mas frecuentemente en cultivos más secos

***¿Que ventajas tiene el uso de estos
aditivos en los ensilajes de Maíz?***

Acelerar y mejorar el proceso de fermentación, conservando el valor nutricional del material original y reduciendo las pérdidas de materia seca durante el proceso de fermentación y conservación del ensilaje.

***Permite un mejor uso del almidón y la fibra
del forraje conservado***

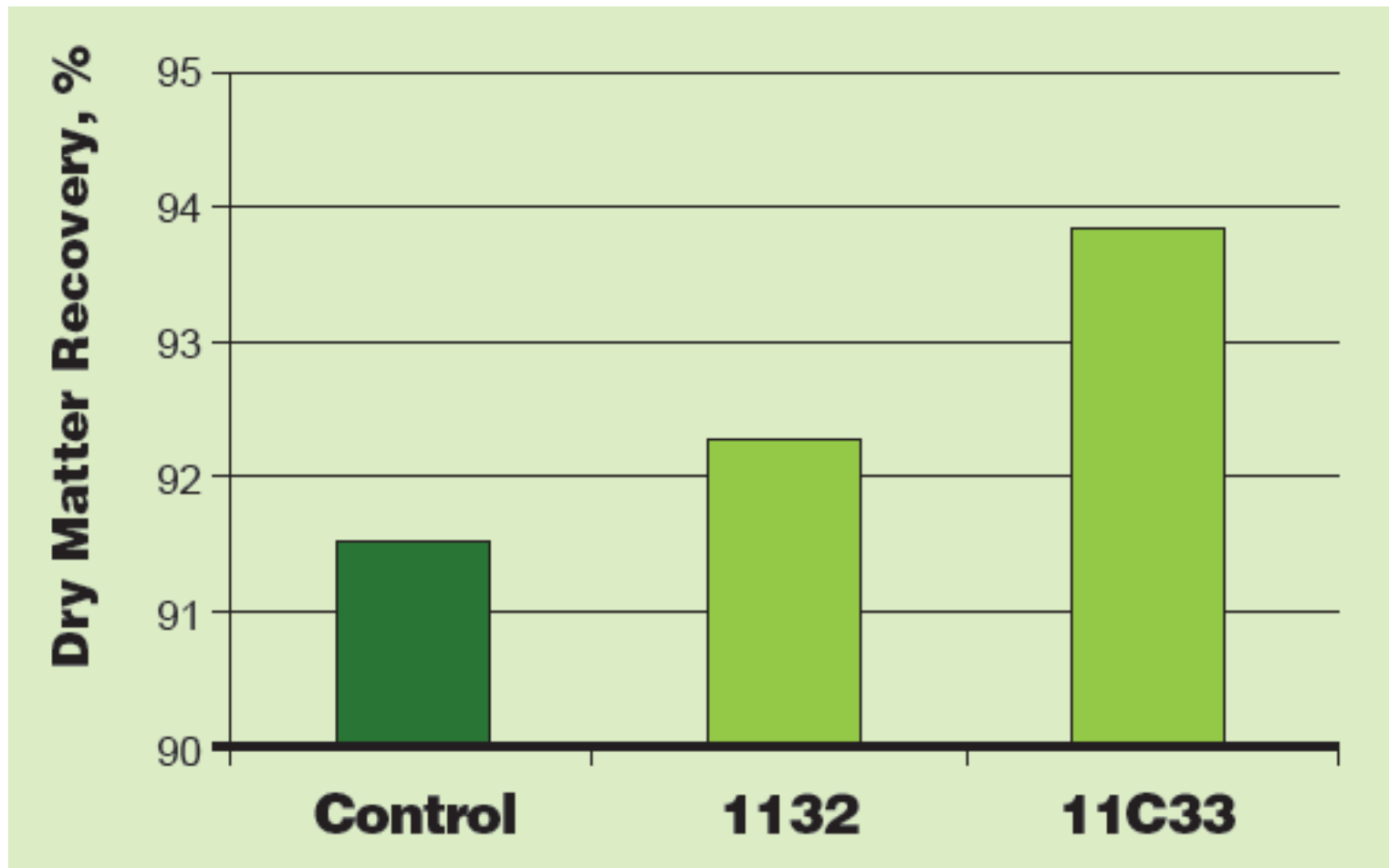
***Mejora la eficiencia de uso de proteína
producto de la reducción de la producción
de amoniaco***

***Extiende la vida útil del ensilado mediante
la reducción de las pérdidas ocasionadas
por hongos y levaduras***

Logra mejorar la calidad del producto que se entrega al animal en el corral o en el potrero

***Permite obtener un producto uniforme,
que mantiene la temperatura durante todo
el proceso de entrega del alimento al
ganado***

Una vez entregado en el comedero el ensilaje mantiene una temperatura fresca que facilita la ingesta , permite un mejor uso del forraje e incluso el rechazo utilizado para otros grupos de animales es mejor aprovechado



% Pérdida total de materia seca de ensilado de maíz tratado con inoculantes biológicos (promedio de 47 muestras)

La pérdida de materia seca total es la suma de la pérdida de materia seca durante la fermentación anaeróbica y después de la exposición al oxígeno

Diversas son las bacterias que se utilizan en la elaboración de los aditivos biológicos, sin embargo las mas importantes corresponden a

1.- Lactobacillus buchneri

2.- Lactobacillus plantarum

3.- Enterococcus faecium

Nombres científicos de bacterias ácido lácticas

Homofermentativas

Lactobacillus plantarum

Lactobacillus casei

Pediococcus cerevisiae

Pediococcus acidilactici

Streptococcus fecalis

Streptococcus lactis

Streptococcus faecium

Heterofermentativas

Lactobacillus brevis

Lactobacillus fermentum

Lactobacillus buchneri

Leuconostoc cremoris

| Tipo de Inóculo | Aditivo 1 | Aditivo 2 | Aditivo 3 | Aditivo 4 | Aditivo 5 |
|--------------------|--|--|---|--|---|
| Homofermentativa | <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Pediococcus pentosaceus</i> | <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus acidophilus</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Bacteria lactica sorgo S1</i> <i>Lactobacillus curvatus maiz</i> | <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus salivarius</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Enterococcus faecium</i> | <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus brevis</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Streptococcus diacetylactis</i> | <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Pediococcus acidilactici</i> <i>Enterococcus faecium</i> <i>Lactococcus lactis</i> |
| Heterofermentativa | | | | | |
| Enzimas | | Complejo multienzimático celulolítico | Amylase Cellulase Xylanase Pentosanasa | | Enzimas |



**Los Aditivos mejoran La Fermentación
Pero no hacen Milagros**



Lactobacillus buchneri

L. buchneri es una bacteria ácido láctica que produce un amplio espectro de ácidos grasos volátiles durante la fermentación de ensilaje, que puede ayudar a disminuir sustancialmente el crecimiento de las levaduras y hongos responsables por el deterioro de ensilaje.

