

BROILER

ROSS
Gestione
Ambientale
del
Capannone

2010



Introduzione: Benefici Economici di un'Adeguata Gestione Ambientale

Sia che si produca carne, uova, latte o altri prodotti di origine animale, è di pubblica conoscenza che una buona gestione delle condizioni ambientali riduce il costo totale della produzione. Nel campo della produzione di broiler per carne, tutti i componenti del processo produttivo, dai riproduttori alla progenie, beneficiano dall'implementazione di un controllo ambientale efficace. Per questo motivo, è imperativo che sia manager che tecnici capiscano i concetti alla base di questo argomento. Questa pubblicazione ha tre obiettivi fondamentali:

- Sottolineare quali sono i criteri e le condizioni ambientali necessari per raggiungere il potenziale genetico del broiler moderno.
- Delineare i fattori più importanti riferiti alla struttura dei capannoni così da ottimizzare le condizioni ambientali.
- Fornire regole operative basiche per i capannoni.

Punto Chiave

- È di pubblica conoscenza che un'efficace gestione delle condizioni ambientali riduce i costi di produzione.

Obiettivo e Metodi per la Gestione Ambientale - Generalità

È fondamentale che l'ambiente fornito consenta al gruppo di raggiungere un'ottima performance, con un alto tasso di accrescimento uniforme ed un'eccellente conversione, senza dimenticare lo stato sanitario né il benessere degli animali.

I sistemi di riscaldamento supplementari hanno un ruolo importante nella gestione dell'ambiente, in particolare durante lo svezzamento. Tuttavia, in molte località, questo non rappresenta un'esigenza che per una parte del ciclo produttivo. Un'adeguata ventilazione è invece necessaria durante tutto il ciclo, sia per controllare la qualità dell'aria sia eventualmente per rinfrescare, anche quando si usa il riscaldamento. Quindi, nella gestione dell'ambiente interno, la ventilazione è lo strumento più importante per ottimizzare la performance.

Nelle diverse regioni del mondo ci sono molti più tipi di sistemi di riscaldamento che metodi di ventilazione, giacché esistono diversi tipi di combustibili e modi di distribuire il calore, come cappe, generatori ad aria calda, scambiatori di calore, ecc. Esaminare i particolari dei sistemi di riscaldamento non è lo scopo di questa pubblicazione, che invece tratta dei principi più importanti della gestione dell'ambiente interno.

L'obiettivo fondamentale della ventilazione, a eccezione dei casi di pulcini e/o di freddo intenso, è controllare la temperatura. Ad ogni stadio di sviluppo degli animali corrisponde una zona termica, nella quale un eccesso di energia alimentare rispetto al fabbisogno di mantenimento consente l'aumento di peso corporeo, come illustrato nella **Figura 1**. All'interno di questa ampia "zona termica di benessere", c'è una sottile fascia (tra 1° o 2°C) nella quale l'animale usa al meglio l'energia proveniente dal mangime per crescere. Si tratta della zona di performance ottimale. Questa temperatura –insieme ad un'adeguata somministrazione di mangime e acqua—ottimizza sia il benessere che la performance economica degli animali.

È importante osservare che, anche se la fascia termica confortevole per gli animali (la "zona termica di benessere") è relativamente ampia, secondo l'uso corrente in questa industria, il termine "zona di benessere" viene utilizzato in questa pubblicazione per indicare la fascia sottile di comfort massimo, cioè quella temperatura specifica che è il centro del bersaglio per raggiungere l'obiettivo di performance.

Se la temperatura è più bassa rispetto a quella ottimale, gli animali aumentano il consumo di mangime ma devono utilizzare più energia per mantenere la loro temperatura corporea. Se la temperatura è troppo alta, limitano il consumo di mangime per ridurre la produzione di calore. Un'adeguata ventilazione evita l'accumulo di calore e tiene gli animali nella loro zona di performance ottimale. Questa si ottiene attraverso la sostituzione dell'aria calda con aria esterna più fresca e, nel caso di capannoni moderni ben equipaggiati, attraverso l'effetto refrigerante del vento fornito dalla ventilazione a tunnel e attraverso il reale abbassamento della temperatura prodotto dal raffreddamento per evaporazione.

L'obiettivo di temperatura per una performance ottimale cambia durante il ciclo produttivo, in genere scende da circa 30°C nel primo giorno a circa 20°C o meno al momento del carico, secondo il peso degli animali e altri fattori. Di conseguenza, è necessario regolare la ventilazione per assicurare la temperatura ottimale. La temperatura che gli animali percepiscono dipende dalla temperatura a bulbo secco e dall'umidità relativa. Se l'UR esce dai valori ideali compresi tra il 60-70%, è necessario adattare di conseguenza la temperatura a livello degli animali. Se, per esempio, nel primo giorno di vita, l'UR è vicina al 50%, sarà necessario aumentare la temperatura a bulbo secco a 33°C. Tuttavia, in ogni fase della crescita è importante monitorare sempre il comportamento degli animali per essere sicuri che percepiscano la temperatura adeguata.

La ventilazione è l'unico modo di abbassare un'UR troppo alta, come succede molto spesso in inverno, che può compromettere la salute degli animali. Anche quando non è necessario ventilare per togliere calore, è importante mantenere un livello minimo di ventilazione per impedire che la lettiera si bagni o si compatti ed evitare i problemi legati alla presenza di ammoniaca.

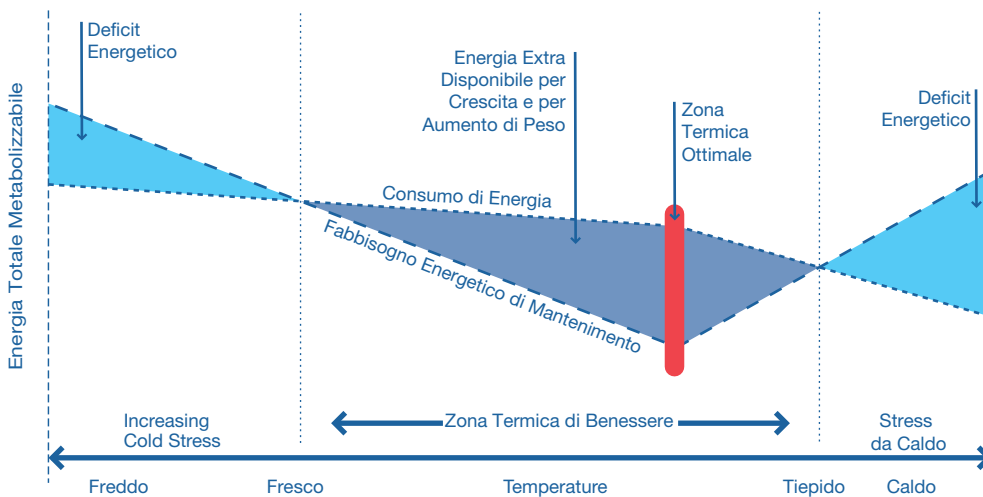
Attraverso la respirazione, gli animali prendono ossigeno dall'aria ed esalano anidride carbonica; quindi, è necessario fare entrare aria nuova per ripristinare l'ossigeno e rimuovere l'anidride carbonica in eccesso. Per questo motivo, è necessario ventilare durante tutto l'anno e con qualsiasi clima.

Tuttavia, il problema più comune relativo alla qualità dell'aria è la presenza di ammoniaca, proveniente da una lettiera troppo bagnata, che peggiora sia lo stato sanitario che le performance. Attraverso il controllo dell'umidità relativa, una ventilazione adeguata impedisce l'accumulo di ammoniaca.

Tutti i fattori descritti sopra sono di grande importanza. Fortunatamente, nella maggior parte dei casi, l'ingresso di aria nuova e la rimozione dei gas tossici sono garantiti dalla ventilazione utilizzata per controllare la temperatura e l'umidità relativa.

Importante: È fondamentale che in tutto il capannone ci sia una distribuzione uniforme delle condizioni ambientali ottimali. Sacche di aria stagnante, correnti d'aria o punti freddi o caldi possono compromettere la performance del gruppo al punto di diventare causa di mortalità.

Figura 1: Zona termica per una performance ottimale



Ad ogni stadio di sviluppo degli animali corrisponde una stretta zona termica nella quale il fabbisogno energetico di mantenimento è minimo e gli animali possono usufruire al massimo dell'energia alimentare per la loro crescita. Se la temperatura esce da questa zona termica ottimale di pochi gradi, sia che salga o che scenda, gli animali sono costretti ad usare più energia proveniente dal mangime per il mantenimento, lasciando così meno energia per la loro crescita.

Punti Chiave

- La ventilazione è lo strumento più importante nella gestione dell'ambiente interno per raggiungere una performance ottimale.
- Ad ogni stadio di sviluppo degli animali, corrisponde una zona termica ottimale, nella quale gli animali usufruiscono al meglio dell'energia proveniente dal mangime per la loro crescita.
- L'obiettivo di temperatura cambia di giorno in giorno durante tutto il ciclo produttivo; la ventilazione deve essere regolata di conseguenza.

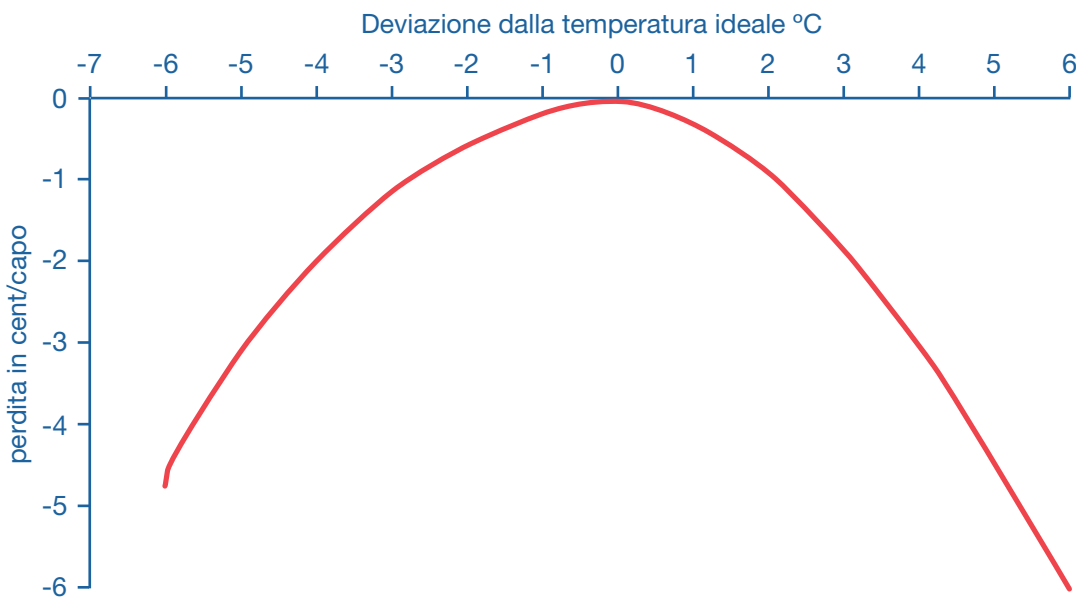
Fattori Climatici e Scelte di Ventilazione e di Capannone

Durante lo svezzamento, anche brevi raffreddamenti possono compromettere seriamente la performance del gruppo. Per esempio, una ricerca universitaria svolta negli Stati Uniti ha dimostrato che esporre pulcini di un giorno di vita ad aria a 13°C per solo 45 minuti, riduce il loro peso a 35 giorni di circa 110 grammi. Dopo lo svezzamento, sono piuttosto le alte temperature che le basse ad avere effetti negativi sulla performance. Per esempio, la Figura 2 dimostra che stare sempre sopra di 4,5°C costa una volta e mezzo lo stare sempre sotto di 4,5°C.

Siccome mantenere la temperatura ottimale è ancora più importante durante lo svezzamento, il fatto di mantenersi costantemente sugli obiettivi di temperatura durante tutto il ciclo produttivo ha dei vantaggi ancora maggiori.

Dato che sia i costi che i prezzi di vendita variano, è anche variabile il beneficio economico esatto ottenuto dal mantenere la temperatura sui valori obiettivo (o il “costo di mancarli”). Quello che invece è dimostrabile attraverso le ricerche e l’esperienza negli allevamenti è il principio che raggiungere sempre gli obiettivi di temperatura aumenta significativamente i profitti.

Figura 2: Il “Costo di Mancare gli Obiettivi” – Vantaggi Economici Derivati dal Raggiungimento Costante degli Obiettivi di Temperatura.



Mancare gli obiettivi di temperatura anche per pochi gradi durante la crescita può avere effetti molto negativi sui profitti. Il grafico precedente illustra le differenze di profitti in centesimi per capo, di broiler sottoposti, solo dopo lo svezzamento, a temperature costantemente corrette vs sbagliate. Condizioni: Broilers di 49 giorni, carne venduta a \$0,89 per kg, senza penali per non-uniformità; costo mangime \$278/ton Starter, \$270/ton Grower, \$258/ton Finisher.

Fonte: Veng, Hot climate ventilation.

Punti Chiave

- Durante lo svezzamento, anche brevi raffreddamenti possono compromettere seriamente la performance del gruppo.
- Mantenere costantemente gli obiettivi di temperatura porta profitti significativi.

Fattori Climatici e Scelte di Ventilazione e di Capannone

Il clima è il fattore fondamentale per la scelta del tipo di capannone. Le diverse condizioni climatiche impongono differenti strategie di ventilazione e di riscaldamento e influiscono sulla densità possibile o desiderabile. In genere, condizioni estreme richiedono impianti e tecniche gestionali più sofisticate. Qualora le condizioni climatiche varino molto con le stagioni, sarà necessario che il capannone abbia sistemi di ventilazione differenziati per il caldo e per il freddo.

In ogni situazione, la scelta del tipo di capannone e della ventilazione deve essere basata sulle diverse esigenze a cui far fronte, come segue:

- clima dominante o variazioni stagionali dominanti, cioè le condizioni che in genere persistono per almeno diversi mesi;
- condizioni estreme che possono verificarsi.

Di seguito vi è un profilo delle condizioni climatiche più diffuse e delle scelte di ventilazione più adatte in ogni caso. In questa pubblicazione, a causa dei limiti di spazio, non è possibile fornire raccomandazioni regionali specifiche; quindi i suggerimenti qui descritti sono molto generali. In molti allevamenti sarà necessario applicare le raccomandazioni fornite per più di un clima.

Punto Chiave

- I climi estremi impongono l'uso di tecniche gestionali e di impianti di controllo ambientale più sofisticati.

Clima Molto Freddo

Nelle località dove il ciclo produttivo deve affrontare freddo estremo, bisogna mettere particolare attenzione sulla struttura ed sull'operatività del capannone.

Per quanto riguarda la salute e la performance degli animali, l'aria molto fredda contiene pochissima umidità. Quando quest'aria viene riscaldata e mischiata con l'aria del capannone, spesso si creano delle condizioni molto secche che possono compromettere lo stato sanitario degli animali. Durante l'inverno, quando l'umidità relativa è molto bassa, gli animali espirano più calore di quello che espirano in condizioni di maggiore umidità, aumentando di conseguenza la loro perdita di calore. Per compensare questa perdita di calore corporeo, spesso si deve alzare il riscaldamento e, per risparmiare in carburante, molte volte si è tentati di ridurre i periodi di ventilazione. Questo può rivelarsi un grave errore, giacché le perdite originate da una performance minore per via di una ventilazione invernale inadeguata possono superare il costo del carburante.

In condizioni di freddo estremo, bisogna anche considerare aspetti strutturali che non sono rilevanti nei climi temperati. Quando la temperatura dell'aria esterna è ben al di sotto dello zero, diventa sia più importante che più difficile evitare che quest'aria fredda arrivi direttamente addosso agli animali. In questo caso, può essere utile pre-riscaldare l'aria esterna in un'apposita camera prima di farla entrare nel capannone. Inoltre, quando l'aria esterna è molto fredda, nonostante la sua bassa UR, possono insorgere problemi di condensazione e possono persino ghiacciare gli ingressi d'aria. Per evitare questi problemi, è indispensabile curare attentamente l'isolamento e la sigillatura onde impedire le infiltrazioni d'aria esterna. E' anche utile installare apposite camere (plenum) per il preriscaldamento dell'aria entrante.

Punti Chiave

- Nei climi molto freddi, la scarsa umidità relativa contenuta nell'aria può essere causa di una maggiore perdita di calore corporeo negli animali; potrà essere necessario aumentare la temperatura, pur mantenendo la ventilazione minima.
- Qualora la temperatura esterna fosse estremamente fredda, potrà essere necessario condizionare l'aria entrante in un'apposita camera di pre-riscaldamento(plenum).

Clima Freddo

In zone di montagna o a latitudini elevate, dove le temperature invernali si mantengono in modo prolungato e costante sotto i 10°C e le temperature estive sono moderate, in genere non serve utilizzare la ventilazione a tunnel né il raffreddamento per evaporazione per far fronte al calore corporeo degli animali.

Invece la ventilazione forzata a pressione negativa sarà necessaria per assicurare il benessere e mantenere la performance degli animali, in particolare perché evita l'accumulo di umidità dentro al capannone. Nei periodi più caldi, sarà necessario integrare la tipica "ventilazione minima" con ventilatori e ingressi aggiuntivi per eliminare il calore prodotto dagli animali. Qualora si verificassero situazioni di freddo estremo, sarà necessario integrare il riscaldamento e migliorare l'isolamento.

Punto Chiave

- Nei climi freddi, lo scopo della ventilazione è evitare l'accumulo di umidità nel capannone.

Clima Moderato

Nelle zone dove le temperature salgono regolarmente sopra i 24°C consiglio la ventilazione forzata, eccetto per quei piccoli capannoni che lavorano con densità basse, per i quali la ventilazione naturale potrebbe essere sufficiente. Se invece le temperature raggiungono o superano la zona dei 24-30°C, è consigliabile utilizzare la ventilazione a tunnel. Questa consente di ricambiare velocemente un grande volume d'aria e fornisce un flusso d'aria refrigerante ad alta velocità, che gli animali percepiscono come una temperatura più bassa (Figura 16). Man mano che le temperature raggiungono la zona dei 35°C, l'effetto refrigerante svanisce ed è necessario aggiungere il raffreddamento per evaporazione onde abbassare veramente la temperatura reale dell'aria.

Punto Chiave

- Anche nei climi moderati, si consiglia la ventilazione a tunnel qualora le temperature raggiungano o superino la zona dei 24-30°C.

Clima Caldo

In genere, nei climi caldi è difficile utilizzare grandi capannoni e densità elevate. Il ricambio d'aria da solo non può fare di meglio che mantenere la temperatura interna a qualche grado sopra quella esterna. Tuttavia, se l'umidità relativa non è troppo alta, la ventilazione a tunnel con raffreddamento per evaporazione consente di mantenere un'elevata densità anche quando la temperatura è molto alta.

Nelle zone tropicali o subtropicali, dove le temperature raggiungono spesso i 35-38°C, non è possibile allevare con alte densità o in capannoni aperti con ventilazione naturale. Nei climi caldi con un basso livello di umidità relativa (come ad esempio in zone alte e desertiche), la scarsa umidità favorisce l'ascite e abbassa il tasso di accrescimento.

Per gli animali è particolarmente difficile fare fronte a condizioni di alta temperatura con un elevato tasso di umidità relativa, giacché uno dei modi principali da loro utilizzato per eliminare il calore corporeo in eccesso è la respirazione, attraverso l'aumento della frequenza respiratoria. In questo modo, l'umidità contenuta nei loro polmoni e vie respiratorie viene fatta evaporare. Quanto più elevata è l'umidità relativa, tanto meno gli animali riescono ad auto raffreddarsi. Tuttavia, un buon sistema di ventilazione a tunnel consente di minimizzare questo effetto.

Punto Chiave

- La ventilazione a tunnel con raffreddamento per evaporazione consente livelli di densità piuttosto alti anche nei climi molto caldi.