***¿Es adecuado mezclar *Lactobacillus buchneri*
con *Lactobacillus plantarum*?***

Hu W, Schmidt RJ, McDonnell EE, Klingerman CM, Kung L Jr. En su investigación «The effect of Lactobacillus buchneri 40788 or Lactobacillus plantarum MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents», publicada en J Dairy Sci. 2009 Aug;92(8):3907-14, ***demonstraron que ambas bacterias pueden mejorar la estabilidad y fermentación anaeróbica del ensilaje de maíz en diferentes estados de madurez.***

Diversos Trabajos han demostrado las cualidades de las mezclas de bacterias

- I. The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *Filya I, Sucu E, Karabulut A. J Appl Microbiol. 2006 Dec; 101(6):1216-23.***

- II. *The role of Lactobacillus buchneri in forage preservation. Holzer M, Mayrhuber E, Danner H, Braun R. Trends Biotechnol. 2003 Jun; 21(6):282-7.***

- III. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. *Filya I. J Appl Microbiol. 2003; 95(5):1080-6.***

Las empresas ofrecen al productor diversos tipos de aditivos biológicos donde la presencia de estas bacterias quedan especificadas en las etiquetas de los productos, al igual que su concentración.

La diferencia que se establece entre los productos se encuentra en la efectividad y concentración de las cepas de cada bacteria componente del aditivo

Las cepas componentes de un aditivo deben ayudar a mejorar la calidad nutricional, reducir la ocurrencia de fermentaciones indeseables (incremento de temperatura) y evitar las pérdidas de materia seca del material almacenado

La aplicación de estas bacterias al ensilaje permiten acelerar el proceso de fermentación y generación de un pH ácido, lo que resulta en una mejor calidad y mayor valor nutritivo, que conduce a un mejor rendimiento de los animales.

La adición de aditivos biológicos al ensilaje mejora la recuperación de la materia seca hasta en un 2,5% en comparación con ensilajes no tratados

Reduce la temperatura y aumenta la vida útil del ensilaje en comparación al no tratado

Reduce las pérdidas generadas por fermentaciones indeseables.

Aumenta la estabilidad del producto conservado y con ello logra hacer mas eficiente la transformación del forraje en producto animal.

***Efecto de la aplicación de aditivos biológicos
en la producción animal***

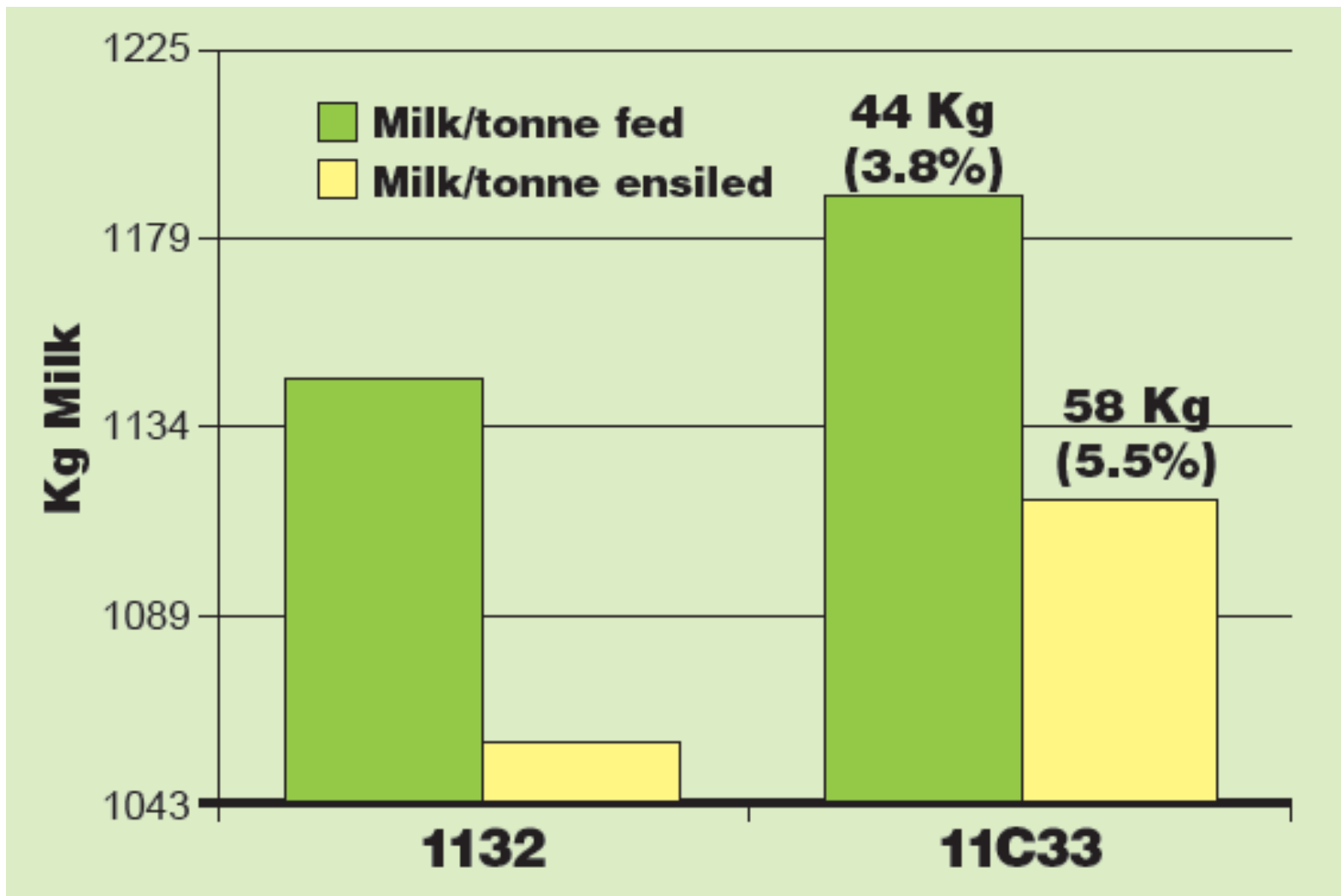
***Calculo de la relación kg Leche/kg ración y
kg Leche/kg de ensilaje base materia seca***

***A partir de la digestibilidad de la FDN se calculo el
rendimiento en producción de leche utilizando el
programa Milk2000 de la Universidad de
Wisconsin***

Calculo de la relación kg Leche/kg ración y kg Leche/kg de ensilaje base materia seca

Los litros de leche por tonelada de ensilaje alimentados se obtuvo directamente por el programa Milk2000.

Los litros de leche por tonelada ensilada se calculó considerando los niveles de recuperación de materia seca antes mencionados (2,5%)



Incremento de la producción de leche a partir del uso de dos aditivos biológicos.