Funzionamento dell'Organismo e Fabbisogni degli Animali

I pulcini non hanno la capacità di regolare la loro temperatura interna e hanno bisogno di un ambiente caldo con una temperatura di circa 30°C. Man mano che crescono, la loro "zona termica di benessere" si allarga un po' e si abbassa; quindi, al momento del carico la temperatura ideale oscilla attorno ai 20°C. Questo significa che all'inizio del ciclo produttivo, bisogna assicurarsi che i pulcini siano al caldo. Man mano che crescono, invece, persino in inverno l'eccesso di calore può diventare un problema. Lo scopo della ventilazione è quello di mantenere la temperatura del capannone entro la zona di benessere degli animali (né freddo né caldo) durante tutto il ciclo. Per raggiungere questo obiettivo, è fondamentale capire l'interazione tra animali, calore e umidità.

Punto Chiave

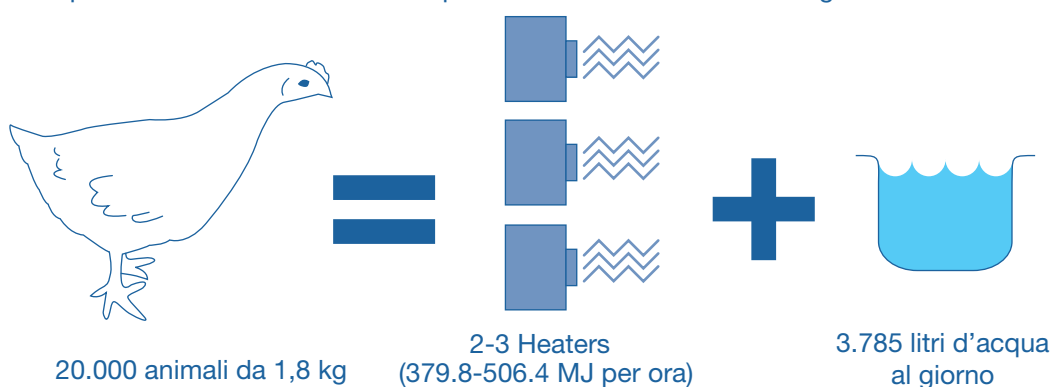
- All'inizio del ciclo produttivo, la prima preoccupazione è quella di tenere i pulcini al caldo. Man mano che gli animali crescono, il problema comune diventa il troppo caldo.

Gli Animali Producono Calore e Umidità

Gli animali convertono il mangime e l'acqua in energia, che utilizzano per il loro mantenimento corporeo (per il funzionamento dei loro organi e muscoli e per mantenersi caldi) e per la loro crescita, sotto forma di aumento di peso. Tuttavia, essi non sono efficienti al 100%; quindi producono più calore del necessario, così come una buona quantità di umidità (nella materia fecale e col respiro).

Mediamente, gli animali producono circa 11,6 kJ/ora/kg. Questo significa che quanto più grandi sono, tanto più calore emettono. Ad esempio, se in un capannone ci sono 20.000 animali di 1,8 kg, questi aggiungono circa 417.600 kJ/ore al capannone, l'equivalente di due o tre bruciatori ad aria in funzionamento ininterrotto. Mentre 20.000 animali di 3,6 kg, producono 835.200 kJ/ora. La tendenza mondiale va verso la produzione di animali sempre più pesanti. La quantità di umidità prodotta dipende anche dall'età. Lo stesso gruppo di animali di 1,8 kg può produrre 3.785 litri di acqua al giorno, a seconda della temperatura. A parità di condizioni, la temperatura dell'aria e l'umidità relativa del capannone salgono man mano che il ciclo progredisce.

Figura 3: Grandi quantità di animali apportano grandi quantità di calore e di umidità al capannone. La temperatura dell'aria e l'umidità del capannone si alzano man mano che gli animali crescono.



Durante lo svezzamento, i pulcini hanno bisogno di caldo supplementare. Tuttavia, con la crescita, in particolare nei climi più freschi, gli animali stessi riescono a tenersi caldi, scaldando anche il capannone con il calore che producono. Man mano che diventano più grandi, sarà indispensabile ventilare per togliere il calore eccessivo, in particolare nei climi caldi, per evitare che la temperatura del capannone si innalzi al punto di impedire agli animali di disfarsi del loro calore in eccesso, facendo sì che la loro temperatura interna sia troppo alta.

Punti Chiave

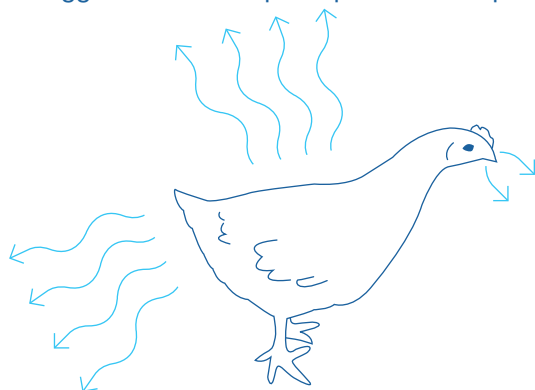
- 20.000 animali di 1,8 kg aggiungono al capannone circa 417.600 kilojoules per ora di calore.
- 20.000 animali di 1,8 kg aggiungono al capannone circa 3.785 litri d'acqua al giorno.

Effetti della Temperatura e dell'Umidità Relativa sugli Animali

L'insieme della temperatura e umidità relativa determina il livello di benessere degli animali; tuttavia, per semplificare l'argomento, nei paragrafi successivi ci occuperemo prima della temperatura e successivamente dell'umidità relativa per dopo spiegare l'effetto che la loro interazione esercita sugli animali.

I polli sono in fondo organismi raffreddati ad aria. L'aria che scorre su di loro raccoglie il loro calore corporeo e lo trasferisce all'ambiente. I polli non sudano e pertanto non possono approfittare di questa specie di pad-cooling incorporato. Sperimentano comunque una specie di raffreddamento per evaporazione attraverso la respirazione e l'aumento della frequenza respiratoria (**Figura 4**). Tuttavia, per il loro raffreddamento, dipendono fondamentalmente dal trasferimento diretto del calore dal loro corpo nell'aria. Quando alzano le ali significa che hanno caldo e in questo modo espongono una parte più grande del loro corpo all'aria per liberarsi del calore in eccesso.

Figura 4: Gli animali non sudano e quindi non utilizzano questo tipo di raffreddamento. Eliminano quasi tutto il loro calore corporeo in eccesso trasferendolo direttamente nell'aria. Quando sono colpiti da stress da calore, accelerano la loro frequenza respiratoria e boccheggiano a becco aperto per eliminare più calore possibile.



Perché gli animali con un piumaggio completamente sviluppato siano a loro agio, deve esserci una differenza considerevole tra la temperatura dell'aria del capannone e la loro temperatura interna, che di solito è superiore ai 37,8°C. Man mano che la temperatura del capannone sale, i meccanismi di raffreddamento degli animali diventano sempre meno efficaci e la loro temperatura interna inizia ad alzarsi. Di conseguenza, mangiano e crescono di meno o addirittura smettono di farlo. Se la situazione non viene rettificata, possono anche morire.

Figura 5: Nel caso di animali con piumaggio completamente sviluppato, man mano che la temperatura dell'aria aumenta al di sopra dei 27°C ca., i meccanismi di raffreddamento diventano meno efficaci. All'iniziare dello stress da caldo, gli animali mangiano di meno o addirittura smettono di farlo. Se l'accumulo di calore corporeo continua, possono morire.



Inizio di Stress da Caldo

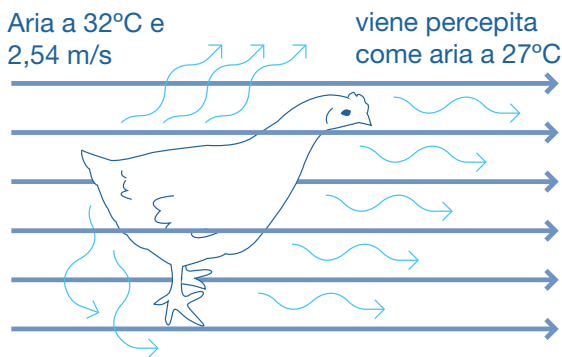
Nella maggior parte delle situazioni, è possibile evitare che la temperatura del capannone aumenti troppo, sostituendo l'aria calda interna con aria esterna più fresca. Poiché, per eliminare il calore corporeo in eccesso, gli animali riscaldano l'aria circostante, quanto prima quest'aria viene sostituita, tanto più calore loro riusciranno a perdere. Nella maggior parte dei capannoni, per temperature esterne fino ai 27°C circa, lo scopo del sistema di ventilazione è quello di rimuovere abbastanza aria calda da mantenere la temperatura del capannone nella zona di benessere.

Effetti della Temperatura e dell'Umidità Relativa sugli Animali

Oltre che per rinnovare l'aria, ventilare direttamente sugli animali può aiutarli a fare fronte alle alte temperature. L'effetto raffreddante del vento fa percepire loro una temperatura effettiva più bassa della reale. Ad esempio, se nel capannone c'è aria a 32°C (con un'umidità relativa nella media) che si sposta a una velocità di 2,54 m/s, un animale con il suo piumaggio completo percepirà una temperatura di 27°C. Questo effetto è ancora più forte nel caso di animali giovani, che possono così soffrire da stress da raffreddamento. La ventilazione a tunnel crea l'effetto raffreddante più efficace. Nei capannoni che non hanno questo sistema, si possono utilizzare degli agitatori per fare circolare l'aria.

Nei climi molto caldi, può essere utile far evaporare acqua nell'aria per aumentare il raffreddamento. E' possibile nebulizzare finissime gocce d'acqua nell'aria o evaporare dell'acqua facendo passare il flusso d'aria attraverso dei pannelli bagnati. Man mano che l'acqua evapora, la temperatura dell'aria si abbassa. Il raffreddamento per evaporazione si serve di ventole che forniscono il flusso d'aria adeguato per il capannone ed è più efficace quando l'umidità relativa non è troppo alta.

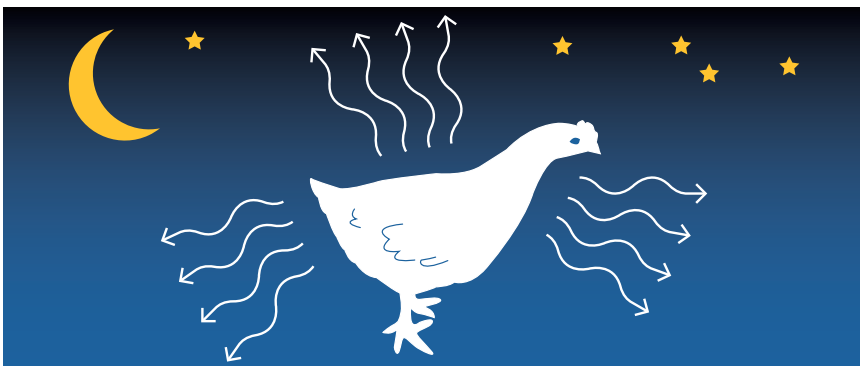
Figura 6: Un flusso d'aria veloce sugli animali crea un effetto raffreddante molto benefico, in particolare nel caso di animali pesanti. Tuttavia, questo può produrre stress da raffreddamento negli animali più giovani, giacché più suscettibili all'effetto rinfrescante del vento.



Gli animali riescono a tollerare meglio un'alta temperatura diurna se la temperatura notturna cala di almeno 14°C rispetto alla massima diurna. Quando la temperatura scende durante la notte, riescono ad eliminare il calore corporeo in eccesso accumulato durante il giorno. Può essere utile utilizzare agitatori durante la notte per smuovere l'aria sopra gli animali, riducendo la temperatura notturna "effettiva". In questo modo, gli animali inizieranno la giornata più freschi, il che aiuterà a mantenere alta la performance e ridurrà il rischio di mortalità qualora la temperatura diurna aumentasse troppo.

Anche attraverso la respirazione gli animali perdono parte del loro calore corporeo. Per questo motivo, quando hanno caldo aumentano la loro frequenza respiratoria e boccheggiano. Si tratta di un sistema di raffreddamento di riserva che in genere si mette in funzionamento quando la temperatura supera la zona termica di benessere di circa 4-6°C. Quello che fanno è cercare di ottimizzare il raffreddamento che percepiscono quando l'aria, passando sui tessuti umidi che coprono i polmoni e le vie respiratorie, fa evaporare l'acqua in essi contenuta. Questo metodo funziona al meglio quando l'aria è relativamente secca. Se l'aria è già carica di umidità, non riesce a fare evaporare l'acqua contenuta nei tessuti degli animali e l'effetto raffreddante non è tanto efficace.

Figura 7: Gli animali tollerano temperature diurne più elevate se riescono a raffreddarsi durante le notte. Questo effetto è più efficace quando la temperatura notturna diminuisce di 14°C rispetto alla massima diurna. Si possono utilizzare degli agitatori per fare circolare l'aria sopra gli animali durante la notte, riducendo in questo modo la temperatura notturna "effettiva".

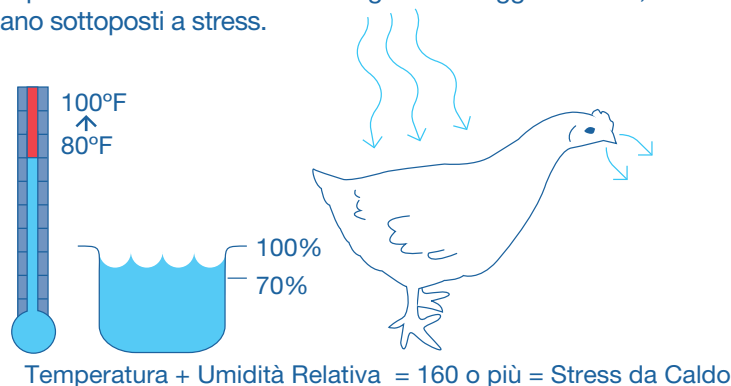


La sezione successiva sullo stress da caldo è copia testuale del documento che il Dott. Jim Donald ha scritto in nomenclatura imperiale; quindi i calcoli non sono stati convertiti nei valori del sistema metrico, cioè in gradi Centigradi.

Una vecchia regola utilizzata da diversi produttori avicoli e direttori aziendali negli Stati Uniti afferma che nei capannoni tradizionali senza ventilazione a tunnel, se la temperatura dell'aria è di circa 80 (°F) o superiore, e se la somma dei valori della temperatura e dell'umidità relativa è uguale o superiore a 160, gli animali incominciano ad essere in difficoltà per perdere il loro calore corporeo in eccesso. Questo significa che la temperatura e l'umidità relativa ci forniscono l'indice di stress da caldo. Per esempio, se la temperatura dell'aria è di 85°F e l'umidità relativa è del 70% (85 + 70 = 155), gli animali saranno ragionevolmente a loro agio. Tuttavia, se l'umidità sale all'80% (85 + 80 = 165), è probabile che la conversione peggiori per via del surriscaldamento. Bisogna osservare che questa regola si riferisce solo ai capannoni aperti convenzionali o alla ventilazione forzata nei climi freddi, quando non circola aria sugli animali. Non è applicabile alla ventilazione a tunnel per via dell'effetto raffreddante del vento.

Quando fa freddo e si utilizza un riscaldamento a combustione diretta, non solo gli animali ma anche i bruciatori aggiungono umidità nell'aria, giacché il vapore acqueo è uno dei prodotti della combustione per la maggiore parte dei combustibili. Anche se si tratta di una piccola quantità, in confronto con l'acqua prodotta dagli animali, l'abbinamento di entrambe può fare salire troppo l'umidità interna qualora il livello di ventilazione fosse troppo basso. Questo significa che potrebbe presentarsi un problema imprevisto di stress da caldo nel momento più inaspettato se l'indice di temperatura (°F)/umidità superasse il valore di 160. Troppa umidità provoca il compattamento della lettiera e problemi di ammoniacca. (Se invece il sistema di riscaldamento usa uno scambiatore di calore, né i prodotti della combustione né l'umidità vengono rilasciati all'interno del capannone.)

Figura 8: Per calcolare indicativamente se l'abbinamento temperatura - umidità può essere causa di stress, bisogna sommare le due cifre. Se la temperatura supera gli 80°F e la somma temperatura + umidità relativa è uguale o maggiore a 160, è molto probabile che gli animali siano sottoposti a stress.



Nei climi più caldi, l'umidità relativa in genere non rappresenta un problema, eccetto nel caso di temporali in giornate calde. Ad esempio, dopo un temporale in un pomeriggio caldo di estate, la temperatura dell'aria può raggiungere i 90°F, con un'umidità relativa di oltre il 90%. In queste condizioni, il ricambio e la velocità dell'aria devono essere massimi.

Punti Chiave

- I polli non sudano; rilasciano il loro calore corporeo in eccesso fondamentalmente nell'aria che circola attorno a loro.
- Quando gli animali alzano le ali, stanno cercando di esporre una parte maggiore del loro corpo all'aria per eliminare calore in eccesso.
- Fino ai 27°C, la ventilazione può rimuovere l'aria riscaldata del capannone ad un ritmo adeguato a tenere gli animali nella zona termica di comfort.
- Quando fa molto caldo, l'effetto tunnel aiuta a mantenere gli animali a loro agio; fare evaporare acqua nell'aria fornisce un ulteriore raffreddamento.
- Tenere gli animali freschi durante la notte gli aiuta a sopportare meglio il caldo diurno.
- Quando gli animali accelerano la loro frequenza respiratoria e boccheggiano significa che hanno caldo e che stanno cercando di eliminare più calore corporeo.
- La temperatura e l'umidità relativa funzionano insieme; un'alta umidità relativa può creare problemi anche se la temperatura è relativamente bassa.
- Troppa umidità nel capannone contribuisce al compattamento della lettiera e all'insorgenza di problemi di ammoniacca.

Come Funziona l'Umidità Relativa

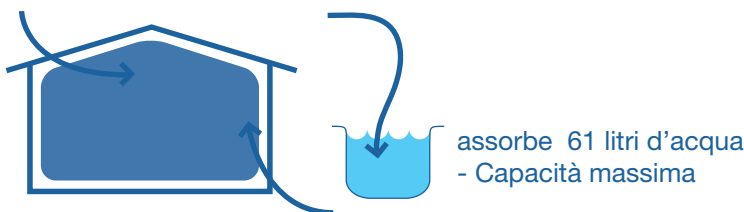
Quando l'acqua evapora, si trasferisce nell'aria sotto forma di vapore acqueo. Anche se non vediamo questo fenomeno, ci sono litri e litri d'acqua che galleggiano nell'aria che ci circonda. Nel capannone, non è tanto importante conoscere la quantità di litri d'acqua che c'è nell'aria, quanto calcolare fino a che punto l'aria può ancora assorbire umidità prima di saturarsi di vapore acqueo. Il termine "umidità relativa" esprime il concetto di "vicinanza al punto di saturazione" sotto forma di una percentuale.

Quando l'aria contiene la metà del vapore acqueo che potrebbe contenere si dice che l'umidità relativa è del 50%. Se invece contiene tre quarti della sua capacità, l'umidità relativa è del 75%. Quando l'aria è saturata di vapore acqueo, l'umidità relativa è del 100%.

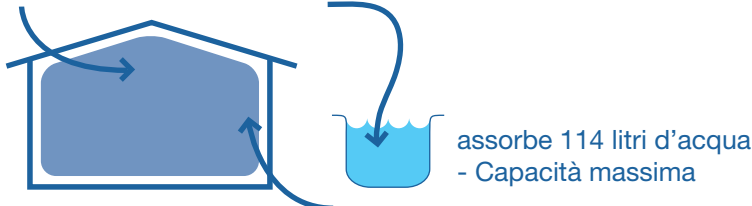
Il concetto fondamentale da capire è che la quantità di acqua che equivale al punto di saturazione (in litri per un determinato numero di metri cubi d'aria) varia secondo la temperatura dell'aria. Questo è il motivo per il quale viene utilizzato il termine "umidità relativa". L'aria calda può contenere molta più acqua dell'aria fredda. Quindi, l'aria calda –in confronto all'aria fredda-- può assorbire molta più acqua, sia che questa provenga dagli animali che dalla lettiera, prima di raggiungere il punto di saturazione. Inoltre, riscaldando aria fredda, si abbassa automaticamente il suo livello di umidità relativa. Questo è il concetto alla base della ventilazione invernale. Quando l'impianto di ventilazione porta aria fredda esterna dentro il capannone, quest'aria si riscalda. In questo modo, la sua umidità relativa scende, il che significa che la sua capacità di assorbimento aumenta, e così riesce a catturare l'umidità dalla lettiera e portarla fuori dal capannone.