Deterioro del Ensilaje

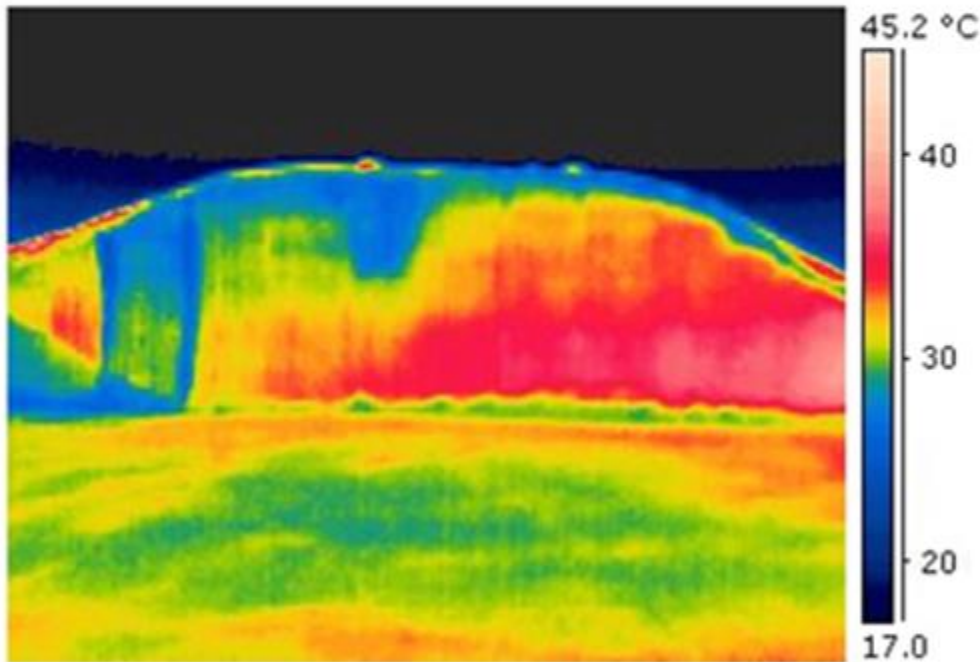
¿Cómo se puede ver el deterioro del ensilaje sin modificar el contenido de los silos?

Deterioro del Ensilaje

Con el uso de la termografía infrarroja las pérdidas pasan a ser «visibles» y el ganadero puede seleccionar el área de uso de los ensilajes de acuerdo a un mapa construido por una cámara infrarroja



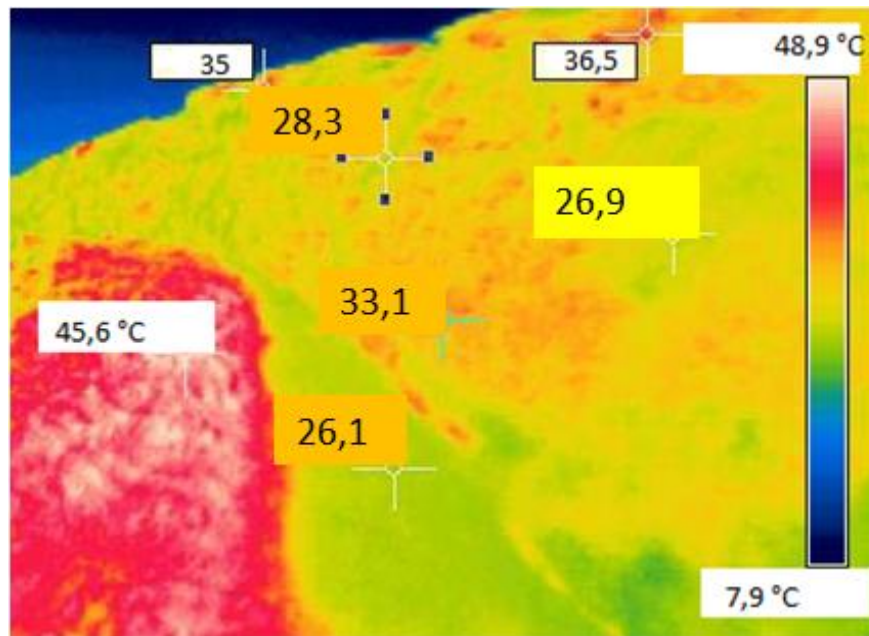
Uso de Termografía Infrarroja en Ensilaje de Maíz



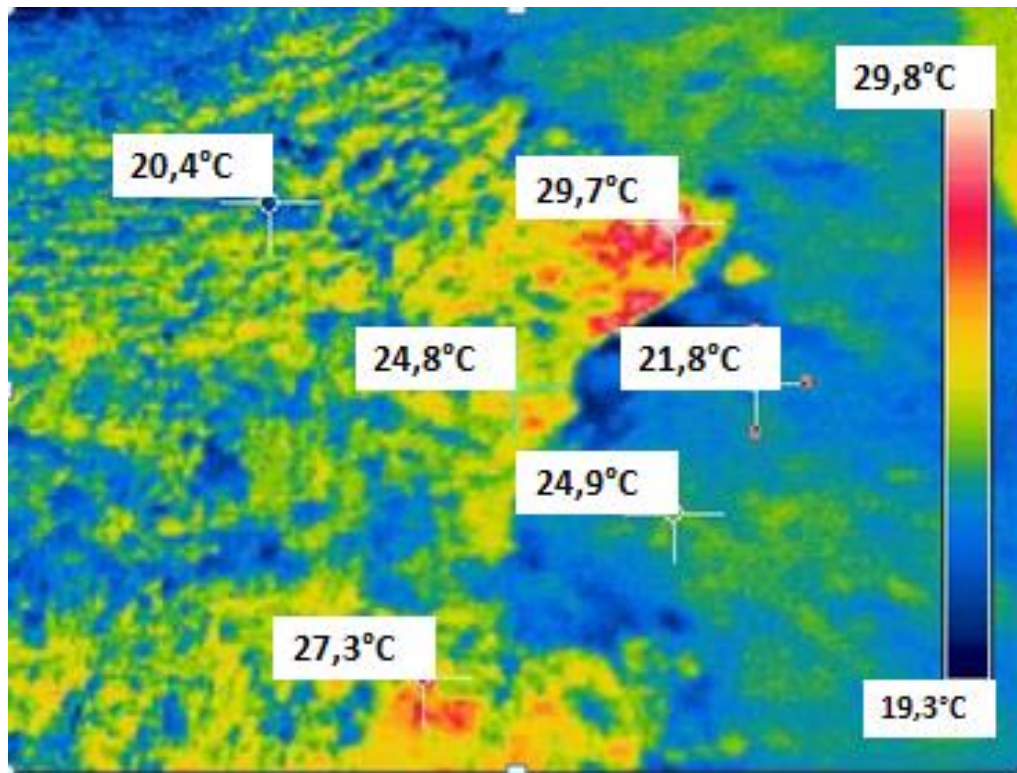
| RILEVAMENTO | |
|--|------------|
| data | 09/06/2006 |
| ora | 16.27 |
| Temp. atmosferica | + 17 °C |
| Tipo di Struttura | Trincea |
| Tipo di Insilato | Silomais |
| Trattamento | |
| Osservazioni | |
|  | |

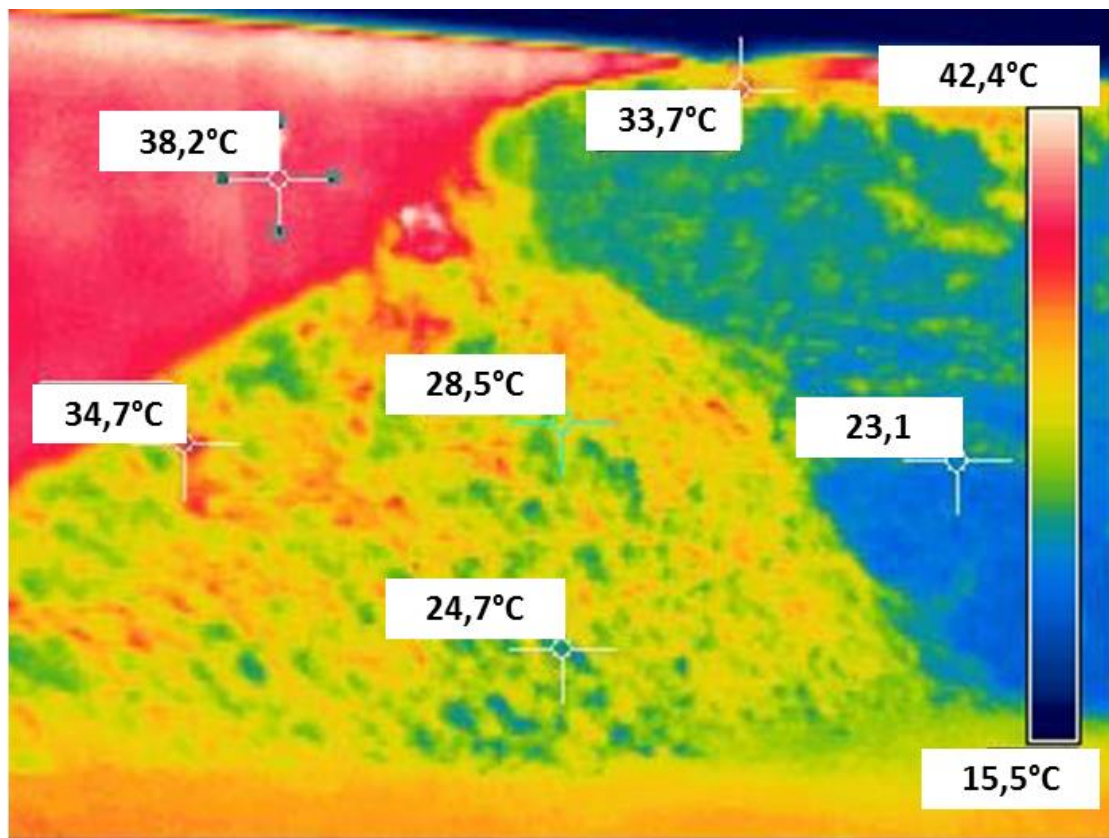
***Fácilmente se puede observar las áreas de alta actividad y mayor temperatura
La temperatura ambiente es 17°C***

Ensilaje de mala consistencia con bolsas de calentamiento activo pueden ser fácilmente observadas en ensilajes que no se inoculan con aditivos biológicos.