Figura 9: Con l'alzarsi della temperatura, aumenta la quantità di acqua che un determinato volume d'aria può assorbire. Una regola abbastanza precisa è che un aumento di temperatura di 11°C riduce della metà l'umidità relativa. Con l'incrementarsi della temperatura dell'aria, aumenta la sua capacità d'assorbimento. A 27°C l'aria è più assorbente e può contenere quasi il doppio di vapore acqueo che a 16°C.

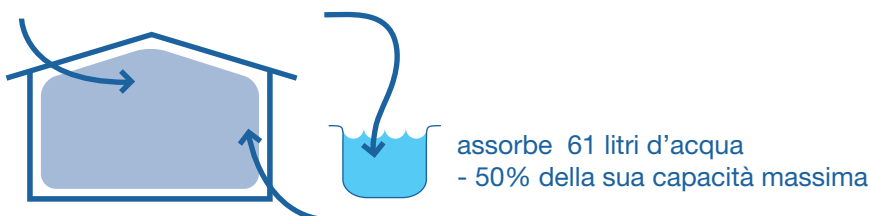
L'aria a 16°C e 100% di umidità relativa



L'aria a 27°C e 100% di umidità relativa



L'aria a 27°C e 50% di umidità relativa



Punti Chiave

- L'umidità relativa indica quanta acqua l'aria può ancora assorbire prima di raggiungere il punto di condensazione.
- L'aria calda può contenere molta più acqua. Una variazione di temperatura di 11°C può raddoppiare (o dimezzare) l'umidità relativa dell'aria.

Principi Fondamentali di Ventilazione

Poiché la ventilazione è così fondamentale per fornire ai broiler un ottimo ambiente interno, è essenziale comprenderne i principi di base e capire così come progettare e gestire i capannoni avicoli. Esistono due tipi di ventilazione: naturale e forzata.

Ventilazione Naturale

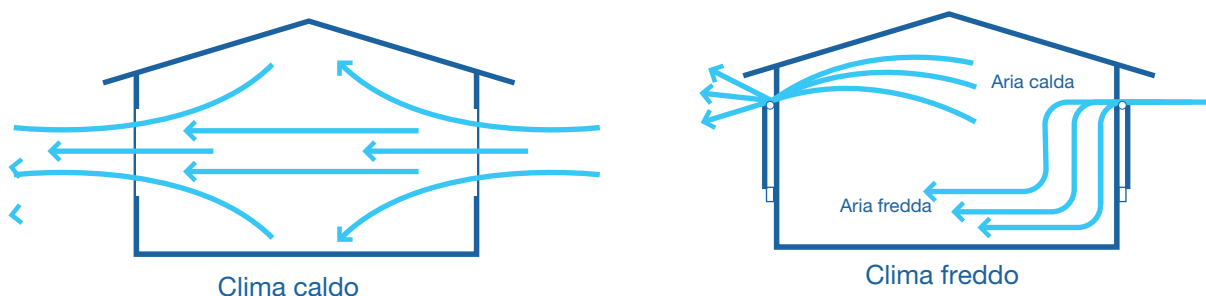
La ventilazione naturale si basa su aperture nel capannone tali da consentire sia alle brezze esterne sia alle correnti convettive interne di fare entrare aria nel capannone. A questo scopo, si abbassano (o si alzano) delle finestre/tende sul fianco del capannone. Molto spesso, questo tipo di ventilazione viene chiamato “ventilazione a tende”.

Le tende vengono aperte quando la temperatura sale, per consentire all’aria esterna di entrare. Quando la temperatura scende, le tende vengono chiuse per limitare il flusso d’aria. Quando le tende sono aperte, un grande volume d’aria esterna entra nel capannone, uniformando le condizioni interne a quelle esterne. Questo tipo di ventilazione è ideale solo quando la temperatura esterna è vicina all’obiettivo di temperatura. Il ricambio dell’aria dipende dai venti esterni. In giornate medio-calde, poco ventilate, si possono utilizzare degli agitatori per offrire un effetto raffrescante. Per aumentare il livello di raffreddamento, si possono utilizzare umidificatori o nebulizzatori in abbinamento agli agitatori

Qualora la ventilazione a tende venisse utilizzata in climi più freschi, è fondamentale collegare l’impianto a dei timer per la frequente apertura e chiusura delle tende, con termostati collocati al livello degli animali e apertura automatica delle tende nell’eventualità che la temperatura salga troppo o ci fosse un’interruzione della corrente elettrica. Si possono utilizzare degli agitatori per mischiare l’aria fredda in entrata con l’aria più calda del capannone. In assenza di agitatori, qualora le tende fossero poco aperte, l’aria esterna fredda e pesante entrerà a bassa velocità e scenderà immediatamente al suolo. Questo raffredderà gli animali e creerà una lettiera bagnata. Allo stesso tempo, l’aria calda fuoriuscirà dal capannone creando grandi oscillazioni di temperatura. Anche nei climi moderati, la normale fluttuazione della temperatura e i venti (sia durante il giorno che durante la notte) possono imporre di variare frequentemente la regolazione delle tende. La ventilazione naturale (a tende) richiede una gestione costante 24 ore su 24.

La ventilazione naturale non consente un grande controllo delle condizioni del capannone. Agli inizi dell’industria questo tipo di ventilazione era molto utilizzata, in particolare nei climi miti, e i capannoni venivano progettati appositamente per facilitare le naturali correnti convettive dell’aria allo scopo di ventilare. Più recentemente, nei capannoni aperti più moderni, equipaggiati con impianti di ventilazione forzata, la ventilazione naturale viene utilizzata come un’opzione “intermedia”, quando la temperatura esterna si avvicina all’obiettivo di temperatura e non è necessario né riscaldare (e ventilare al minimo) né raffreddare.

Figura 10: La ventilazione naturale (a tende) è efficace solo quando le condizioni esterne sono simili alle condizioni desiderate all’interno del capannone. Quando fa caldo, ci vogliono dei forti venti per avere un ricambio d’aria accettabile; quando fa freddo, l’aria fredda esterna tende a scendere direttamente sugli animali.



Tuttavia, a livello mondiale è stato comprovato che nella maggior parte dei casi, la ventilazione forzata con ventilatori favorisce sia la performance che i profitti, anche quando i capannoni sono equipaggiati con tende/finestre laterali. Di conseguenza, in questa pubblicazione non tratteremo altri aspetti relativi alla ventilazione naturale.

In molti capannoni con ventilazione a tende si usano agitatori per smuovere l'aria. Questo aiuta sia a rinfrescare lievemente gli animali con una brezza diretta, sia a mischiare l'aria esterna con l'aria interna, evitando, quando fa freddo, la stratificazione del calore. Tuttavia, gli agitatori non fanno entrare aria esterna nel capannone e, di conseguenza, questo tipo di ventilazione a tende con agitatori non viene considerata ventilazione forzata.

Punti Chiave

- La ventilazione naturale (a tende) è efficace solo quando le condizioni esterne sono vicine alle condizioni desiderate all'interno del capannone.
- La ventilazione a tende richiede una gestione costante 24 ore su 24.
- Il ricambio d'aria nei capannoni con ventilazione a tende dipende dai venti esterni; quando fa freddo, l'aria fredda esterna tende a scendere direttamente sugli animali.
- E' possibile utilizzare agitatori per far circolare l'aria e migliorare le condizioni.

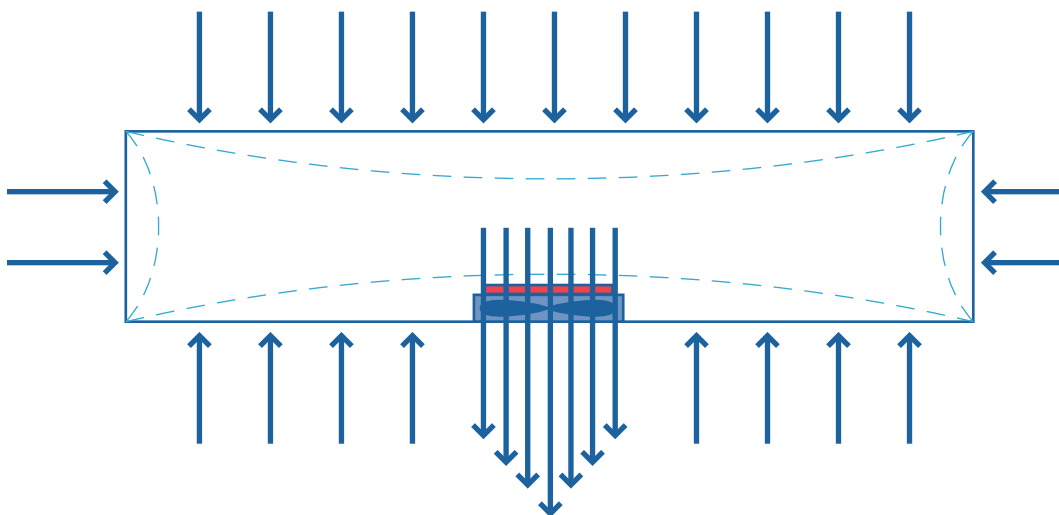
Ventilazione Forzata

La ventilazione forzata si serve di ventole per far entrare aria nel capannone e farla circolare all'interno. Questo tipo di ventilazione in genere consente più dominio sia sul ricambio dell'aria che sul flusso, secondo la distribuzione di ingressi d'aria e ventilatori e secondo il sistema di controllo utilizzato.

I sistemi di ventilazione forzata possono utilizzare sia una pressione positiva che una negativa. I sistemi a pressione positiva con ventilatori a parete, che spingono aria esterna dentro il capannone, sono quelli che si usano fundamentalmente nelle regioni più fresche. Tuttavia, oggi giorno la maggior parte dei sistemi utilizza la ventilazione a pressione negativa. In questo caso, i ventilatori fungono da estrattori che scaricano l'aria del capannone all'esterno. Questo crea un vuoto parziale (pressione negativa) dentro il capannone e di conseguenza l'aria esterna viene aspirata attraverso gli ingressi d'aria a muro o sottogronda.

Il vuoto parziale creato durante la ventilazione consente di avere molto più controllo sul flusso dell'aria e condizioni interne più uniformi. Cioè, consente di minimizzare i punti caldi o freddi e le zone con aria stagnante.

Figura 11: La ventilazione a pressione negativa crea un vuoto parziale che aspira aria esterna dentro il capannone attraverso tutti gli ingressi d'aria, creando condizioni interne più uniformi.



Punto Chiave

- La ventilazione forzata a pressione negativa crea un vuoto parziale all'interno del capannone che consente di controllare il flusso d'aria.

Importanza della Sigillatura Ermetica

E' fondamentale sigillare ermeticamente i capannoni ventilati a pressione negativa. Nel caso della ventilazione naturale, l'ermeticità non è un fattore critico. Ma nel caso della ventilazione a pressione negativa, la chiave risiede nel prendere il controllo totale di come e da dove entra l'aria nel capannone; quindi, la sigillatura ermetica è importantissima. Quando la temperatura esterna è fresca, l'aria che entra dal pavimento, dagli stipiti o attraverso le fessure serve solo a raffreddare e creare disagio agli animali, a causare problemi di umidità e a peggiorare le condizioni ambientali.

Per molti anni l'industria avicola ha utilizzato il seguente test per provare l'efficacia della sigillatura: in un capannone di 12 m x 122 m o di 12 m x 152 m, accendere due ventole da 91 cm o una da 122 cm dopo aver sigillato completamente tutti gli ingressi e porte. La pressione statica differenziale dall'interno verso l'esterno indicherà il livello di pressione negativa raggiunto dalle ventole. A maggiore pressione negativa, corrisponde una maggiore ermeticità del capannone. Bisogna raggiungere una pressione negativa minima di 37,5 Pa; nel caso di capannoni nuovi, la pressione statica deve di gran lunga superare i 50 Pa.

Punti Chiave

- Nel caso di ventilazione a pressione negativa, è fondamentale sigillare il capannone ermeticamente per poter controllare le condizioni interne in modo efficace.

Modalità di Operazione della Ventilazione Forzata a Pressione Negativa

La ventilazione forzata a pressione negativa può essere operata in tre modi diversi, variando la distribuzione dei ventilatori e degli ingressi d'aria, secondo gli specifici bisogni da soddisfare:

- Ventilazione minima: viene operata da un timer e si utilizza nei climi più freschi e/o con animali piccoli.
- Ventilazione di transizione: funziona con un termostato o con un sensore di temperatura e si usa per rimuovere calore quando l'effetto raffreddante del vento (tunnel) non è necessario o desiderabile.
- Ventilazione a tunnel: viene utilizzata nei climi più caldi e/o con animali più grandi; funziona sia con termostati che con sensori di temperatura.

Tutte e tre le modalità di ventilazione descritte utilizzano il principio della pressione negativa, ma operano a pressioni statiche diverse. La pressione statica, nelle zone dove si usa il Pascal come unità metrica di misura, indica la differenza di pressione dell'aria tra interno ed esterno o il grado di vuoto parziale raggiunto nel capannone. La ventilazione minima funziona ad una maggiore pressione statica (più vuoto), in genere tra i 17,5 Pa e i 30 Pa. La ventilazione a tunnel può produrre una pressione statica compresa tra i 10 Pa e i 25 Pa, a seconda del tipo di sistema di raffreddamento per evaporazione utilizzato e dell'installazione o meno di pannelli di raffreddamento.

Quando si parla di capannoni, a volte vengono tralasciate delle distinzioni importanti. Ad esempio, si fa riferimento ad un "capannone a tunnel" come se in questo si utilizzasse solo quella modalità di ventilazione. La configurazione a tunnel si usa solo nei climi medio-caldi. Il "capannone a tunnel", quando utilizzato nei climi più freschi o con animali piccoli, deve avere anche un sistema di ventilazione minima e di transizione ed utilizzare l'uno o l'altro secondo il clima e la dimensione degli animali. Siccome i bisogni degli animali cambiano durante la loro crescita e il clima è variabile, in particolare nell'autunno e nella primavera, sarà necessario passare da una modalità di ventilazione ad un'altra all'occorrenza.

Di seguito vi è una breve descrizione del funzionamento di queste configurazioni di base della ventilazione forzata. Nella sezione *Aspetti Fondamentali per la Gestione di un Capannone a Tunnel Moderno* (Pagina 39) vengono fornite più informazioni a riguardo.

Punti Chiave

- Nella ventilazione a pressione negativa, la distribuzione dei ventilatori e degli ingressi d'aria dipende dall'obiettivo da raggiungere e dalle esigenze imposte dalle condizioni prevalenti.
- Le differenti modalità di ventilazione a pressione negativa operano a diverse pressioni statiche.
- La continua variabilità dei bisogni degli animali e delle condizioni climatiche impone all'allevatore di saper passare prontamente da una modalità di ventilazione all'altra.

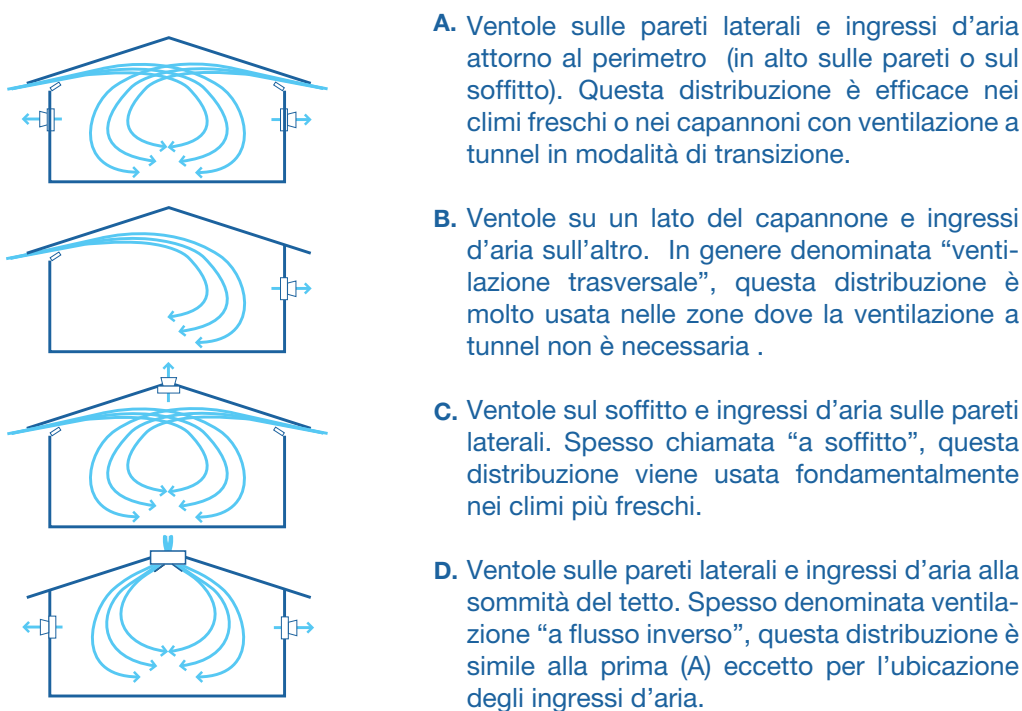
Funzionamento della Ventilazione Minima

La ventilazione minima si usa nei climi freddi o con pulcini molto piccoli con la finalità di far entrare un minimo di aria fresca sufficiente a rimuovere l'eccesso di umidità e di ammoniacca senza raffreddare gli animali. In genere vengono utilizzate da due a sei ventole da 91 cm, la cui distribuzione, così come quella degli ingressi d'aria, varia come descritto più avanti. La chiave per assicurare un'efficace ventilazione minima è creare un vuoto parziale sufficiente a far entrare l'aria ad una velocità sufficiente e uguale attraverso tutti gli ingressi.

Se questi sono distribuiti uniformemente su tutta la lunghezza del capannone, anche il flusso d'aria sarà uniforme all'interno. L'aria fresca esterna deve entrare ad una velocità sufficiente da riuscire a mischiarsi con l'aria calda interna al di sopra degli animali invece di scendere direttamente su di loro, raffreddandoli.

Nelle diverse regioni vengono usate differenti distribuzioni di ventole/ingressi d'aria per la ventilazione minima (e per la ventilazione di transizione, come descritto più avanti in questa pubblicazione). La Figura 12 illustra le configurazioni più comuni.

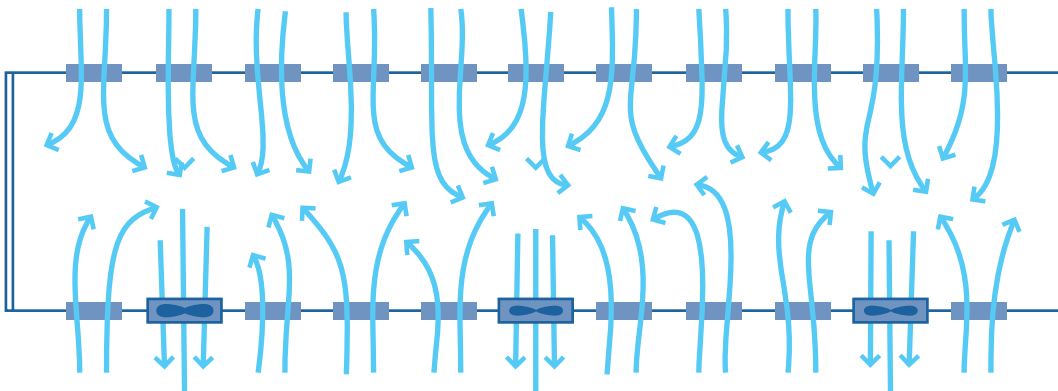
Figura 12: Quattro Distribuzioni Comuni di Ventole/Ingressi d'Aria per la Ventilazione Minima



Per semplicità di presentazione e per via del suo uso esteso in tutto il mondo, in questa pubblicazione faremo riferimento alla distribuzione descritta al punto A (ventole sulle pareti laterali e ingressi d'aria attorno al perimetro). I lettori devono tener presente che benché esistano innumerevoli versioni di configurazioni a pressione negativa utilizzate in tutto il mondo, gli stessi principi base possono essere applicati alle quattro distribuzioni descritte in precedenza e tutte possono e devono funzionare correttamente nella modalità di ventilazione minima.

La Figura 13 illustra il flusso d'aria creato con la ventilazione minima. Per ottenere questo flusso deve esserci una corrispondenza tra la superficie delle prese d'aria e la capacità delle ventole in uso. Qualora questa superficie fosse troppo ridotta (per la quantità di ventole in funzionamento), le ventole dovranno fare fronte ad una pressione statica troppo alta e non forniranno il ricambio d'aria necessario. Se invece gli ingressi sono troppo aperti, la pressione statica scenderà eccessivamente e l'aria tenderà ad entrare solo attraverso le aperture più vicine alle ventole, creando un flusso d'aria non uniforme e peggiorando le condizioni ambientali. Per una corretta gestione automatica delle prese d'aria, bisogna utilizzare una centralina che lavori sulla pressione statica. Le fessure nelle tende e le prese d'aria fisse contribuiscono ad una apertura eccessiva, facendo sì che l'aria fredda in entrata cada sugli animali. Durante la ventilazione minima il capannone deve essere ermetico: le infiltrazioni d'aria compromettono il flusso d'aria desiderato.

Figura 13: Lo scopo della ventilazione minima è far entrare aria in modo uniforme ad un'alta velocità attraverso ingressi disposti su tutto il capannone sopra il livello degli animali in modo che l'aria esterna fredda venga mischiata con l'aria interna, come illustrato in questa figura. Questo flusso d'aria impedisce che l'aria fredda esterna cada sugli animali.



La ventilazione minima è controllata da un timer. All'inizio del ciclo o nei climi molto freddi, è possibile farla funzionare per soltanto mezzo minuto su cinque. Man mano che gli animali crescono o la temperatura inizia a salire, il controllo delle ventole passa dal timer ai termostati per fornire il livello di ventilazione richiesto. È importante notare che quando fa freddo è necessario rimuovere umidità dal capannone, il che significa che bisogna mantenere un livello minimo di ventilazione anche quando secondo il termostato non serve ventilare e anche se questo implica rimuovere un po' di calore dal capannone.

Punti Chiave

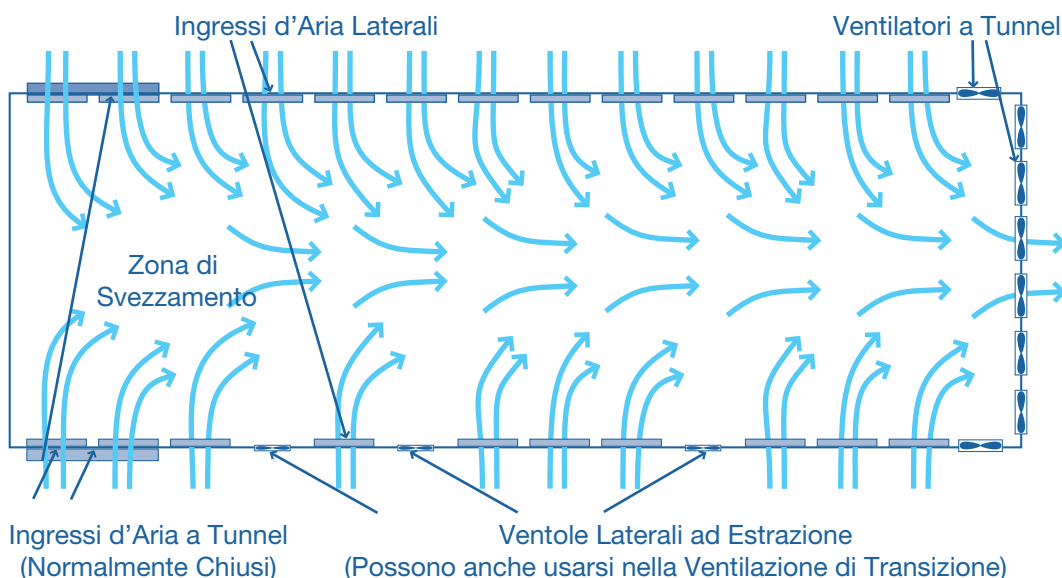
- Lo scopo della ventilazione minima è, quando fa freddo e durante lo svezzamento, di far entrare il minimo di aria fresca necessaria ad eliminare l'umidità e l'ammoniaca in eccesso.
- Anche se in giro per il mondo le disposizioni di ventole e ingressi d'aria sono le più varie, gli stessi principi di base si applicano a tutte.
- Con qualsiasi configurazione di ventilazione minima, l'aria fredda dovrà sempre entrare in alto nel capannone per evitare che colpisca direttamente gli animali.
- Per ottenere un flusso d'aria corretto nella ventilazione minima, la superficie delle prese d'aria deve essere correlata alla capacità delle ventole in uso.
- Per una corretta gestione automatica delle prese d'aria, bisogna utilizzare una centralina che lavori sulla pressione statica.
- La ventilazione minima è controllata da un timer e non dalle temperature.

Funzionamento della Ventilazione di Transizione

La differenza fondamentale tra la ventilazione minima e la ventilazione di transizione è che mentre l'una è controllata da timer l'altra viene controllata dalla temperatura, a prescindere della specifica disposizione delle ventole e degli ingressi d'aria. Cioè, ogni volta che i sensori di temperatura o i termostati acquisiscono controllo sui timer per il funzionamento delle ventole, la configurazione minima inizia ad operare in modalità di transizione. All'aumentare della temperatura esterna, si possono aggiungere più ventole laterali e ingressi d'aria.

Un'altra fase della ventilazione di transizione è la configurazione "ibrida" illustrata nella Figura 14, che utilizza alcuni dei grandi ventilatori a tunnel per portare aria nel capannone attraverso gli ingressi d'aria sul perimetro, al posto di farla entrare attraverso gli ingressi a tunnel, che rimangono chiusi. L'aria esterna entra e si meschia con l'aria interna quasi nello stesso modo che nel caso della ventilazione minima a pressione negativa con ventole laterali. La differenza fondamentale è che la maggiore capacità dei ventilatori produce uno scambio d'aria superiore. Ad esempio, quattro ventilatori nella configurazione di transizione forniscono lo stesso volume d'aria di quattro ventilatori nella configurazione a tunnel ma senza buttare l'aria direttamente sugli animali. In alcune regioni, per motivi di uniformità, non si utilizzano ventilatori a tunnel nella ventilazione di transizione. Questo uso dei ventilatori a tunnel dipende dal clima e dalla possibilità di mischiare e fare circolare l'aria entrante.

Figura 14: La modalità di ventilazione di transizione inizia quando il controllo delle ventole passa dai timer per la ventilazione minima ai sensori di temperatura. Quando le ventole e gli ingressi d'aria predisposti per la ventilazione minima non bastano a fornire un ricambio d'aria sufficiente ad eliminare calore, è possibile utilizzare alcuni dei ventilatori a tunnel per portare grandi quantità di aria attraverso gli ingressi sul perimetro, come illustrato nel diagramma sulla modalità di transizione "ibrida", senza buttare aria direttamente sugli animali.



Come nel caso della ventilazione minima, anche durante la ventilazione di transizione, la superficie delle prese d'aria deve essere correlata alla capacità delle ventole in uso. La superficie delle prese laterali deve essere sufficiente per operare almeno la metà dei ventilatori a tunnel nella modalità di transizione ibrida senza creare una pressione statica eccessiva. Come nel caso della ventilazione minima, per un'operatività ottimale, l'apertura degli ingressi d'aria deve essere controllata da una centralina che lavori sulla pressione statica.

Punti Chiave

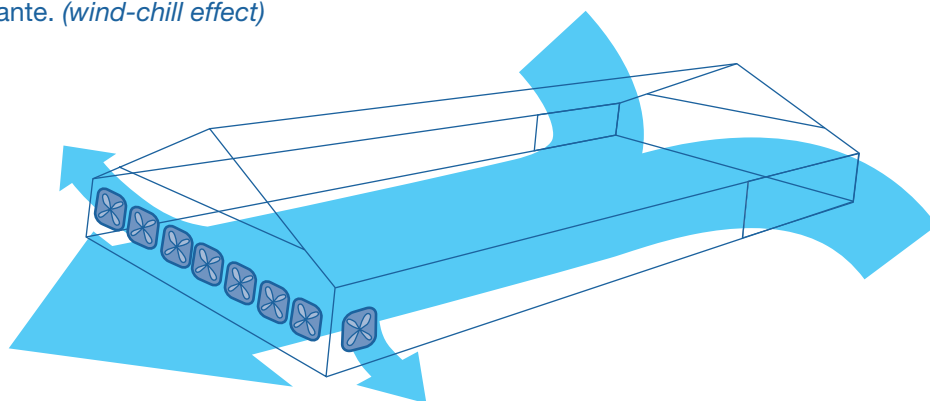
- La ventilazione di transizione è controllata dalla temperatura. Si usa quando è necessario rimuovere calore senza buttare aria fredda sugli animali.
- Quando la ventilazione minima non basta a fornire il ricambio d'aria necessario a rimuovere calore, possono essere utilizzati dei ventilatori a tunnel per fare entrare grandi quantità d'aria attraverso gli ingressi sul perimetro del capannone.
- Come per la ventilazione minima, anche nella ventilazione di transizione, la superficie delle prese d'aria deve essere correlata alla capacità delle ventole e la loro apertura deve essere controllata da una centralina che lavori sulla pressione statica.

Funzionamento della Ventilazione a Tunnel

Lo scopo della ventilazione a tunnel è fornire agli animali un ambiente confortevole nei climi medio-caldi attraverso l'effetto raffreddante di un flusso d'aria ad alta velocità. La configurazione a tunnel è adatta alle zone piuttosto calde per l'allevamento di animali pesanti (1,8-3,6 kg). La prima finalità fondamentale di questi sistemi è la capacità di rimuovere dal capannone tutto il calore in eccesso, fornendo il ricambio d'aria necessario. Un impianto che funziona al massimo della sua capacità, con tutti i ventilatori accesi, riesce ad eseguire il ricambio completo dell'aria del capannone in meno di un minuto.

Attraverso lo spostamento dell'aria come in un tunnel, questa configurazione produce un effetto raffreddante, a condizione che la velocità dell'aria sia di almeno 2,54 m/s.

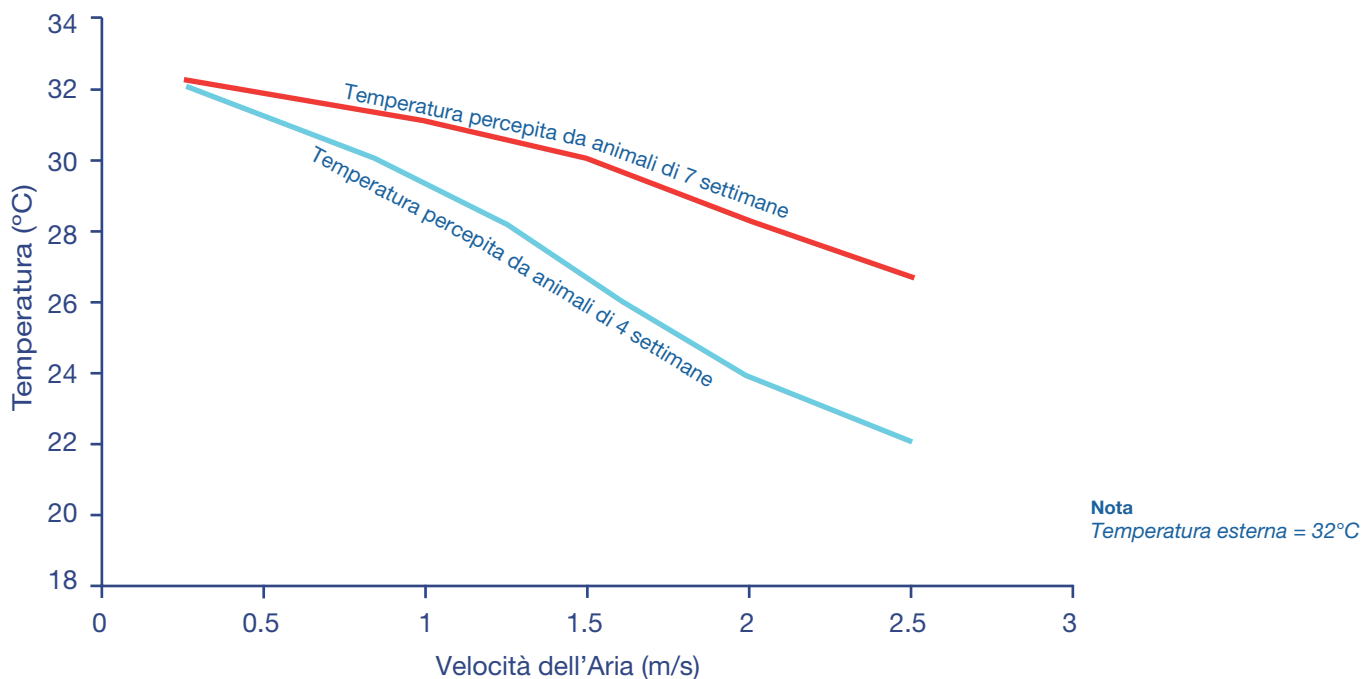
Figura 15: Lo scopo della ventilazione a tunnel è spostare sugli animali grandi volumi d'aria ad alta velocità, rimuovendo il massimo del calore e producendo un effetto raffrescante. (*wind-chill effect*)



L'effetto raffrescante creato dall'aria ad alta velocità può ridurre dai 5,5 ai 7°C la temperatura effettiva percepita dagli animali con piumaggio completo. La **Figura 16** mostra le temperature effettive risultanti da diverse velocità d'aria per animali di quattro e di sette settimane.

Come evidenziato dalla **Figura 16**, bisogna essere attenti nell'usare la ventilazione a tunnel con gli animali più giovani, siccome sono più suscettibili all'effetto raffreddante del vento prodotto da una determinata velocità. È importante notare che la temperatura "effettiva" può solo essere stimata, giacché è impossibile calcolarla o leggerla da un termometro. Il comportamento degli animali è il fattore determinante per decidere quanti ventilatori accendere e stimare la velocità e il ricambio dell'aria necessari per il loro comfort.

Figura 16: L'effetto raffreddante generato da un flusso d'aria ad alta velocità è maggiore nel caso di animali giovani.



Il flusso d'aria ad alta velocità generato dalla ventilazione a tunnel si adatta bene all'uso del raffreddamento per evaporazione. A questo scopo, si possono utilizzare sia dei nebulizzatori all'interno del capannone che dei pannelli di raffreddamento all'esterno degli ingressi d'aria. Questo raffreddamento reale prodotto dall'aria in entrata, insieme all'effetto raffreddante del vento o raffreddamento "effettivo", è in grado di assicurare una buona performance anche nei climi molto caldi. Quando usato da solo, l'effetto raffreddante del vento è meno pronunciato una volta superati i 32°C; sopra i 38°C l'aria inizia a riscaldare gli animali al posto di rinfrescarli.

E' fondamentale che la superficie delle prese d'aria sia corretta. Nel caso del raffreddamento con pannelli, serve una superficie maggiore (come spiegato più avanti in questa pubblicazione). I capannoni a tunnel devono anche essere ermetici, giacché le infiltrazioni d'aria compromettono il flusso richiesto.

Punti Chiave

- Lo scopo della ventilazione a tunnel è produrre un raffreddamento massimo attraverso l'effetto rinfrescante di un flusso d'aria ad alta velocità.
- E' importante stimare la temperatura "effettiva" prodotta dall'effetto raffreddante del vento, che varierà secondo l'età/dimensione degli animali e secondo la reale temperatura dell'aria.
- L'effetto raffreddante del vento è meno pronunciato quando la temperatura supera i 32°C; sopra i 38°C l'aria inizia a riscaldare al posto di rinfrescare.

Funzionamento del Raffreddamento per Evaporazione

Attraverso l'evaporazione, l'acqua raffredda le superfici con cui è a contatto. L'evaporazione di soli 3,8 litri d'acqua nell'aria toglie da quest'ultima 9179 kJ di calore. Di conseguenza, il raffreddamento per evaporazione è uno strumento molto utile per l'industria avicola nei climi caldi.

Il metodo più semplice per utilizzare il raffreddamento per evaporazione con i broiler è montare dei nebulizzatori in alto nei capannoni con ventilazione a tende. Tuttavia, negli impianti moderni, più efficaci ed efficienti, questo tipo di raffreddamento si usa per integrare la ventilazione a tunnel. La reale riduzione della temperatura prodotta dal raffreddamento per evaporazione, aggiunta all'effetto rinfrescante del vento generato dalla ventilazione a tunnel, consente di raggiungere un'ottima performance anche nei climi molto caldi, purché il progetto e la gestione dell'impianto siano corretti.

Le due modalità più importanti del raffreddamento per evaporazione nei capannoni a tunnel sono l'utilizzo di nebulizzatori interni e l'installazione di pannelli bagnati davanti agli ingressi d'aria a tunnel. Tutte e due le modalità sono efficaci, ma i sistemi a pannelli stanno prendendo il sopravvento, giacché sono molto efficienti, richiedono meno gestione e non comportano il rischio di bagnare né gli animali né la lettiera.

L'efficacia del raffreddamento per evaporazione –cioè, il reale raffreddamento che produce-dipende da tre fattori:

- La temperatura esterna iniziale - a parità degli altri fattori, quanto più sarà elevata la temperatura iniziale, tanto più sarà il raffreddamento possibile in gradi.
- L'umidità relativa (UR) dell'aria esterna – quanto più sarà bassa l'UR esterna, tanto meglio sarà.
- L'efficacia dell'impianto per fare evaporare l'acqua – la maggior parte degli impianti hanno un'efficacia del 50% - 75%.

La Tabella 1 mostra le temperature interne risultanti dalle diverse temperature esterne iniziali, dall'efficacia dell'impianto e dall'umidità relativa. Ad esempio, se la temperatura esterna è di 35°C con un'umidità relativa del 50% e l'impianto ha un'efficacia del 75%, il raffreddamento sarà di 7°C, portando la temperatura a 28°C. Se l'effetto raffreddante del vento prodotto dalla ventilazione a tunnel aggiunge altri 5,5-7°C di raffreddamento effettivo, un animale con piumaggio completamente sviluppato percepirà una temperatura di 21-22,5°C.

Tabella 1: Raffreddamento per Evaporazione Possibile in Diverse Condizioni

Temperatura Iniziale (°C)	Efficacia dell'impianto	Temperatura Risultante (°C) per Specifica Umidità Relativa		
		40% RH	50% RH	60% RH
38.7	50%	32.2%	33.3%	34.4%
	75%	28.9%	30.6%	32.2%
35	50%	29.4%	30.6%	31.7%
	75%	26.7%	28.3%	29.4%
32.2	50%	27.2%	28.3%	28.9%
	75%	24.4%	26.1%	27.2%

Il raffreddamento per evaporazione può essere utile anche in zone ritenute umide. In molte regioni del mondo, l'umidità relativa raggiunge il 90% in qualche notte estiva, ma scende al 50% o meno verso mezzogiorno. Questo è dovuto al fatto che di solito la temperatura notturna oscilla attorno ai 20°C, di modo che un aumento di 11°C (con la temperatura intorno ai 32°C) riduce l'UR alla metà. Di norma, il raffreddamento per evaporazione è efficace quando, in media, la differenza tra la temperatura notturna e la massima diurna è di almeno 11°C.

La Figura 17 illustra i principi base del raffreddamento a tunnel con l'effetto raffrescante del vento per abbassare la temperatura effettiva e con il raffreddamento per evaporazione per abbassare la temperatura reale.