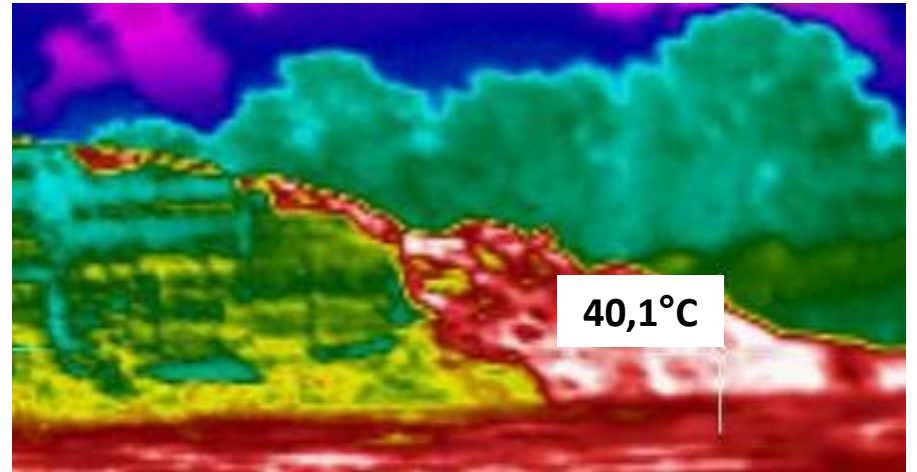


***Determinación de la calidad de
Ensilaje no Inoculado
sometido a movimiento con cargador frontal***





Henilaje sin Inocular

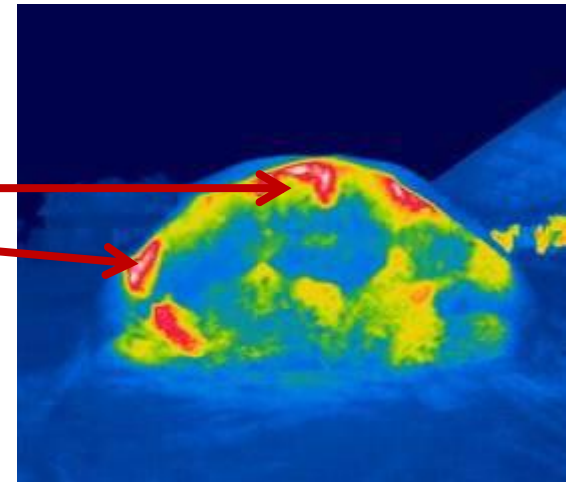


Ensilaje de Maíz sin Inocular



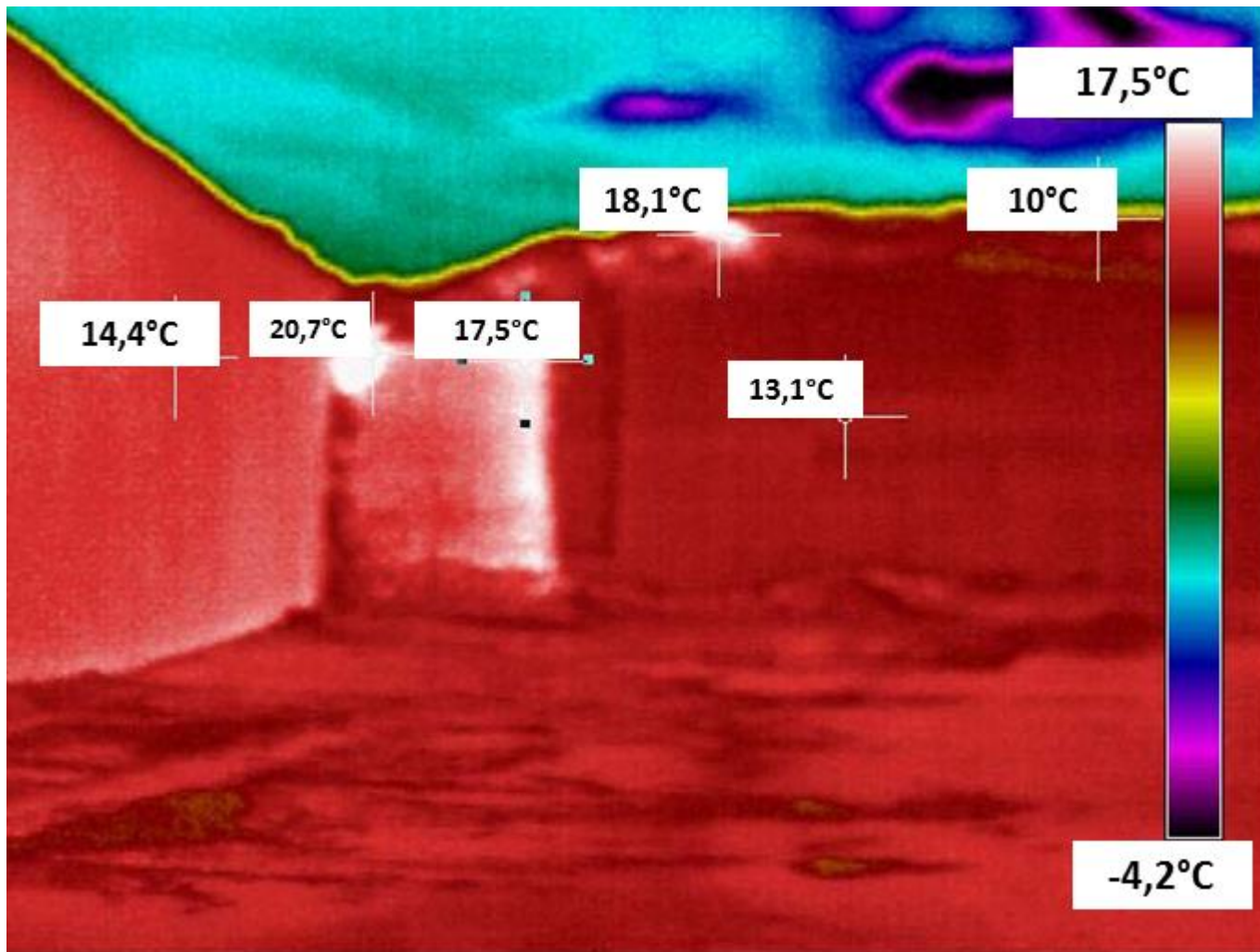
***Almacenaje de Maíz
Sin inocular***

Las áreas que han tenido más tiempo para que el oxígeno penetre, se estimula el crecimiento de bacterias aeróbicas y microorganismos que incrementan la temperatura de la masa del ensilaje organismos causantes de calefacción





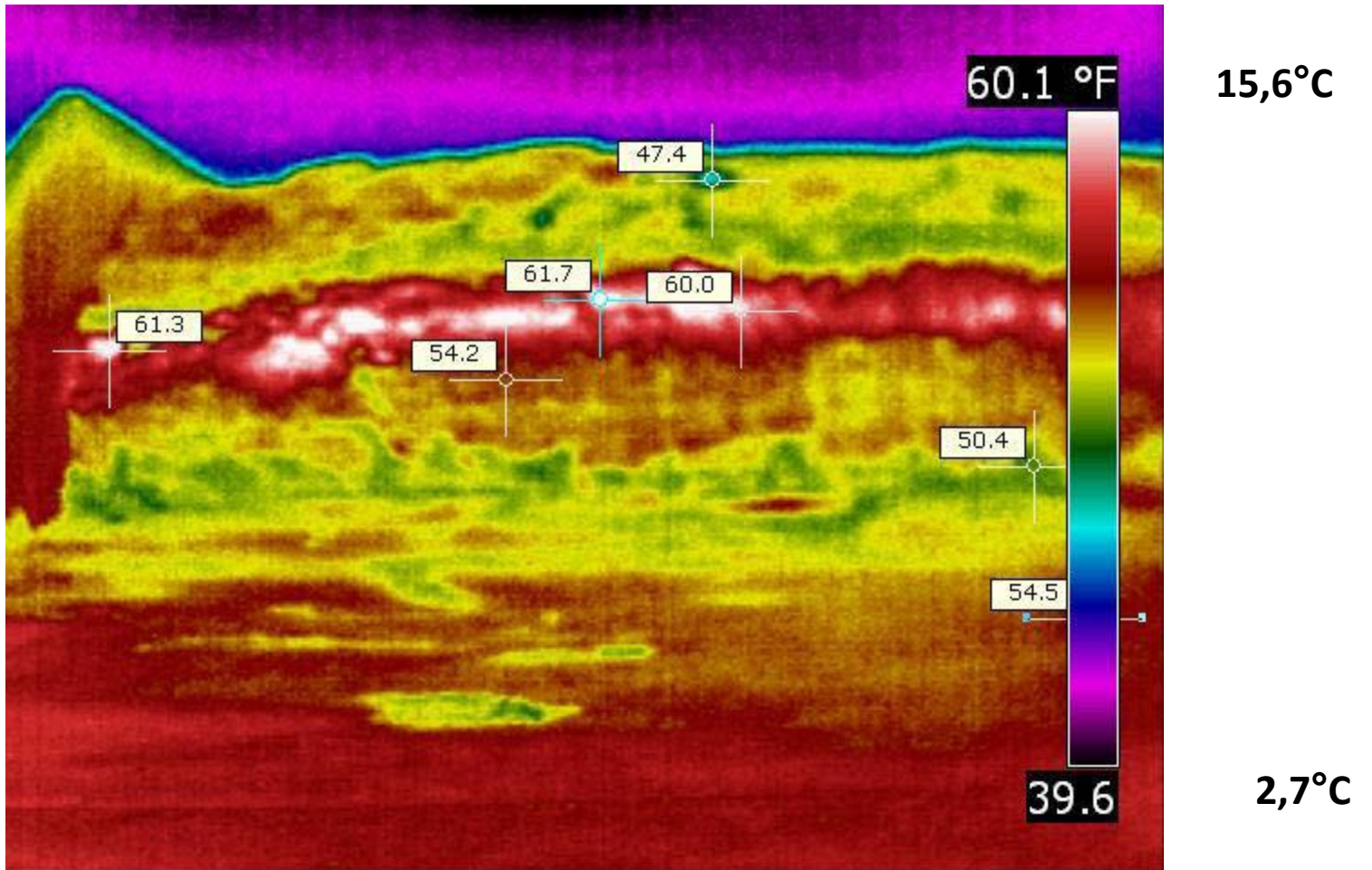
Visión de la cara expuesta de un ensilaje no inoculado