La Figura 17: Principi base della ventilazione a tunnel con raffreddamento per evaporazione: risultato caratteristico per un buon sistema di raffreddamento per evaporazione con un impianto a tunnel ad una velocità dell'aria di 2,54 metri al secondo o superiore.



Punti Chiave

- L'evaporazione di soli 3,8 litri d'acqua rimuove 9179 kilojoule di calore dall'aria.
- Il reale raffreddamento prodotto dall'evaporazione dipende dalla temperatura dell'aria, dall'umidità relativa e dall'efficienza dell'impianto di raffreddamento.
- Il raffreddamento per evaporazione è molto utile se l'escursione tra la temperatura notturna e la massima diurna è di almeno 11°C.

Buone Scelte di Ventilazione

Nel decidere come progettare ed attrezzare un capannone per la produzione di broiler, è importante capire in che modo possono essere utili le diverse tecnologie moderne per il controllo ambientale e quali benefici possono apportare.

La **Figura 18** mostra reali variazioni di temperatura registrate in autunno da registratori di temperatura in capannoni con ventilazione a tende e in capannoni ad ambiente controllato nel sud est degli Stati Uniti. Mentre i capannoni con ventilazione a tende hanno poco o nessun controllo sulla temperatura, i capannoni ad ambiente controllato consentono di avvicinarsi molto agli obiettivi di temperatura in ogni momento. Che questi risultati siano stati ottenuti durante i primi 28 giorni del ciclo produttivo è ancora più significativo.

La ventilazione a tunnel con raffreddamento per evaporazione ha dimostrato un chiaro vantaggio di performance nelle ultime settimane del ciclo e nei climi più caldi, in particolare con animali pesanti (1,8-3,6 kg). La **Tabella 2** mostra dati reali registrati in campo in estate da un'azienda di produzione di broiler nel sud est degli Stati Uniti, mettendo a confronto i capannoni a tende e i capannoni a tunnel con raffreddamento per evaporazione.

Il Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti ha eseguito un'altra ricerca che evidenzia il potenziale dei capannoni a tunnel moderni nel migliorare la performance degli animali. I risultati confrontano gli effetti di diverse velocità dell'aria su peso e conversione in impianti a tunnel in condizioni di caldo estremo (**Tabella 3**).

Figura 18: Il monitoraggio delle temperature dimostra che i capannoni ad ambiente controllato mantengono le temperature sugli obiettivi; i capannoni a tende invece consentono ampie oscillazioni. La linea ombreggiata mostra gli obiettivi di temperatura.

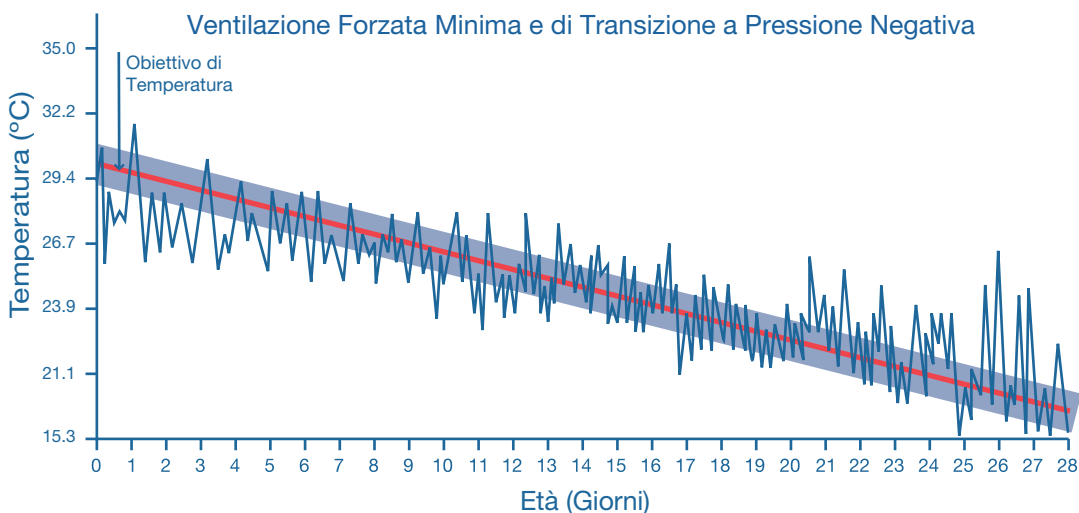
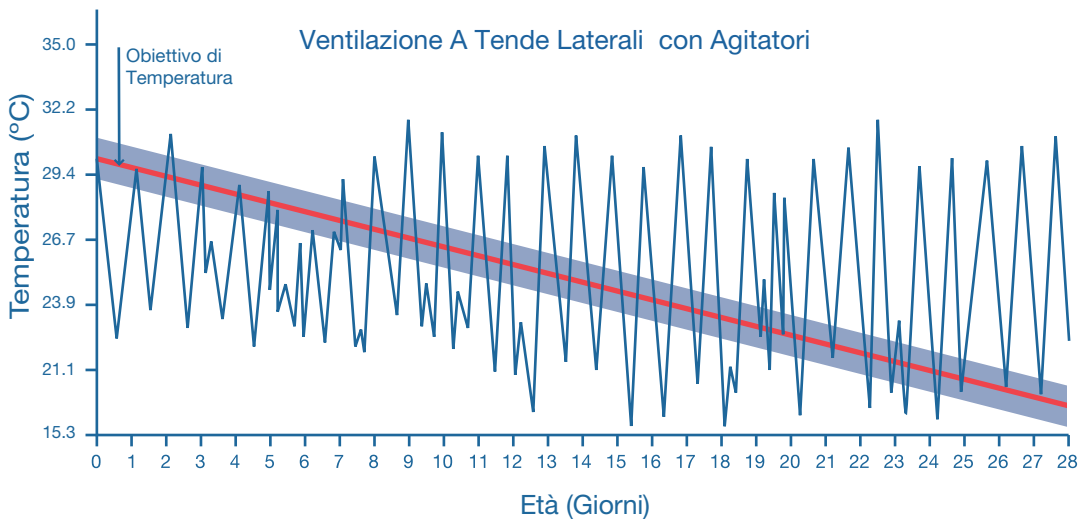


Tabella 2: Performance registrati in estate nel sud-est degli Stati Uniti per ventilazione a tunnel con raffreddamento per evaporazione e per la ventilazione convenzionale a tende

Broiler di 58 giorni	Peso(kg)	Conversione	% Vitalità	% Scarti	Costo Vivo (\$ cent/kg)
Tunnel + Raffrescamento	3.27	2.18	92.4	1.71	48.4
Convenzionale	3.11	2.24	88.1	1.90	50.0

Tabella 3: Ricerca eseguita dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti sugli effetti delle diverse velocità dell'aria su peso e conversione in condizioni di caldo estremo.

Velocità Aria	Peso Animale (kg)	Aumento Settimana Precedente (kg)	Conversione per quella Settimana
Dopo 4 Settimane			
3.05 m/s	1.28	0.58	1.495
2.03 m/s	1.27	0.57	1.482
Aria Ferma	1.23	0.53	1.521
Dopo 5 Settimane			
3.05 m/s	1.94	0.66	1.712
2.03 m/s	1.92	0.65	1.698
Aria Ferma	1.79	0.55	1.804
Dopo 6 Settimane			
3.05 m/s	2.60	0.66	1.966
2.03 m/s	2.52	0.60	2.080
Aria Ferma	2.20	0.41	2.469
Dopo 7 Settimane			
3.05 m/s	3.21	0.60	2.277
2.03 ms	3.02	0.50	2.610
Aria Ferma	2.54	0.33	3.026

È da sottolineare che l'investimento su una ventilazione tecnologica si ripaga solo quando i sistemi sono correttamente progettati per lo scopo, con una particolare cura nella scelta dei componenti, e sono gestiti adeguatamente.

Punti Chiave

- Sia la ricerca che l'esperienza di campo dimostrano che le tecnologie moderne per il controllo ambientale migliorano la performance in modo significativo.
- I registratori di temperatura usati in allevamenti documentano la capacità degli impianti di controllo ambientale nel mantenere le temperature vicine agli obiettivi.
- La ventilazione a tunnel con raffreddamento per evaporazione ha migliorato la performance estiva nel sud-est degli Stati Uniti.
- Ricerche condotte in ambienti controllati hanno dimostrato che l'alta velocità dell'aria è particolarmente benefica nel caso di animali pesanti.

Nelle sezioni successive si descrivono i fattori decisivi per la scelta dei componenti più importanti dei sistemi di ventilazione.

Scelta dei Ventilatori

Dei ventilatori di buona qualità sono essenziali per il successo del programma di ventilazione. La considerazione chiave è la loro capacità per quanto riguarda il flusso d'aria; cioè, la quantità d'aria che un ventilatore sposta in un'ora (m³/hr - metri cubi all'ora). I ventilatori sono come dei muscoli adibiti allo spostamento dell'aria. Di conseguenza, è fondamentale essere certi che riescano a smuovere i m³/hr richiesti.

Fattori che Influiscono sulla Performance dei Ventilatori

La capacità di un ventilatore (m³/hr) cambia secondo la pressione statica alla quale questo deve fare fronte. Nell'aria libera (come nel caso degli agitatori), la cui pressione statica è zero, un ventilatore sposta la massima quantità d'aria. Nel caso della ventilazione a pressione negativa, i ventilatori devono estrarre aria attraverso gli ingressi predisposti in tutto il capannone e farla uscire all'esterno; quindi, devono operare contro una certa resistenza, chiamata pressione statica. Man mano che la pressione statica aumenta, diminuisce il flusso d'aria che il ventilatore riesce a spostare. Il quoziente di flusso d'aria di un ventilatore (m³/hr a 50 Pa ÷ m³/hr a 12,5 Pa) indica la sua capacità di mantenere un flusso d'aria dato all'alzarsi della pressione statica. In genere questi quozienti sono compresi tra 0,65 e 0,90. Quanto più alto è il quoziente, tanto meglio sarà.

L'efficienza di un ventilatore (m³/hr per watt), correlata al costo del kilowatt-ora, indica quanto costa farlo funzionare per ottenere un determinato flusso d'aria espresso in m³/hr. Anche l'efficienza di un ventilatore in genere scende con l'alzarsi della pressione statica.

Nel confrontare ventilatori e decidere quale è il migliore in una determinata situazione, è utile osservare le loro curve di performance. Queste curve mostrano o la loro capacità o la loro efficienza; cioè tracciano le diverse capacità in m³/hr all'aumentare della pressione statica, o indicano qual'è la loro efficienza in m³/hr/watt al variare della pressione statica. Gli esempi di curve illustrati nella Figura 19 e nella Figura 20 mostrano le differenti performance di un ventilatore coassiale a bassa efficienza di 122 cm e di un ventilatore a cinghia ad alta efficienza, sempre di 122 cm.

In genere i ventilatori vengono classificati in m³/hr ad una pressione statica di 10 o di 20 Pa. Questo è lo standard più utilizzato in ventilazione ed è anche una pressione statica operativa caratteristica. Qualora la pressione statica nel capannone si alzasse troppo rispetto allo standard –il che sarà possibile se i pannelli di raffreddamento o le serrande fossero sporche o la superficie delle prese a tunnel non fosse sufficiente-- , i ventilatori non produrranno il flusso d'aria richiesto. Ad esempio, il ventilatore ad alta efficienza illustrato nella figura 19 sposta 39.105 m³/hr ad una pressione statica di 12,5 Pa. Tuttavia, se la pressione statica del capannone salisse a 37,5 Pa, per via del cattivo progetto del capannone, di una gestione inadeguata o di una scarsa manutenzione, il flusso d'aria scenderebbe a 32.984 m³/hr, il che rappresenta una riduzione del 16%.

Figura 19: Flusso d'aria di diversi ventilatori in m³/hr

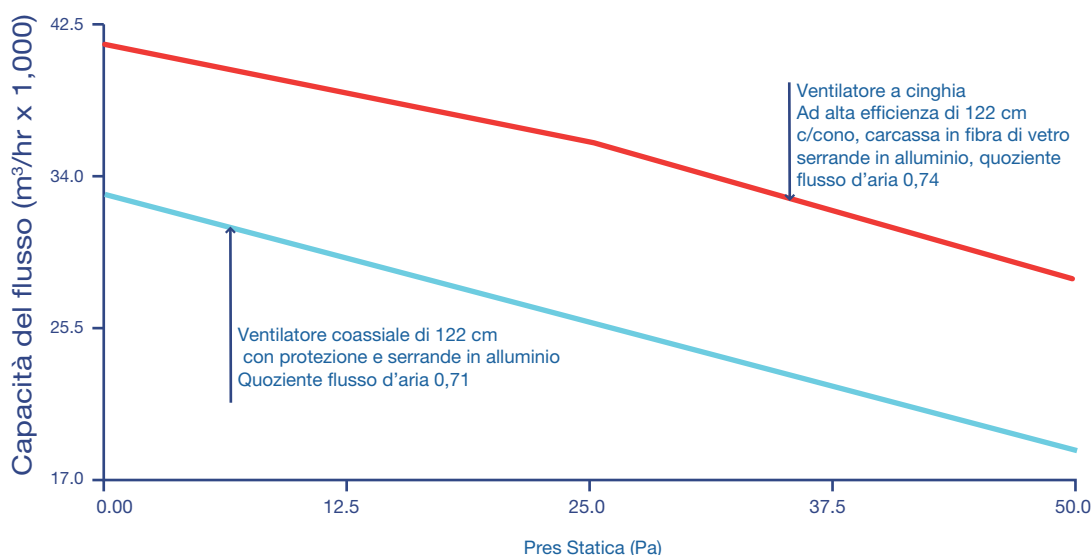
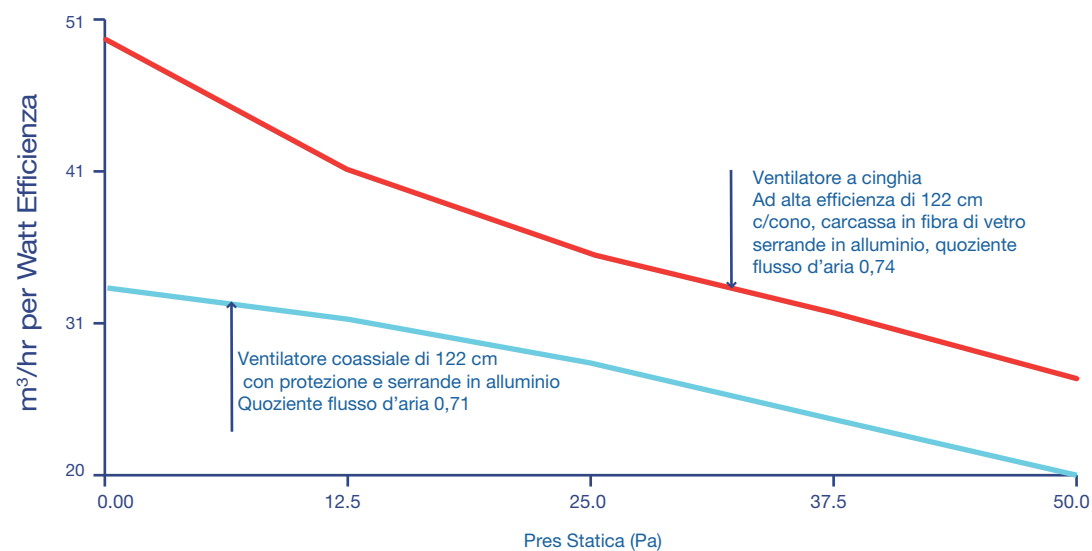


Figura 20: Flusso d'aria di diversi ventilatori in m³/hr/watt



Punti chiave

- Il fattore principale per la performance di un ventilatore è il flusso d'aria che produce ad una determinata pressione statica.
- Il "quoziente di flusso d'aria" indica la capacità di un ventilatore di mantenere un determinato flusso d'aria all'aumentare della pressione statica – più alto è, meglio è.
- L'efficienza di un ventilatore si misura in m³/hr per watt. Un ventilatore efficiente con un maggiore quoziente di flusso d'aria è sicuramente più costoso, ma funziona meglio e, a lungo termine, consente un risparmio in elettricità.
- Per giudicare la performance di un ventilatore e per stimare il suo costo operativo, è importante considerare la sua curva del flusso d'aria e la sua curva di efficienza nella fascia di pressione statica nella quale sarà usato.

Fattori Importanti sulle Serrande dei Ventilatori

Le serrande aperte non dovrebbero creare resistenza al flusso d'aria, ma una volta chiuse, devono bloccarlo completamente. Prove recenti hanno dimostrato che persino serrande nuove e pulite installate in ventilatori di 122 cm non chiudevano ermeticamente, consentendo infiltrazioni d'aria che sono state tradotte in una perdita di varie centinaia di dollari nel riscaldamento di ogni capannone durante la ventilazione minima invernale. Tuttavia, l'aspetto ancora più importante da tenere in considerazione è che le infiltrazioni modificano il flusso d'aria richiesto con il conseguente effetto sulla performance degli animali. Qualora siano utilizzate delle serrande, sarà fondamentale tenerle sempre pulite. In una settimana questo tipo di serrande può accumulare sufficiente polvere da ridurre il flusso dell'aria del 25%. Uno dei motivi per considerare l'uso di ventilatori a cono o di ventilatori di parete ad angolo (slant wall) è che questi vengono installati dentro il capannone, il che ne semplifica la pulizia.

Punto Chiave

- Le serrande dei ventilatori devono chiudere ermeticamente per evitare infiltrazioni d'aria e devono essere sempre pulite per non compromettere la capacità dei ventilatori.

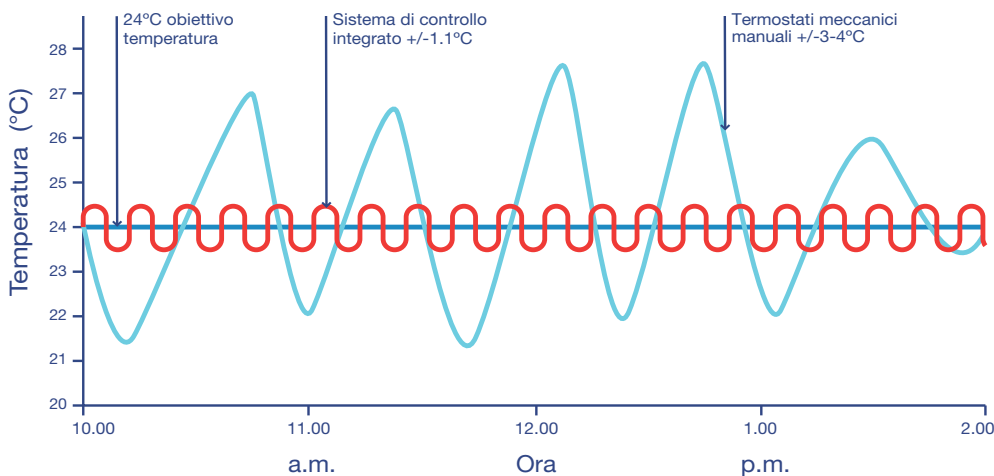
Fattori Decisivi sui Sistemi di Controllo Integrato

I sistemi di controllo elettronico integrato consentono di controllare l'ambiente interno costantemente 24 ore su 24 e 7 giorni su 7. Il loro costo impegnativo è giustificato dalla migliore performance degli animali, giacché limitano molto le oscillazioni di temperatura, sia sopra o sotto gli obiettivi. Come illustrato nella **Figura 21**, questi sistemi riescono a controllare la temperatura al $\pm 1,1^\circ\text{C}$, quando i termostati meccanici più diffusi consentono oscillazioni di $\pm 3-4^\circ\text{C}$. I sistemi di controllo integrato eliminano la mano d'opera necessaria per regolare singoli strumenti come i termostati. Tuttavia, è comunque necessario un addetto alla supervisione ed operazione del sistema.

Un buon sistema deve essere facile da usare, il che significa che deve avere uno schermo semplice con un menù chiaro e completo. Deve essere in grado di evitare che gli impianti di riscaldamento e di ventilazione siano in opposizione tra loro e deve anche consentire al capannone di passare automaticamente dal riscaldamento alla ventilazione minima, successivamente alla ventilazione di transizione, di seguito alla ventilazione a tunnel per finalmente arrivare al raffreddamento per evaporazione (e di rifare il percorso all'indietro). Inoltre, deve avere sufficienti canali di dati da non dover aggiungere altri interruttori. Il sistema deve anche avere protezione contro picchi di voltaggio o sovraccarichi di tensione.

Inoltre, un sistema efficace deve includere la funzione zonale; cioè, la possibilità di utilizzare diversi gruppi di sensori di temperatura sistemati in differenti posti del capannone secondo lo richiedano le condizioni specifiche. Ad esempio, se solo una metà del capannone viene utilizzata come zona di svezzamento, durante le prime fasi del ciclo, il sistema di controllo dovrà attivare soltanto i sensori della ventilazione minima per questa zona; mentre nell'altra parte del capannone dovrà attivare i sensori per la ventilazione a tunnel.

Figura 21: Come illustrato dalle temperature registrate in questo grafico, i sistemi di controllo elettronico integrato sono molto più efficaci degli impianti con termostati. Di conseguenza, nella maggior parte dei casi, la migliore performance del gruppo giustifica il loro costo.



I sistemi migliori hanno la funzione di raccolta e visualizzazione dati e consentono di osservare le temperature del capannone a diversi intervalli, ad esempio durante le ultime 24 ore o durante tutto il ciclo produttivo. Questa funzione è particolarmente utile durante la risoluzione di problemi. Un'altra funzione importante è il monitoraggio e il controllo a distanza --in genere attraverso il collegamento in rete con un PC portatile--, che consente di verificare le condizioni del capannone da qualsiasi posto e in qualsiasi momento, permettendo risposte tempestive all'insorgere dei problemi.

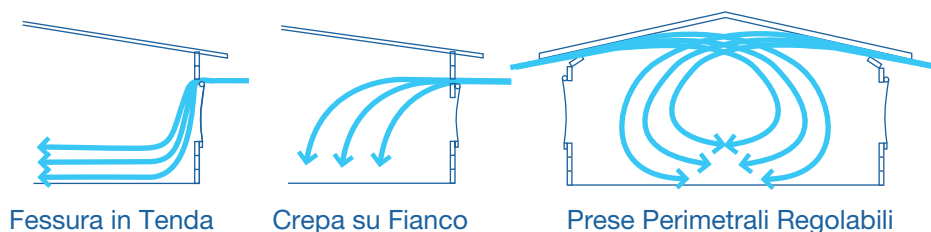
Punti Chiave

- I sistemi moderni di controllo elettronico consentono di ridurre significativamente i tempi di gestione, ad esempio per la regolazione dei termostati.
- Un buon sistema di controllo deve avere molteplici funzioni ma deve assolutamente essere semplice da operare.
- Un sistema di controllo efficace deve essere in grado di tenere le temperature del capannone sugli obiettivi, con oscillazione di +/- 1,1°C.
- La funzione di raccolta e visualizzazione dati è molto utile per la risoluzione di problemi e per il miglioramento della gestione.

Considerazioni sulla Disposizione degli Ingressi d'Aria

La disposizione degli ingressi d'aria utilizzati durante la ventilazione minima e di transizione è molto importante per mischiare l'aria fredda entrante con l'aria calda all'interno del capannone ed evitare che il flusso d'aria fredda arrivi direttamente agli animali. Come indicato in precedenza, le diverse disposizioni di ventilatori e ingressi d'aria assicurano questi due scopi. Il principio fondamentale rimane sempre quello di fare entrare l'aria in alto e ad alta velocità. Le prese regolabili articolate montate in alto attorno al perimetro del capannone (sulle parete laterali o sulle aperture sul soffitto) si sono dimostrate le migliori nel produrre il flusso d'aria richiesto. La **Figura 22** confronta il flusso d'aria necessario prodotto da questo tipo di prese perimetrali e quello prodotto dagli ingressi d'aria predisposti per la ventilazione a tende.

Figura 22: Durante la ventilazione minima e la ventilazione di transizione, è fondamentale evitare che l'aria fredda esterna arrivi direttamente agli animali. Le prese regolabili montate in alto attorno al perimetro del capannone raggiungono questo scopo, facendo entrare l'aria al di sopra del livello degli animali e mischiandola con l'aria calda del capannone prima che entri in contatto con gli animali.



Il grado di apertura degli ingressi è un fattore critico. Siccome deve variare secondo il numero di ventole in funzionamento e i cambiamenti della pressione statica, è quasi impossibile regolare manualmente per mantenere il flusso d'aria richiesto. A questo scopo, le prese d'aria invernali possono essere collegate a dei sensori della pressione statica per il loro azionamento automatico, il che fornisce il miglior ambiente possibile. A [pagina 44](#), si descrivono più particolari sulla gestione degli ingressi d'aria.

Punto Chiave

- Le prese d'aria perimetrali regolabili ed articolate si sono dimostrate superiori nel produrre il flusso d'aria richiesto per la ventilazione minima e di transizione.

Benefici Derivati dall'Uso di Agitatori

Per quanto possa essere efficace la gestione delle prese d'aria regolabili nel mischiare l'aria durante la ventilazione minima, le ventole non sono sempre in funzione. Quando sono inattive, l'aria calda in alto al capannone e l'aria fredda in basso smettono di mischiarsi e non esiste modo di gestire gli ingressi d'aria per evitare che questo accada. Per impedire la stratificazione dell'aria a diverse temperature, tenendo allo stesso tempo i pulcini al caldo ed eliminando umidità dalla lettiera, è utile usare degli agitatori (o ventole di circolazione) all'interno del capannone.

Un altro importante beneficio derivato dall'uso di agitatori è il risparmio in riscaldamento. Nei capannoni ben gestiti, con un buon isolamento e prese d'aria regolabili si possono raggiungere risparmi tra il 15% e il 20%. Nei capannoni più vecchi talvolta si raggiungono risparmi maggiori, anche se probabilmente spenderanno comunque di più in carburante rispetto ai capannoni moderni ben gestiti ed isolati. I capannoni con riscaldamento convettivo e/o con soffitto alto sono quelli che consentono il maggiore risparmio, potendo raggiungere il 40%.

Sia gli agitatori a pala che gli agitatori coassiali sono efficienti. I primi in genere funzionano meglio con delle correnti in salita. I secondi vengono montati lungo la linea centrale del capannone e spostano l'aria in orizzontale. Le **Figure 23 e 24** illustrano la circolazione dell'aria e i particolari d'installazione (caratteristici per il sudest degli Stati Uniti).

Figura 23: Particolari d'installazione e circolazione dell'aria per agitatori coassiali in un capannone di 12 m x 152 m.

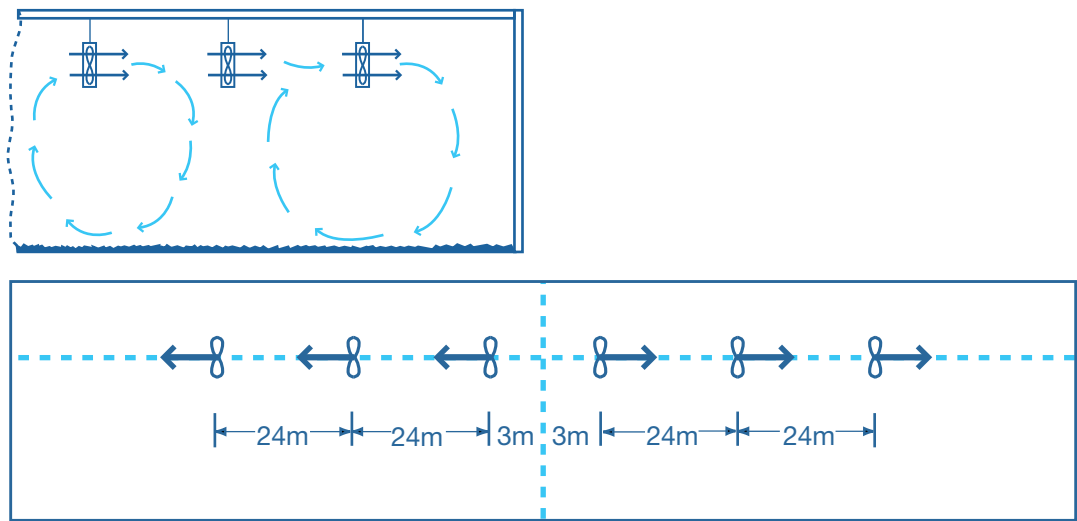
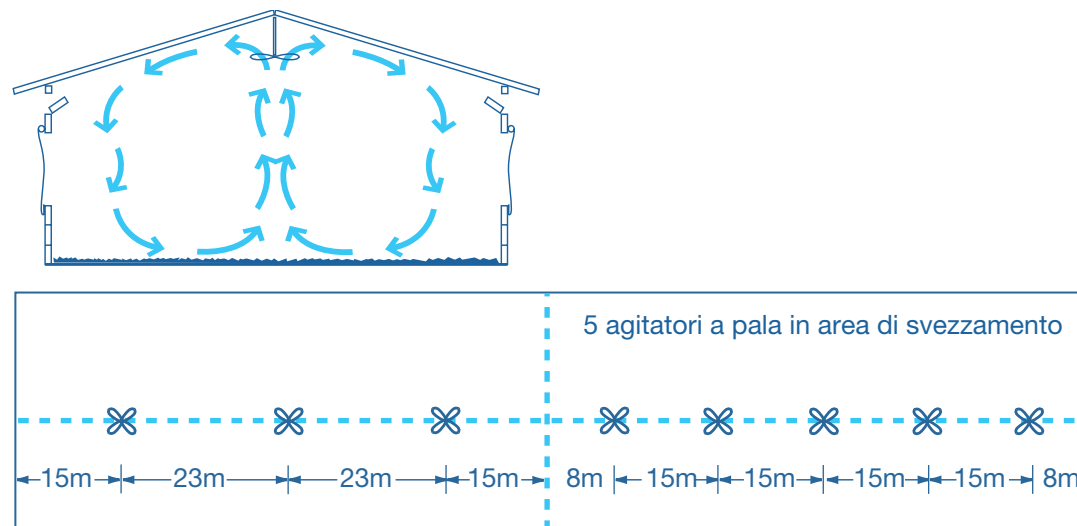


Figura 24: Particolari d'installazione e circolazione dell'aria per agitatori a pala in un capannone di 12 m x 152 m



Punti Chiave

- Durante la ventilazione minima, gli agitatori, riducono la stratificazione del calore, consentendo risparmi in riscaldamento.
- Sia gli agitatori coassiali che gli agitatori a pala sono efficaci nel mischiare gli strati d'aria all'interno del capannone. Gli agitatori a pala funzionano meglio con delle correnti in salita.

Raffreddamento per Evaporazione: Scelta tra Umidificatori e Pannelli di Raffreddamento

Oggi, l'uso dei pannelli di raffreddamento è molto più diffuso dell'utilizzo di umidificatori all'interno del capannone, principalmente perché i pannelli sono più semplici da gestire e non comportano il rischio di bagnare il capannone. Inoltre, hanno una maggiore capacità di raffreddamento. Tuttavia, gli impianti di umidificazione, se adeguatamente progettati ed operati, sia che vengano utilizzati con o senza la ventilazione a tunnel, possono essere efficaci ed efficienti nei climi adatti.

La difficoltà rappresentata dagli umidificatori interni è che se nell'aria si introduce più acqua di quella che può essere assorbita, questa gocciola, bagnando sia gli animali che la lettiera. La chiave per l'utilizzo di questo sistema è nebulizzare nell'aria la quantità esatta di acqua in modo da ottenere il massimo raffreddamento possibile senza rischiare di bagnare il capannone. Ma questo non è uno scopo facile da raggiungere e richiede una gestione molto attiva e attenta. Gli erogatori si intasano facilmente e bisogna controllarli spesso. La qualità dell'acqua può rappresentare un problema ed è fondamentale filtrarla prima di fornirla all'impianto.

Punto Chiave

- I sistemi di raffreddamento per evaporazione a pannelli da ricircolo raffreddano di più dei sistemi con umidificatori, sono più semplici da gestire e non comportano il rischio di bagnare il capannone.

Raffreddamento per Evaporazione a Pannelli: Dimensione della Superficie dei Pannelli

Un obiettivo ragionevole da raggiungere è fornire il raffreddamento richiesto utilizzando la minima superficie possibile di pannelli senza consentire alla pressione statica del capannone di superare i 25 Pa. L'errore più comune con i sistemi di raffreddamento per evaporazione a pannelli è installare una superficie ridotta di pannelli. Di conseguenza, la pressione statica sale troppo, riducendo la capacità dei ventilatori rispetto alla capacità riportata nella loro classificazione in m³/hr. Una superficie ridotta di pannelli diminuisce anche l'efficacia del raffreddamento, giacché l'aria passa attraverso i pannelli ad una velocità troppo alta. Quanto più bassa è la velocità alla quale l'aria attraversa i pannelli bagnati, tanto più efficace è il raffreddamento.

Bisogna osservare che l'aria passa attraverso i pannelli ad una velocità diversa rispetto alla velocità alla quale scorre nel capannone o attraversa gli ingressi a tunnel. E' la sezione trasversale del capannone a determinare la velocità alla quale l'aria scorrerà una volta entrata nel capannone. La superficie dei pannelli, quasi sempre, deve essere superiore alla sezione trasversale, giacché per ottenere un raffreddamento efficace, l'aria deve passare attraverso i pannelli ad una velocità inferiore. La formula per determinare la superficie dei pannelli, presumendo di conoscere la capacità dei ventilatori installati e la velocità raccomandata alla quale l'aria deve attraversare i pannelli, è la seguente:

$$\text{Superficie pannelli richiesta (m}^2\text{)} = \frac{\text{Capacità ventilatori a tunnel installati (m}^3\text{/hr)}}{\text{Velocità dell'aria raccomandata attraverso i pannelli (m/s)}}$$

Punto Chiave

- Un fattore fondamentale per ottenere un raffreddamento per evaporazione efficace senza sovraccaricare i ventilatori è installare sufficienti pannelli da coprire una superficie adeguata.

Necessità di un Sistema di Sicurezza

Quanto più controllo ambientale esiste nel capannone tanto più necessario diventa avere un sistema di sicurezza per evitare perdite catastrofiche a causa di guasti nel sistema di controllo. Nei capannoni con ventilazione a tende, deve esserci un termostato collegato ad un dispositivo per l'apertura delle tende in caso che la temperatura salga troppo. Anche nei capannoni con ventilazione forzata, le tende devono aprirsi in caso di interruzione della corrente elettrica. Ogni capannone moderno deve assolutamente avere un generatore di riserva. Questo non solo eviterà una catastrofe, ma in caso di mancanza di elettricità, manterrà il sistema in funzionamento, assicurando la performance degli animali. Nel caso di sistemi di controllo integrato, deve anche esserci un sistema di controllo di riserva, autonomo, che consenta al sistema principale di operare soltanto in condizioni accettabili, in genere comprese tra i $\pm 5,5^{\circ}\text{C}$. Questo sistema di riserva deve avere un sensore proprio, che in genere viene collocato a metà capannone.

E' anche importante installare degli allarmi per segnalare problemi di diversi tipi, come ad esempio di temperatura, elettrici, di attivazione della pompa dell'acqua, ecc. Oltre agli allarmi locali, è utile installare degli allarmi a distanza, con collegamento a telefoni e cercapersone. Sono molto utili gli allarmi incorporati ai regolatori degli ingressi d'aria azionati dalla pressione statica. Questi percepiscono e segnalano variazioni della pressione statica, e siccome non dipendono dal sistema di controllo principale, agiscono come sentinelle su questo. Tutti i sistemi di sicurezza devono essere il più autonomi possibili; cioè, non devono dipendere dal funzionamento di un altro sistema, il che garantisce che non falliscano se fallisce un altro sistema.

Key Points

- Quanto più controllo ambientale c'è in un capannone, tanto più necessario è avere un sistema di sicurezza per evitare perdite catastrofiche a seguito di guasti.
- Tutti i sistemi di sicurezza devono essere il più autonomi possibile; cioè, il loro funzionamento non deve dipendere dal funzionamento di un altro sistema.

Orientamento del Capannone

Il posizionamento del capannone sul terreno rispetto all'esposizione solare è un altro fattore importante da considerare. L'orientamento migliore per ottenere condizioni interne ottimali è quando il colmo del capannone (asse lungo del tetto) rimane approssimativamente in direzione est-ovest. Nell'inverno, quando il sole è basso, questa posizione consente al sole di battere su una delle pareti laterali a mezzogiorno, contribuendo al riscaldamento del capannone. In estate, quando è necessario minimizzare l'accumulo di calore, il sole è molto più alto a mezzogiorno e il cornicione gli impedisce di battere sulla parete laterale esposta durante quasi tutta la giornata. A mezzogiorno il sole batte solo sul tetto, che in genere è la parte più isolata del capannone. I capannoni orientati con un'angolazione superiore a 10-15 gradi rispetto all'asse est-ovest in genere consumano più carburante in inverno e in estate hanno bisogno di una maggiore ventilazione con una gestione più attenta.

Key Point

- Il migliore orientamento del capannone per ottenere condizioni interne ottimali è quando il colmo rimane approssimativamente in direzione est-ovest.

Requisiti di Isolamento

L'isolamento è molto utile perché consente di risparmiare in riscaldamento. I capannoni che hanno un sottotetto devono avere un isolamento sopra il soffitto di almeno $U = 0,053 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (R-19). I capannoni a travatura aperta devono avere un isolamento sottotetto di almeno $U = 0,125 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (R-8). Per questo, è sufficiente collocare un pannello di poliuretano di 38 mm o uno di polistirolo di 50 mm. Né le lamine riflettenti né i rivestimenti riflettenti si sono dimostrati efficaci quando utilizzati da soli nei capannoni, senza pannelli d'isolamento. I materiali utilizzati per l'isolamento esterno devono essere sufficientemente robusti da sopportare il deterioramento provocato dagli uccelli e dalle pulizie regolari. E' fondamentale evitare che i materiali isolanti assorbano l'acqua.

Talvolta nelle regioni più calde, l'isolamento non viene ritenuto necessario ma viene visto come uno spreco di risorse. E' importante notare che a prescindere della regione geografica, durante l'estate gli animali hanno bisogno di essere protetti dalle irradiazioni provenienti da un tetto non isolato scaldato dal sole. Questo fatto è confermato da studi realizzati nel sudest degli Stati Uniti in capannoni a travatura aperta con ventilazione forzata identici, a eccezione dell'isolamento sottotetto. Con una temperatura esterna di 33°C , la temperatura all'interno del capannone isolato si aggirava attorno ai $33,3^\circ\text{C}$, con un tasso di mortalità infimo. Nel capannone senza isolamento, la temperatura interna era di circa 37°C con un tasso di mortalità del 14%.

Un tetto o un soffitto senza isolamento possono emanare più calore del calore prodotto da un intero gruppo di animali di sei settimane di età. I sistemi di ventilazione, anche se provvisti di raffreddamento per evaporazione, non possono gestire tale carico di calore aggiuntivo. Il calore radiante è particolarmente pericoloso perché arriva agli animali in forma diretta prima di aver scaldato l'aria all'interno del capannone. Solo dopo che gli animali hanno assorbito questo calore aggiuntivo, la temperatura del capannone inizia a salire, evidenziando il problema. Qualora non ci fosse alternativa, si potranno utilizzare delle lamine riflettenti o dei rivestimenti riflettenti per fornire qualche grado di protezione dal calore radiante.

Punti Chiave

- L'isolamento consente di risparmiare in riscaldamento: i metodi più efficaci sono i pannelli isolanti.
- Nei climi caldi, è fondamentale isolare il tetto o il soffitto per evitare l'irradiazione del calore solare sugli animali.