Visión de la cara expuesta de un ensilaje no inoculado



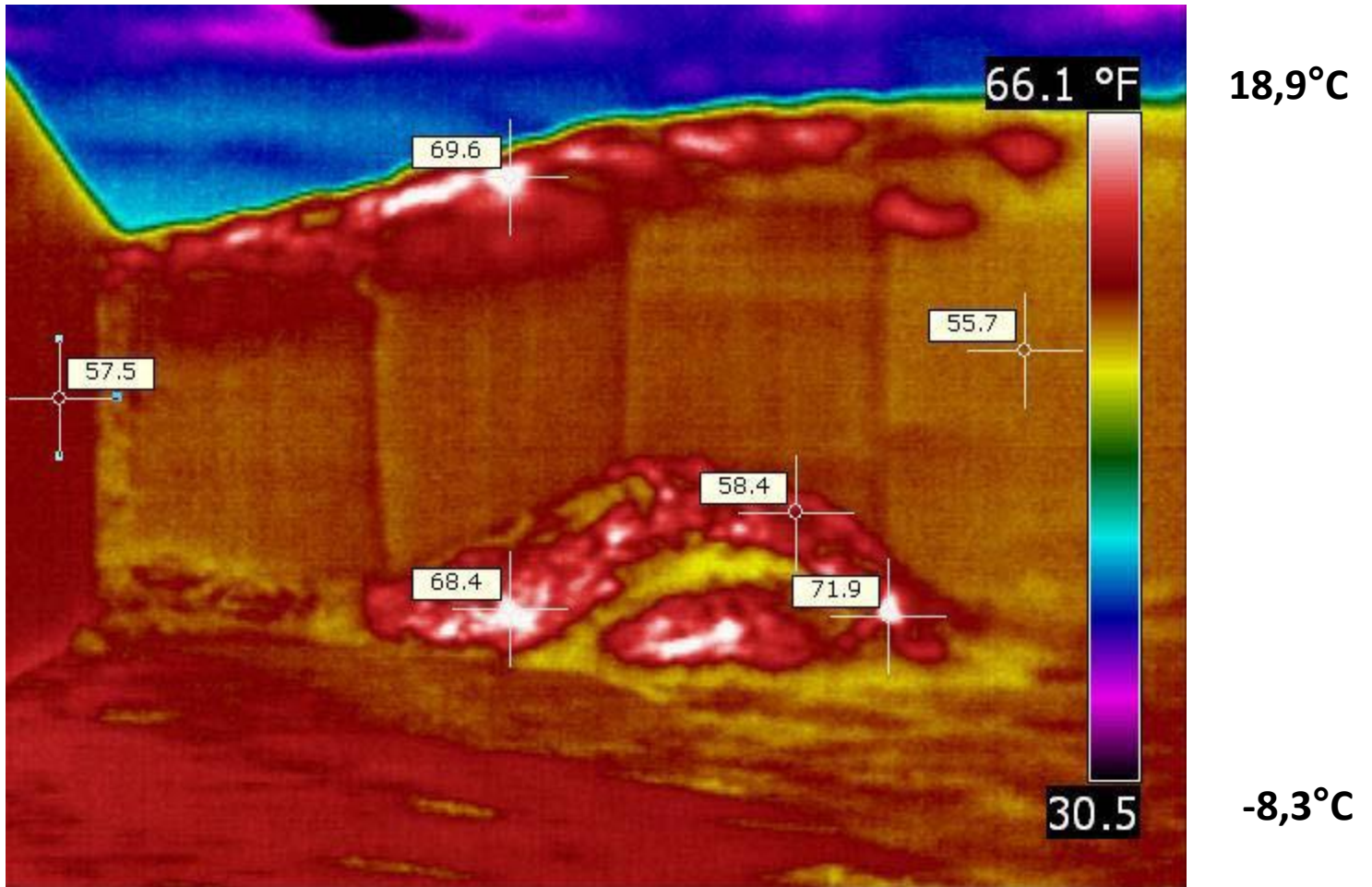
Henilaje de Alfalfa no tratado con inoculante



Henilaje de Alfalfa no tratado con inoculante



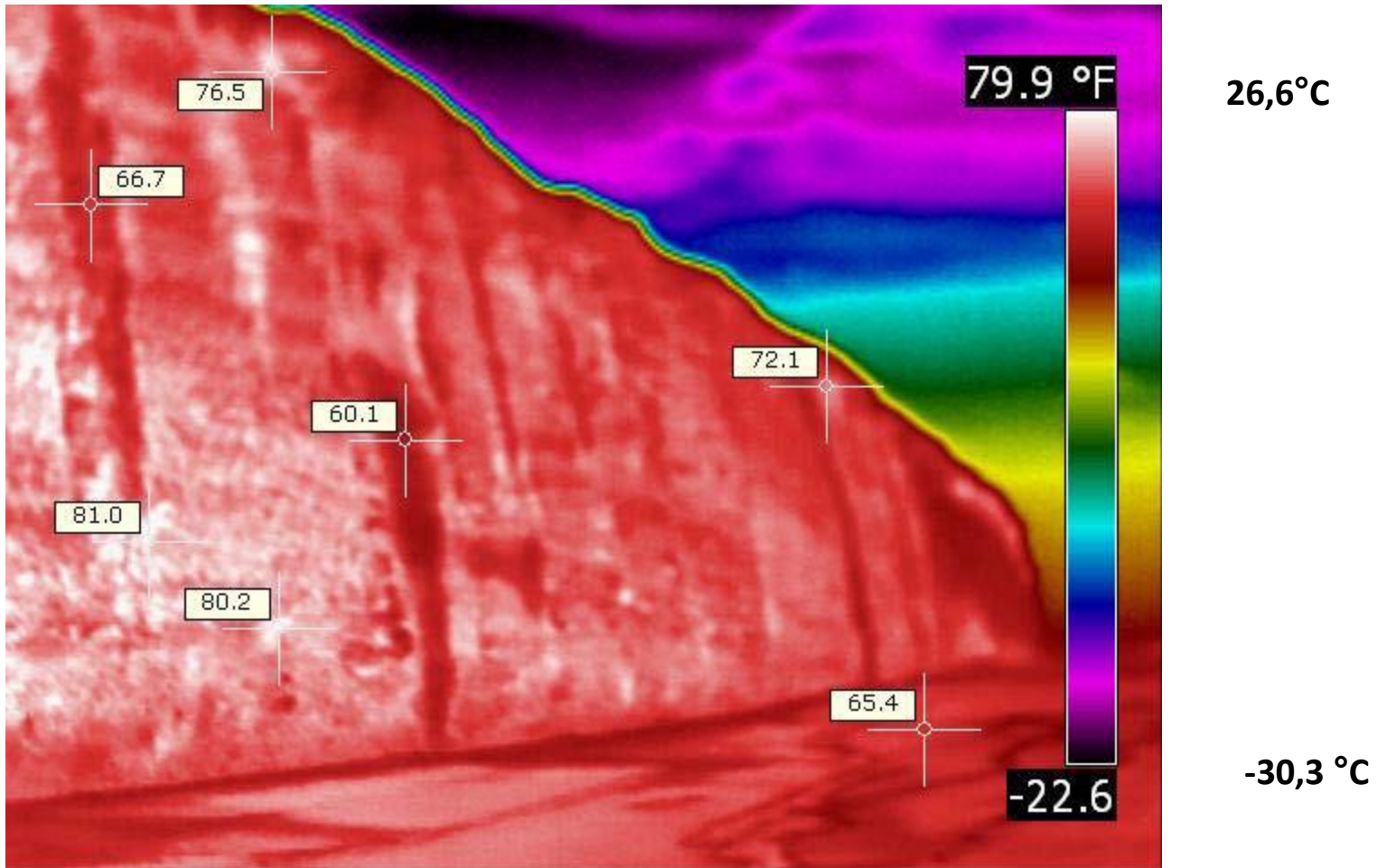
Ensilaje de Sorgo no tratado con inoculante