Aspetti Fondamentali per la Gestione di un Capannone a Tunnel Moderno

La ventilazione a tunnel è stata ideata come strumento per fare mangiare gli animali e, di conseguenza, farli aumentare di peso nei climi medio-caldi. Il metodo si è diffuso ampiamente e la sua configurazione è così tanto caratteristica che i capannoni che lo adoperano sono chiamati “capannoni a tunnel”, anche se utilizzano questa modalità di ventilazione solo durante una parte dell’anno. La ventilazione a tunnel non è necessaria in tutti i climi, ma è molto usata in varie regioni. Gli aspetti fondamentali sul funzionamento delle diverse modalità di ventilazione sono spiegati da pagina 19 a pagina 26.

Nella maggior parte dei capannoni “a tunnel”, vengono utilizzate tre modalità base di ventilazione. La terminologia usata per descriverle è molto varia; in questa pubblicazione, per semplificare la comprensione, vengono utilizzati i seguenti termini: modalità minima per climi freddi e animali molto giovani (svezzamento), modalità di transizione per climi moderati e animali medi quando serve rimuovere calore e modalità a tunnel per fornire raffreddamento addizionale nei periodi più caldi.

Per ottenere una performance ottimale (con la conseguente redditività dell’investimento) in un capannone a tunnel moderno durante tutto l’anno, è fondamentale sapere quale modalità di ventilazione scegliere in ogni momento per successivamente attuare dei piccoli aggiustamenti per quanto riguarda la temperatura o la qualità dell’aria, così da fornire il migliore ambiente possibile. I sistemi di controllo elettronico integrato semplificano la gestione ambientale, giacché al cambiare delle condizioni, automaticamente passano da una modalità di ventilazione ad un’altra e regolano il livello di ventilazione. Tuttavia, siccome nessun sistema è infallibile, supervisionarlo è fondamentale. Dovrà essere una

Punti Chiave

- I sistemi di controllo moderni riducono i tempi di gestione ma non eliminano il bisogno di un buon allevatore.

Scelta della Modalità di Ventilazione

Il fattore decisivo per scegliere la modalità di ventilazione è sapere quanto calore rimuovere dal capannone --semmai ci fosse bisogno di farlo-- e decidere se l’aria esterna deve o meno arrivare direttamente agli animali. Di seguito vengono descritti i principi fondamentali per scegliere la modalità di ventilazione appropriata:

Ventilazione Minima:

- Non è necessario rimuovere calore dal capannone e l’aria esterna non deve entrare in contatto diretto con gli animali. Gli animali sono molto giovani e/o l’aria esterna è molto fredda.
- Il funzionamento delle ventole è controllato da timer al posto di essere controllato da un termostato. Lo scopo della ventilazione è impedire l’accumulo di umidità e fornire aria fresca.
- L’obiettivo è di rimanere in ventilazione minima finché sia possibile tenere gli animali a loro agio in questa configurazione.

Punti Chiave

- Mantenere la ventilazione minima finché non sarà necessario rimuovere calore dal capannone.

Ventilazione di Transizione:

Con la crescita degli animali e/o l’aumento della temperatura esterna, inizia la ventilazione di transizione, quando la temperatura del capannone sale e diventa necessario rimuovere calore dall’interno. È necessario incrementare il ricambio d’aria senza consentire all’aria esterna di entrare in contatto diretto con gli animali.

- La prima fase della ventilazione di transizione inizia quando il controllo delle ventole passa dal timer ad un sensore di temperatura. In alcuni casi, vengono attivate altre ventole (non a tunnel) ed ingressi d'aria.
- Per rimuovere ancora più calore, si possono utilizzare dei ventilatori a tunnel per fare entrare aria attraverso gli ingressi laterali (modalità di transizione ibrida).
- L'obiettivo è lasciare la modalità di transizione finché non sarà possibile rimuovere dal capannone tutto il calore in eccesso.

Punto Chiave

- La modalità di transizione rimuove il calore in eccesso senza consentire all'aria fredda di entrare in contatto con gli animali.

Nota

Una descrizione alternativa molto comune raggruppa la ventilazione minima e la ventilazione di transizione sotto il termine "ventilazione forzata". La terminologia utilizzata in questa pubblicazione distingue, da una parte, tra ventilazione regolata da timer e ventilazione regolata dalla temperatura; mentre da un'altra parte, consente di differenziare tra rimozione di calore senza l'effetto raffreddante del vento e raffreddamento prodotto dall'effetto del vento.

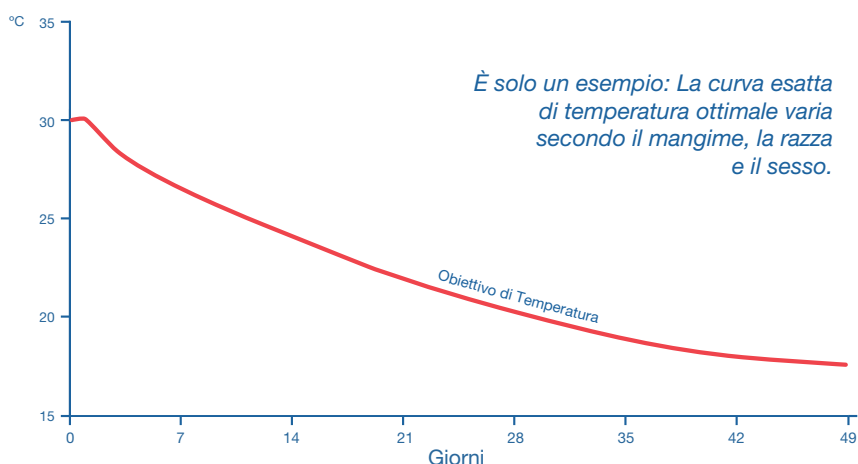
Ventilazione a Tunnel

- La ventilazione a tunnel deve iniziare quando gli animali hanno bisogno di raffreddamento; il ricambio dell'aria da solo non riesce ad impedire che la temperatura del capannone superi la zona di benessere.
- La modalità a tunnel viene scelta soltanto quando gli animali non riescono ad essere a loro agio con la modalità di transizione; cioè, hanno bisogno dell'effetto raffreddante del vento fornito dalla ventilazione a tunnel.
- Bisogna essere molto attenti nel passare dalla modalità di transizione alla modalità a tunnel con animali di meno di quattro settimane di vita, giacché questi sono più sensibili all'effetto raffreddante del vento e suscettibili a stress da freddo dovuto al calo repentino della temperatura effettiva.
- L'obiettivo è utilizzare la modalità a tunnel solo quando gli animali hanno bisogno dell'effetto raffreddante del vento per essere a loro agio.

Importanza di Rimanere sugli Obiettivi di Temperatura

Ogni singolo giorno del ciclo produttivo, gli addetti dovranno conoscere l'obiettivo di temperatura per quel giorno specifico e gestire gli impianti di ventilazione per raggiungerlo. L'inizio del ciclo è il momento più cruciale, giacché è impossibile recuperare successivamente le perdite di performance avvenute quando gli animali sono molto giovani. Un suggerimento utile è affiggere l'obiettivo di temperatura del giorno accanto al sistema di controllo. Per i broiler, in genere la temperatura ottimale inizia attorno ai 32°C nel primo giorno e scende gradatamente fino ai 21°C circa verso la sesta settimana (**Figura 25**). E' fondamentale confrontare la temperatura raggiunta con l'obiettivo ad intervalli regolari durante ogni giorno del ciclo produttivo, ed eventualmente eseguire le modifiche necessarie.

Figura 25: La temperatura che consente agli animali di sfruttare al meglio il mangime per aumentare di peso si aggira attorno ai 32°C il primo giorno di vita e scende fino ai 21°C circa verso la fine della settimana; tuttavia, per assicurare una performance ottimale, la temperatura reale all'interno del capannone deve essere tenuta entro 0,5-1,0°C dall'obiettivo fino al momento in cui inizia la ventilazione a tunnel, quando il valore da controllare diventa la temperatura effettiva risultante dall'effetto raffreddante del vento.



Bisogna controllare la temperatura che gli animali percepiscono e non la temperatura percepita dagli addetti o segnata dal termometro, in particolare se questo si trova a un metro sopra gli animali. Tutti i termometri, i sensori di temperatura o termostati devono misurare la temperatura al livello degli animali. Inoltre, quando il capannone utilizza la modalità a tunnel, la temperatura percepita dagli animali NON SARA' la stessa temperatura segnata dal termometro. Durante la modalità a tunnel, lo scopo della gestione è tenere la temperatura percepita dagli animali sull'obiettivo. Non bisogna assolutamente abbassare la temperatura segnata dal termometro per farla rientrare nell'obiettivo se gli animali sono esposti all'effetto raffreddante del vento. E' importantissimo ricordare questo particolare, fondamentale all'inizio del ciclo. I pulcini giovani hanno bisogno di temperature più alte degli animali con piumaggio completo e sottoporli a stress da freddo può avere risultati disastrosi.

Punti Chiave

- Durante la ventilazione a tunnel, lo scopo è tenere la temperatura effettiva sull'obiettivo; cioè, la temperatura che gli animali percepiscono e non la temperatura segnata dal termometro.
- Non bisogna abbassare la temperatura segnata dal termometro per farla rientrare nell'obiettivo se gli animali sono esposti all'effetto raffreddante del vento.

Fattori Fondamentali per la Gestione della Ventilazione Minima

Lo scopo della ventilazione minima è mantenere la qualità dell'aria quando non è necessario rimuovere calore dal capannone. Questo significa fare entrare la giusta quantità di aria fresca da fornire l'ossigeno sufficiente ed evitare l'accumulo di umidità e ammoniaca.

1 - Finché ci sono animali presenti, è fondamentale ventilare per almeno un periodo minimo a prescindere della temperatura esterna anche quando non c'è bisogno di rimuovere calore dal capannone.

Quando la ventilazione minima è adeguata, la quantità di calore interno che viene persa è insignificante in confronto ai benefici rappresentati dalla migliore performance ottenuta. Anche quando il livello di ammoniaca non rappresenta un problema (ad esempio, quando la lettiera è nuova), consentire la stratificazione dell'aria interna o non fornire aria nuova sufficiente può avere effetti costosi in termini di performance e stato sanitario degli animali. Una ricerca condotta negli Stati Uniti ha dimostrato che una carenza di ossigeno leggera-moderata lunga solo dodici ore che è avvenuta nel primo giorno è stata causa di un aumento significativo delle asciti e di una riduzione degli incrementi ponderali.

E' importante capire che l'umidità che entra nel capannone durante la ventilazione minima non rappresenta un problema. In primo luogo, l'aria fredda non trattiene molta acqua; in secondo luogo, mischiandosi con l'aria più calda del capannone, la sua umidità relativa scende drasticamente. Questo consente al flusso d'aria che attraversa il capannone per ventilarlo di assorbire ed eliminare l'umidità in eccesso. E' fondamentale tenere la ventilazione minima anche in giornate fredde di pioggia incessante.

Punti Chiave

- Anche quando non c'è bisogno di rimuovere calore, è fondamentale ventilare per mantenere una buona qualità dell'aria.
- La perdita del calore interno che avviene durante la ventilazione minima è insignificante in confronto ai benefici guadagnati.

2 - Non bisogna mai sacrificare la qualità dell'aria per risparmiare in riscaldamento; tuttavia, è fondamentale non raffreddare gli animali giovani.

Anche un lieve raffreddamento durante lo svezzamento può portare ad una riduzione del peso e ad un aumento della conversione, delle reazioni ai vaccini e del tasso di mortalità. I termometri e i termostati devono essere montati al livello degli animali e l'aria esterna fredda non deve entrare in contatto diretto con loro.

Punto Chiave

- Gli animali giovani devono essere tenuti al caldo; è importante preriscaldare il capannone e la lettiera prima del loro accasamento e monitorare la temperatura al loro livello.

3 – È fondamentale preriscaldare sia il capannone che la lettiera prima dell'accasamento.

Accasare i pulcini su una lettiera fredda compromette la loro performance. Una regola efficace consiste nel riscaldare la lettiera ad una temperatura di almeno 30°C prima dell'accasamento. Per questo, è necessario accendere il riscaldamento 24 ore prima dell'accasamento. Qualora le cappe fossero l'unica fonte di calore durante lo svezzamento, sarà necessario accenderli con un anticipo di 48 ore. Uno studio condotto da un'azienda avicola illustra chiaramente le perdite derivate dal mancato preriscaldamento della lettiera. Lo studio ha dimostrato che i dieci gruppi migliori sono stati quelli accasati su una lettiera alla temperatura raccomandata, raggiungendo il tasso più basso di mortalità precoce (a sette giorni), di solo lo 0,7%. Invece, i dieci gruppi accasati su una lettiera la cui temperatura si aggirava attorno ai 22,5°C sono stati i peggiori, con un tasso di mortalità a sette giorni del 4,0%.

4 – La ventilazione minima deve essere regolata da un timer ad intervalli di cinque minuti.

Man mano che gli animali crescono ed emettono più umidità e calore, deve essere aumentato il tempo di funzionamento e/o il numero delle ventole attive.

Questi cicli brevi e frequenti di cinque minuti migliorano molto le condizioni interne del capannone, rendendole uniformi e costanti. Cicli prolungati, di 10 minuti o più lunghi, provocano grandi oscillazioni tra valori estremi di temperatura e di qualità dell'aria. Anche se in media le condizioni saranno le stesse che con cicli di cinque minuti, gli animali non saranno sottoposti alle condizioni ottimali in modo costante. Una regola efficace per la regolazione dei cicli del timer è considerare che il livello di ventilazione minima per 1.000 pulcini appena arrivati è di circa 0,047-0,094 m³/s, secondo la temperatura esterna. L'umidità relativa all'interno del capannone, l'umidità della lettiera e il comportamento degli animali sono parametri da considerare per determinare qual'è il livello minimo esatto necessario di ventilazione.

Punto chiave

- Regolare la ventilazione minima con un timer da cinque minuti minimizza le oscillazioni estreme di temperature e di UR e migliora le condizioni ambientali.

5 – Un fattore fondamentale per ottenere un'efficace ventilazione minima è accertarsi che l'aria fredda entrante si mischi uniformemente con l'aria del capannone, essendo in questo modo riscaldata prima di venire a contatto con gli animali.

Il miglior modo di garantire che questo avvenga in modo costante e continuativo è fare controllare l'apertura degli ingressi d'aria sul perimetro da regolatori della pressione statica. Se la superficie delle prese non è adeguatamente correlata alla capacità (m³/hr) delle ventole in uso, il livello di ventilazione sarà minore del richiesto o l'aria fredda entrante scenderà direttamente sugli animali, raffreddandoli (Figura 26).

6 – Il passaggio alla modalità di transizione deve avvenire quando gli animali producono troppo calore per le ventole della ventilazione minima.

Quanto più fredda è l'aria esterna o quanto più giovani sono gli animali, tanto più sarà possibile rimanere nella modalità di ventilazione minima. Quanto più calda è l'aria esterna o quanto più saranno grandi gli animali, tanto prima sarà necessario passare alla ventilazione di transizione.

Punto chiave

- Il passaggio alla modalità di transizione deve avvenire solo quando diventerà necessario rimuovere calore e la ventilazione minima non basterà per fornire benessere agli animali.

Fattori Fondamentali per la Gestione della Ventilazione di Transizione

Lo scopo della ventilazione di transizione è eliminare sufficiente calore da tenere la temperatura del capannone entro la zona di benessere degli animali e allo stesso tempo non consentire che l'aria esterna venga a contatto diretto con questi.

1 – Per una ventilazione di transizione efficace, è fondamentale che gli ingressi d'aria sulle pareti laterali vengano controllati da un regolatore della pressione statica.

Cambiando il numero di ventole in uso, diventa molto difficile, se non impossibile, regolare l'apertura delle prese manualmente per mantener la pressione statica giusta.

2 – Non bisogna passare alla ventilazione a tunnel mentre è ancora possibile tenere gli animali a loro agio con la modalità di ventilazione di transizione.

Man mano che gli animali crescono ed emettono più calore per chilogrammo del loro peso corporeo, o man mano che la temperatura esterna sale, sarà necessario rimuovere sempre più calore dal capannone. Nel caso di capannoni ben progettati con animali grandi, qualora la temperatura esterna fosse più di 5,5°C più fredda dell'obiettivo di temperatura interna, la ventilazione di transizione consentirà di stare sull'obiettivo. Non sarà necessario passare alla ventilazione a tunnel. Nel caso di animali più giovani, questo sarà possibile anche quando la differenza tra la temperatura esterna e l'interna fosse meno di 5,5°C. Anticipare il passaggio alla ventilazione a tunnel molte volte produce una differenza di temperatura troppo grande tra un'estremità del capannone e l'altra, il che compromette la performance del gruppo.

Punto Chiave

- Passare dalla ventilazione di transizione alla ventilazione a tunnel troppo presto può compromettere seriamente la performance degli animali.

3 - Non c'è problema a passare da una modalità di ventilazione ad un'altra –minima, di transizione o a tunnel -, quando cambiano le condizioni.

Talvolta ad un gruppo serve la ventilazione di transizione durante la notte e al mattino presto, ma necessita della ventilazione a tunnel per fare fronte alle alte temperature diurne. La chiave è determinare che tipo di ventilazione consentirà la massima performance in ogni momento.

4 – Nel momento in cui si decide di effettuare il passaggio alla ventilazione a tunnel, è fondamentale tenere presente l'effetto raffreddante del vento.

Ad esempio, quando un capannone che sta usando la sua massima capacità di ventilazione di transizione, con quattro ventilatori a tunnel, passa alla modalità a tunnel, il calo della temperatura "equivalente" o "effettiva" che gli animali percepiscono può essere molto più pronunciato di quello che segna il termometro. Gli animali più giovani, che sono più sensibili all'effetto raffreddante del vento, possono avere difficoltà a gestire questo calo di temperatura effettiva.

Fattori Fondamentali per la Gestione degli Ingressi d'Aria Perimetrali

Sia nella ventilazione minima che nella ventilazione di transizione, è fondamentale che gli ingressi d'aria sul perimetro forniscano il flusso d'aria giusto. Questi controllano la direzione dell'aria e influiscono sulla sua velocità in entrata e, di conseguenza sulla sua possibilità di mischiarsi con l'aria del capannone. Nei climi freddi, gli ingressi d'aria sono lo strumento che consente di mischiare l'aria esterna fredda con l'aria interna calda per risparmiare in carburante e mantenere le temperature richieste. Una buona gestione degli ingressi d'aria impedisce all'aria calda di stratificarsi in cima al capannone. Quando gli ingressi d'aria non sono gestiti adeguatamente, si può creare una differenza di 8-11°C tra la temperatura all'altezza del suolo e la temperatura all'altezza del soffitto. Una buona gestione può ridurre questa differenza a 3°C.

Punto Chiave

- Nei climi freddi, gli ingressi d'aria sul perimetro sono lo strumento che consente di mischiare l'aria esterna fredda con l'aria interna calda.

Gestire gli ingressi adeguatamente consente anche di risparmiare in carburante. Nei capannoni dove l'aria esterna non si meschia bene con l'aria interna, la spesa in carburante aumenta del 20-25%. Inoltre, l'abbinamento di temperatura e qualità dell'aria è uno dei fattori più importanti per la performance del gruppo a partire sin dal primo giorno. Le temperature estreme possono avere effetti devastanti, in particolare durante lo svezzamento. Il freddo intenso riduce drasticamente l'attitudine dei pulcini a mangiare e a bere e una crescita iniziale rallentata comporta una perdita di performance impossibile da rimediare durante la vita del gruppo. Gli ingressi d'aria devono assolutamente essere gestiti in modo tale da fornire agli animali le temperature e la qualità d'aria che necessitano.

Punto Chiave

- Una buona gestione degli ingressi d'aria perimetrali può consentire un risparmio in carburante del 20 %.

1 – Il primo passo per la gestione degli ingressi d'aria è verificare che il capannone sia ermetico, cioè che non ci siano infiltrazioni d'aria attorno alle porte né alle tende, ecc., così da non compromettere il flusso d'aria proveniente dagli ingressi.