Ensilaje de Sorgo no tratado con inoculante



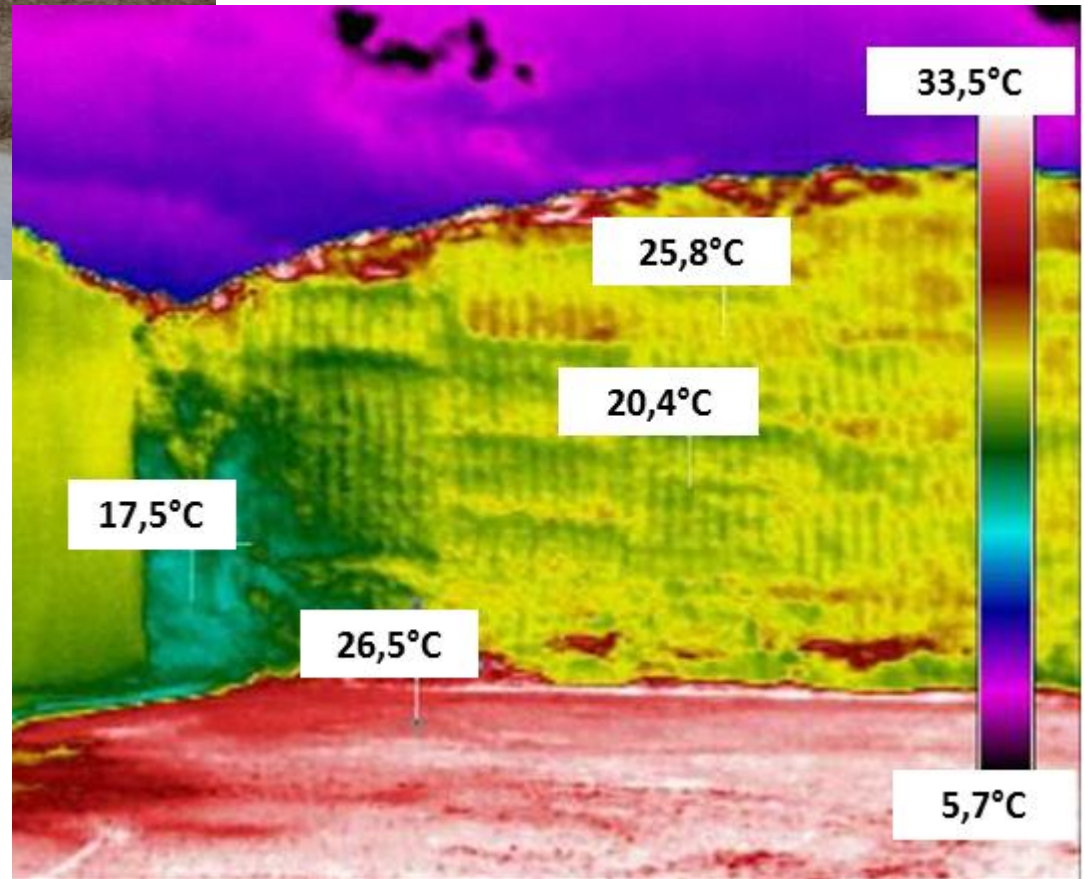
Exposición de la cara del ensilaje a condiciones aeróbicas



Al menos el 50% de la materia seca expuesta se va a perder en las primeras tres pulgadas de profundidad

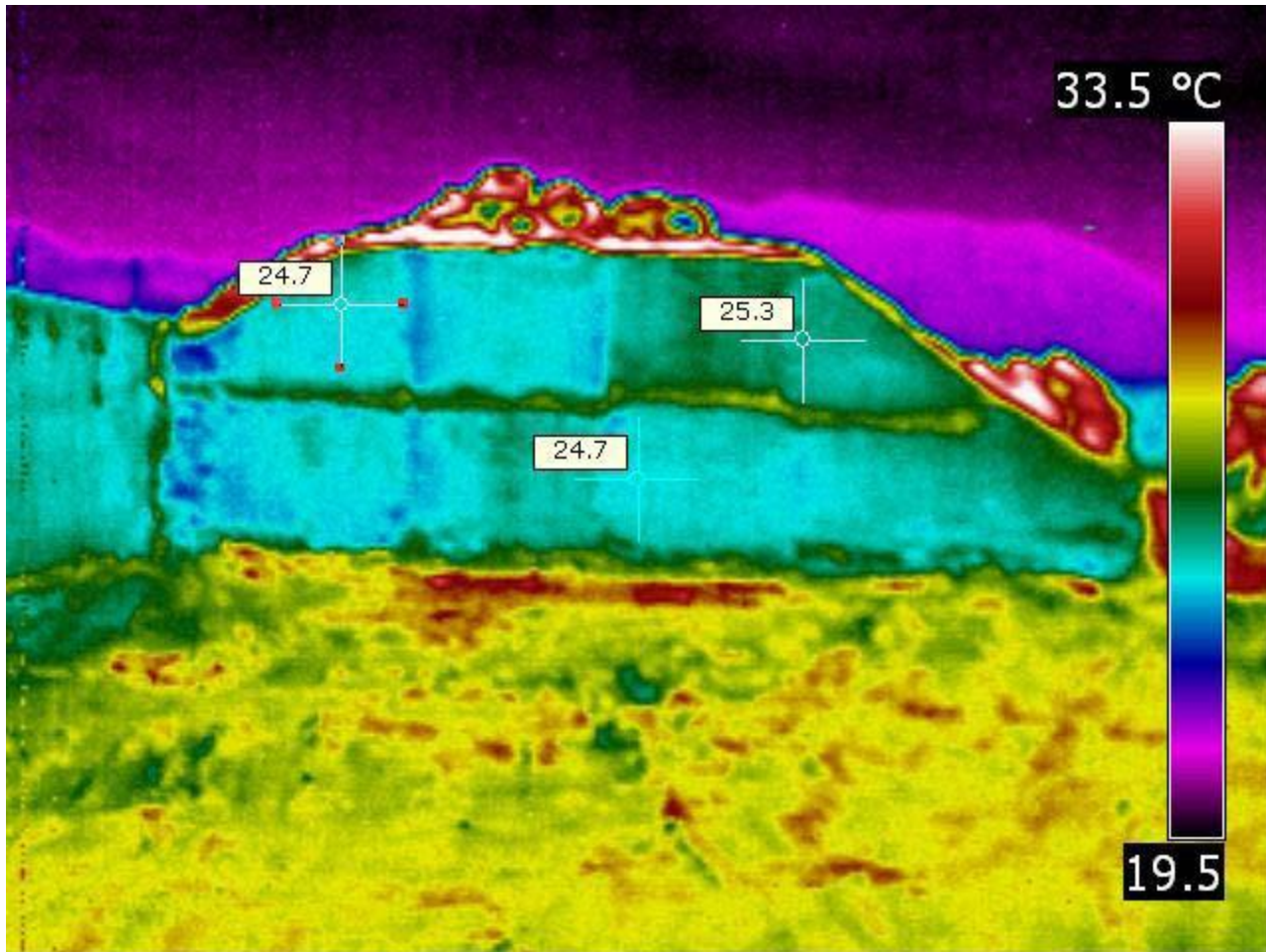


**Ensilaje de maíz
Inoculado con Aditivos biológico
que contiene *L. buchneri***





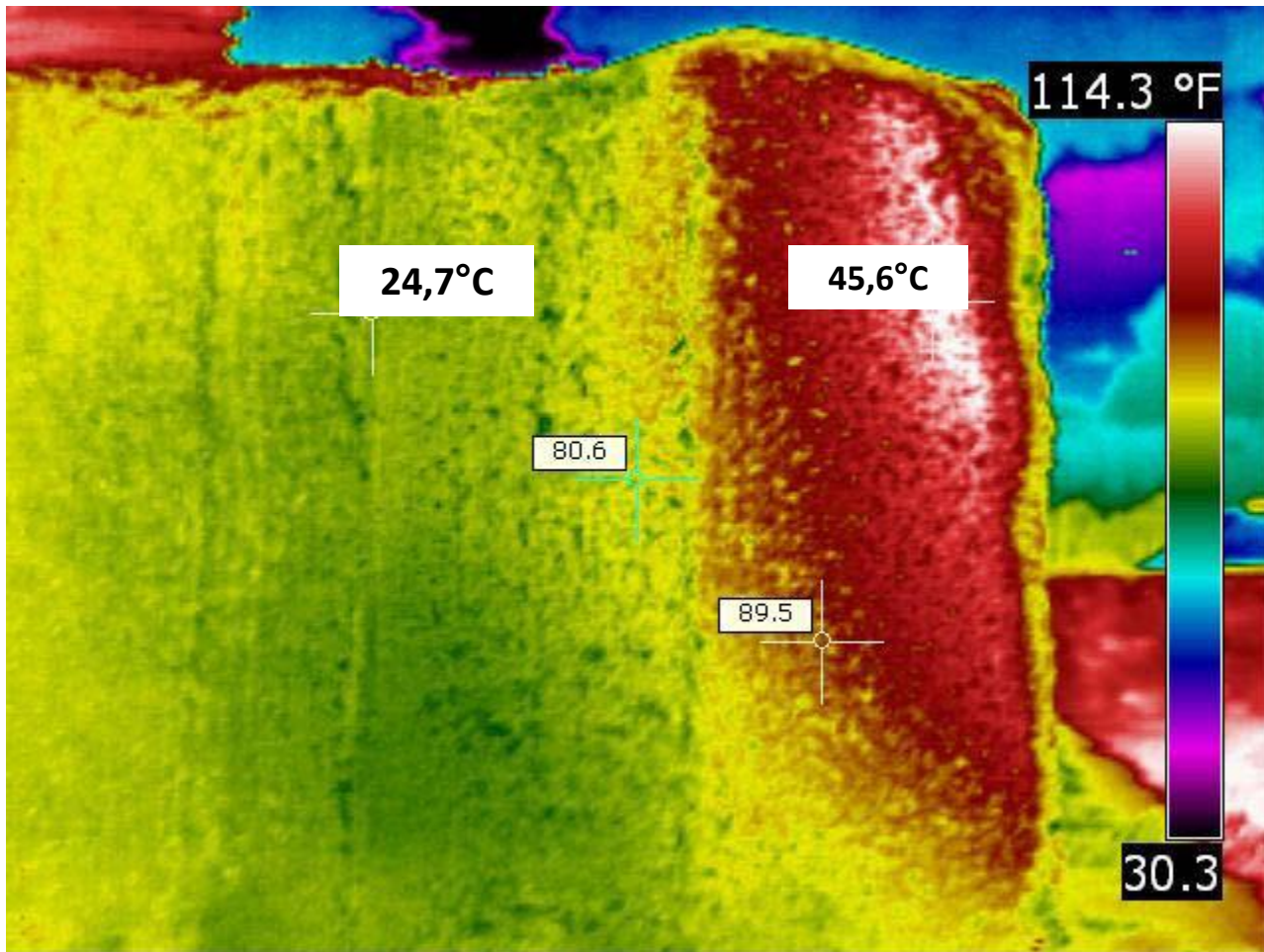
Ensilaje tratado con Aditivo biológico que contiene la cepas de *L. buchneri*



Ensilaje tratado con Aditivo biológico que contiene la cepas de *L. buchneri*



Sección no tratada



Efecto de la aplicación de Inoculante en el ensilaje

En un cultivo cuyo costo de producción se aproxima a US\$ 2.000/ha y donde los componentes de calidad, en especial energía, son la base de la nutrición de muchos predios ganadero, es absolutamente necesario controlar todos los factores de producción

Un factor relevante es la elaboración adecuada del ensilaje y su conservación en el tiempo, donde las pérdidas de calidad y materia seca deben ser evitadas.

Bajo estas condiciones es absolutamente necesario utilizar la tecnología de los aditivos biológicos, la cual permite prevenir pérdidas de producción y calidad (antes se asumían como parte de la pérdida del cultivo)





Uso de Aditivos Biológicos en Ensilaje de Maíz

Rolando Demanet Filippi
Universidad de La Frontera

Osorno, 7 de Abril de 2011
Hotel Sonesta