2 – Il passo successivo consiste nel verificare la giusta apertura degli ingressi. Questa deve essere regolata in modo da ottenere la pressione statica richiesta e il "getto" d'aria desiderato (Figura 26).

Qualora gli ingressi d'aria siano sulle pareti laterali del capannone, l'apertura minima per creare un flusso d'aria adeguato sarà di 5-7,5 cm; se fossero sul soffitto, l'apertura sarà di 2,5-4 cm. Aprire gli ingressi oltre la posizione massima non aumenta il flusso d'aria. Se l'apertura è troppo ampia, in genere l'aria sarà gettata verso il basso, sugli animali. Il flusso d'aria giusto si ottiene solo aprendo gli ingressi fino al punto esatto.

Punto Chiave

- Per fornire un flusso d'aria adeguato, l'apertura degli ingressi sulle pareti laterali deve essere di almeno di 5-7,5 cm; in caso di ingressi sul soffitto, la loro apertura minima dovrà essere di 2,5-4 cm.

3 – E' importante usare regolatori della pressione statica per controllare l'apertura degli ingressi.

Gestire l'apertura degli ingressi manualmente è praticamente impossibile, perché sarebbe necessario regolarli ogni volta che si accende o si spegne una ventola. Con il modificarsi della pressione statica, il regolatore apre e chiude le aperture al punto giusto, in modo da produrre la pressione statica richiesta e il flusso d'aria desiderato. I regolatori sono strumenti precisi che si sono dimostrati molto utili nella nostra industria.

4 – Il numero degli ingressi aperti deve essere correlato alla capacità delle ventole in uso.

Decidere quanti ingressi d'aria aprire è uno degli aspetti della loro gestione che non avviene in automatico. Un capannone caratteristico ha in genere ingressi d'aria sufficienti da gestire la metà della capacità di tutte le ventole installate. Tuttavia, quando solo una o due ventole sono in uso, come ad esempio durante lo svezzamento, saranno anche aperti meno ingressi. La motivazione è che se si usano troppi ingressi per il numero di ventole in operazione, il regolatore della pressione statica -proprio per mantenere la pressione statica- li terrà quasi chiusi, impedendo così di ottenere il "getto" d'aria richiesto. Quando c'è solo una ventola di 122 cm in funzione con tutti gli ingressi installati in uso, il regolatore della pressione statica li aprirà di solo 0,5-1,5 cm e di conseguenza l'aria riuscirà appena ad infiltrarsi nel capannone attraverso quest'ultimi e precipiterà immediatamente al suolo. In questo caso, dovuto al fatto che non si genera un flusso d'aria a velocità, l'aria non si meschia adeguatamente. Il risultato è una lettiera bagnata, un'alta umidità relativa, problemi di ammoniaca, uso elevato di carburante e una scarsa qualità dell'aria. La chiave consiste in correlare il numero degli ingressi in uso alla capacità delle ventole che saranno in operazione durante un giorno o un periodo determinato. Per ottenere un buon flusso d'aria all'inizio della crescita, quando si usa una sola ventola di 122 cm (o due di 91 cm) nella parte del capannone adibita allo svezzamento, di solito bisogna chiudere gli ingressi d'aria a prese alterne (e tutti gli ingressi nell'estremità vuota). In questo modo, il regolatore controllerà 15 ingressi distribuiti uniformemente. Solo se sarà necessario accendere altre ventole, saranno aperti ulteriori ingressi. Dopo lo svezzamento, man mano che si accenderanno altre ventole nell'altra estremità, saranno aperti più ingressi in quella zona.

Una regola efficace da seguire nei capannoni a tunnel è aprire circa 15 ingressi d'aria per ogni ventola di 122 cm che sarà in funzione durante una fase specifica del ciclo produttivo o in determinate condizioni climatiche.

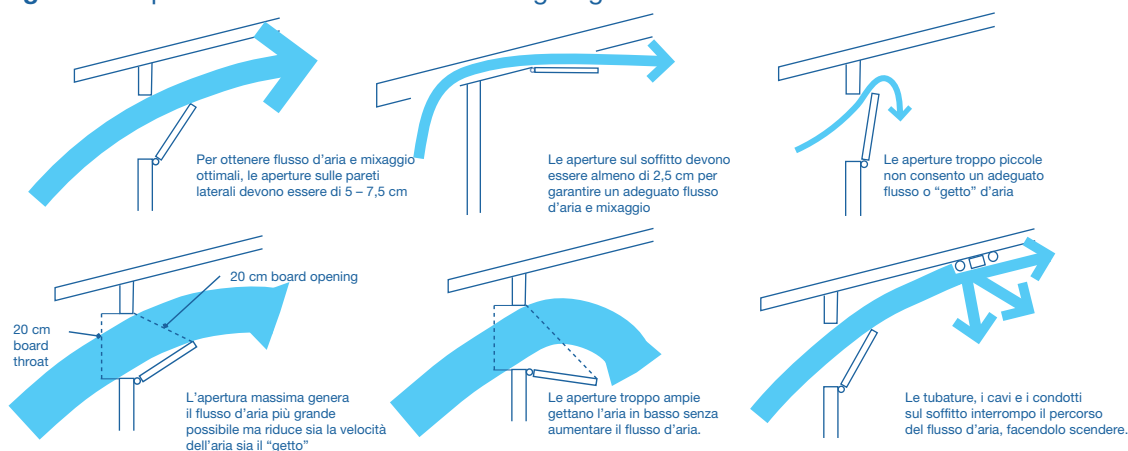
Punti Chiave

- Il numero degli ingressi d'aria aperti deve essere correlato alla capacità totale delle ventole in uso.
- Una regola efficace consiste in aprire 15 ingressi d'aria perimetrali per ogni ventola di 122 cm in uso.

5 – È fondamentale evitare di ostruire il flusso d'aria proveniente dagli ingressi.

Le tubature d'acqua e i circuiti elettrici spesso si trovano sul soffitto proprio in mezzo alla traiettoria del flusso dell'aria. Quando questo flusso trova un'ostruzione del genere, interrompe il suo percorso e inizia a scendere. In questo modo, fallisce l'obiettivo di creare un flusso d'aria ad alta velocità che scorre uniformemente lungo il soffitto fino al centro del capannone.

Figure 26: Aperture corrette ed incorrette degli ingressi d'aria



Fattori Fondamentali per la Gestione della Ventilazione a Tunnel

Lo scopo della ventilazione a tunnel è raffreddare. La modalità a tunnel viene scelta solo quando non basta rimuovere calore dal capannone per offrire benessere agli animali, ma loro hanno bisogno dell'effetto refrigerante del vento e, nei climi più caldi, della reale riduzione della temperatura fornita dal raffreddamento per evaporazione.

1- Per gestire correttamente la ventilazione a tunnel, è fondamentale capire cos'è la temperatura effettiva o equivalente prodotta dal vento.

La temperature effettiva percepita dagli animali si calcola togliendo alla temperatura segnata dal termometro il numero di gradi che stimiamo produca l'effetto raffreddante del vento sugli animali. Chiaramente, calcolarla non è una scienza esatta. La temperatura percepita dipende in grande misura dall'età degli animali (cioè, piumaggio e dimensione) e dalla velocità dell'aria. A uguaglianza di tutti gli altri fattori, il calo di temperatura è percepito secondo i seguenti criteri:

- Di più nel caso di animali più giovani e di meno nel caso di animali più vecchi.
- Di più nel caso di temperature più basse; di meno per temperature più alte.

Punto Chiave

- L'effetto raffreddante del vento dipende per la maggior parte dall'età degli animali e dalla velocità dell'aria.

2- Bisogna usare estrema cautela quando si utilizza la ventilazione a tunnel con animali giovani.

L'effetto raffreddante del vento su animali di quattro settimane può essere il doppio rispetto all'effetto percepito da animali di sette settimane. La ventilazione a tunnel usata con animali giovani spesso crea problemi se la temperatura è ancora troppo fredda. Tuttavia, in caso di caldo estremo, può essere necessario ventilare pulcini di solo un giorno di vita con due o tre ventilatori a tunnel.

3 - Per determinare se l'effetto raffreddante del vento è adeguato, bisogna osservare il comportamento degli animali alla ricerca di segnali che indichino se hanno caldo o freddo.

Non esiste un modo esatto per prevedere o calcolare con precisione l'effetto raffreddante. Di seguito, vi sono elencati i segnali chiave ad indicare che gli animali non sono a loro agio:

- Quando gli animali hanno caldo, migrano nelle zone più fresche del capannone o dove c'è un maggiore flusso d'aria, stringono le piume al corpo, allargano le ali per raffreddarsi con più aria, bevono di più e mangiano di meno. Qualora smettano di mangiare e inizino ad ansimare e, in particolare, i tessuti normalmente rosei diventino di un rosso scuro, saranno sicuramente sottoposti a stress da caldo.

Quando gli animali hanno freddo, rimangono sul suolo per evitare il flusso d'aria fredda, si allontanano dal percorso dell'aria e si raggruppano, oltre a "gonfiare" il piumaggio per aumentare la sua capacità isolante.

4 – Ogni azienda, sulla base della sua specifica situazione ed esperienza, può produrre le proprie linee guida per l'utilizzo della ventilazione a tunnel.

Come esempio, di seguito vengono riportate alcune linee guide per la scelta tra la modalità a tunnel o la modalità di transizione. Si tratta di linee guide generali che dovranno essere convalidate dal comportamento degli animali.

- Se la temperatura esterna è inferiore ai 21°C e gli animali hanno quattro settimane, bisogna rimanere nella modalità di transizione.
Se la temperatura esterna è di 18°C e gli animali hanno tra le cinque e le otto settimane, bisogna rimanere nella modalità di transizione.
- Se la temperatura esterna è di 15,5°C o minore e gli animali hanno otto settimane, bisogna rimanere nella modalità di transizione. Quando la temperatura esterna è troppo fredda, la ventilazione a tunnel produce più danni che benefici.
- In condizioni normali, con animali con piumaggio completamente sviluppato, non utilizzare la modalità a tunnel se servono meno della metà dei ventilatori. Farlo comporta più inconvenienti che benefici, in particolare per quanto riguarda l'uniformità della temperatura. Se meno della metà dei ventilatori sono sufficienti, bisogna rimanere nella modalità di transizione.

Punto Chiave

- Se la temperatura esterna è bassa, la ventilazione a tunnel può produrre più inconvenienti che benefici; l'età degli animali costituisce il fattore chiave.

5 – Monitorare la differenza di temperatura interna tra la zona davanti agli ingressi d'aria e quella vicino ai ventilatori. Questo valore può avere due significati diversi, secondo la situazione:

Come esempio, di seguito vengono riportate alcune linee guide per la scelta tra la modalità a tunnel o la modalità di transizione. Si tratta di linee guide generali che dovranno essere convalidate dal comportamento degli animali.

- Durante la ventilazione a tunnel nei periodi caldi, una differenza di temperatura superiore ai 3°C (normale) può indicare che il flusso d'aria non è sufficiente o che ci sono delle infiltrazioni d'aria calda esterna. In questo caso, bisogna controllare la velocità dell'aria e verificare sia che i ventilatori, le serrande e/o i pannelli non siano sporchi, sia che non ci siano porte aperte o altre possibili fonti di infiltrazione d'aria.
- Nei periodi più freddi con animali più giovani, una differenza di temperatura superiore ai 3°C tra un'estremità del capannone e l'altra durante la ventilazione a tunnel può indicare il bisogno di passare alla modalità di transizione. In questo caso, l'aumento di temperatura da un'estremità all'altra può segnalare che l'aria entrante è troppo fredda e che man mano che attraversa il capannone, raccoglie più calore del dovuto. Questo non avviene con la ventilazione di transizione perché in questo caso l'aria entra in modo uniforme attraverso gli ingressi su tutto il perimetro del capannone.

Punto Chiave

- La differenza di temperature tra un'estremità e l'altra del capannone può indicare uno scarso flusso d'aria o il bisogno di passare alla ventilazione di transizione.

6 – Appena si passa dalla fase di svezzamento alla ventilazione di tutto il capannone, è necessario installare dei recinti di contenimento.

Quando si utilizza la ventilazione a tunnel per raffreddare il capannone, gli animali tendono a spostarsi e raggrupparsi nelle zone più fresche, cioè vicino agli ingressi d'aria. I recinti di contenimento impediscono che questo accada, assicurando le stesse condizioni di crescita in tutto il capannone. I recinti devono avere un'altezza di 45-60 cm e non devono essere massicci così da impedire una buona circolazione dell'aria.

Punto Chiave

- L'utilizzo di recinti di contenimento tiene gli animali sparsi per tutto il capannone, assicurando condizioni di crescita uniformi.

7 – Qualora gli animali diano segnali di disagio per il calore mentre si utilizza la massima capacità della ventilazione a tunnel (e il sistema funziona correttamente), bisognerà iniziare il raffreddamento per evaporazione. Tuttavia, se le previsioni di temperatura del giorno sono nella fascia dei 32°C, è consigliabile iniziare il raffreddamento per evaporazione prima di accendere tutti i ventilatori a tunnel.

Nella sezione successiva questo argomento viene trattato in modo più approfondito.

Punto Chiave

- E' importante iniziare il raffreddamento per evaporazione prima che gli animali siano soggetti a stress da caldo e prima di accendere tutti i ventilatori a tunnel (ventilazione a tunnel massima).

Fattori Fondamentali per la Gestione del Raffreddamento per Evaporazione con la Ventilazione a Tunnel

Nei capannoni a tunnel si usa il raffreddamento per evaporazione abbinato all'effetto raffreddante del vento per tenere gli animali nella loro zona termica di benessere o ad una temperatura molto vicina. Il raffreddamento per evaporazione allarga la gamma di condizioni entro le quali si può ottenere un'ottima performance degli animali. Lo scopo dei sistemi di raffreddamento per evaporazione non è di abbassare la temperatura interna fino a portarla all'obiettivo, ma semplicemente di portare questa temperatura ad un valore tale da consentire al wind-chill della ventilazione a tunnel un ulteriore calo della temperatura effettiva percepita

Ad esempio, se la temperatura esterna è di 35°C e il sistema di raffreddamento per evaporazione consente una riduzione di 7°C, la temperatura reale dell'aria che entra nel capannone sarà di 28°C. Se l'effetto raffreddante del vento a una velocità di 2,54 m/s è di ulteriori 6°C, la temperatura effettiva percepita dagli animali sarà di 22°C, valore molto vicino alla temperatura ottima per animali con piumaggio completo.

Punto Chiave

- Lo scopo del raffreddamento per evaporazione è abbassare la temperatura ad un valore al quale l'effetto raffreddante del vento sia sufficiente per offrire benessere agli animali.

1 - Bisogna iniziare o programmare l'inizio del raffreddamento per evaporazione prima che gli animali siano sottoposti al caldo.

Nel caso di animali con piumaggio completamente sviluppato, il momento giusto potrebbe essere quando la temperatura dell'aria raggiunge la zona dei 27-29°C. E' più facile e conveniente evitare l'accumulo di calore in un capannone che ridurlo una volta che si è sviluppato troppo.

2 – Per iniziare il raffreddamento per evaporazione non bisogna aspettare che la ventilazione a tunnel sia al massimo della sua capacità con tutti i ventilatori in uso.

Ad esempio, utilizzare solo sei o otto ventilatori con il raffreddamento per evaporazione può essere particolarmente benefico per gli animali più giovani, che sono più sensibili all'effetto raffreddante del vento. Quanto meno ventilatori sono in uso, tanto più è ridotta la velocità del vento, il che rende il raffreddamento per evaporazione più efficace. Quindi è possibile ottenere lo stesso livello di raffreddamento ad un costo minore.

Punto Chiave

- E' economicamente vantaggioso iniziare il raffreddamento per evaporazione prima che ci siano tutti i ventilatori in uso, oltre ad essere benefico per gli animali più giovani.

3 – Una regola di base consiste nel non utilizzare il raffreddamento per evaporazione se l'umidità relativa è superiore all'80%, che in molte regioni significa nelle ore notturne o prima delle 9:00 del mattino.

La temperatura in genere cala significativamente durante la notte. Di conseguenza, in molte regioni durante l'estate, l'umidità relativa sale tanto durante la notte da annullare praticamente l'effetto del raffreddamento per evaporazione. Al contrario, nella maggior parte delle regioni, l'umidità relativa diurna durante una giornata estiva non sarà molto alta e quindi avrà senso utilizzare i nebulizzatori o i pannelli installati. Il raffreddamento per evaporazione è poco utile quando l'umidità relativa supera di molto l'80%. Tuttavia, al salire della temperatura durante una giornata calda, aumenta anche il raffreddamento prodotto dall'evaporazione.

Punto Chiave

- Regola fondamentale: non utilizzare il raffreddamento per evaporazione nelle ore notturne o prima dalle 9:00 del mattino.

4 - I sistemi di raffreddamento a pannelli sono efficaci solo quando tutta l'aria entrante passa attraverso un pannello completamente bagnato (e pulito), il che significa che sono fondamentali la manutenzione e il monitoraggio sia dell'impianto di raffreddamento che del capannone. Non deve esserci nessuna porta aperta e nessuna infiltrazione d'aria. Le tende laterali devono incastrarsi ermeticamente nel capannone. La quantità di acqua pompata deve essere giusta e i pannelli non devono essere ostruiti. E' utile ridurre il numero dei cicli di funzionamento, come lo è anche fare asciugare completamente i pannelli durante la notte, chiudendo l'erogazione d'acqua ma lasciando i ventilatori in funzione.

Punto Chiave

- La manutenzione è un aspetto fondamentale per l'efficacia del raffreddamento per evaporazione.

Non c'è Manutenzione senza Monitoraggio

Probabilmente, l'impossibilità di vedere il movimento dell'aria è l'aspetto più difficile nel garantire una buona ventilazione. Il comportamento degli animali è il più importante indicatore da controllare. Se mangiano e bevono normalmente e se sono distribuiti in modo uniforme nel capannone, significa che stanno bene. In caso contrario, bisognerà eseguire delle indagini per trovare la causa del problema. E' anche importante tenere d'occhio altri indicatori chiave. Il monitoraggio della temperatura, del movimento dell'aria, dell'umidità relativa e della pressione statica può evidenziare problemi costosi dei quali non si è ancora a conoscenza e aiutare ad evitare altri problemi prima che avvengano. Di seguito vengono elencati alcuni modi per tenere la situazione sotto controllo:

Punto Chiave

- Compito di monitoraggio 1: osservare il comportamento degli animali.

Temperatura

- I grandi termometri analogici più comunemente usati sono comodi ma imprecisi. I termometri a mercurio con registrazione di massime/minime sono più esatti e consentono di visualizzare e tenere un registro delle temperature massime e minime. I registratori di temperatura e gli igrometri stampano il registro delle oscillazioni di temperatura o di umidità relativa, il che può essere molto utile.

- I termometri devono essere montati sia in alto che in basso per controllare la stratificazione dell'aria a diverse temperature. La lettura fondamentale è la temperatura segnata al livello degli animali. A quest'altezza, servono un minimo di tre termometri per capannone: uno davanti, uno in mezzo e l'altro dietro.
- I termometri/igrometri digitali a mano non sono troppo costosi, sono veloci e possono essere utilizzati per calibrare strumenti a mercurio.
- I termometri ad infrarossi segnalano la temperatura della superficie verso la quale sono puntati e non la temperatura dell'aria. Costano di più ma aiutano ad evidenziare problemi costosi altrimenti impercettibili, come ad esempio, fessure nell'isolamento del soffitto, pavimento freddo, motori o salvavita surriscaldati, ecc.

Punti Chiave

- La temperatura è un fattore fondamentale: è importante investire in termometri di qualità e collocarli nei posti giusti.
- I termometri ad infrarossi sono utili per identificare una serie problemi di diversa natura.

Movimento dell'Aria

- I misuratori della velocità dell'aria sono strumenti accessibili, precisi e facili da usare. Questi dispositivi elettronici, in particolare i modelli a mano con termometro --che non costano molto e sono utili per via della loro accuratezza-- sono molto comodi per esaminare le condizioni all'interno del capannone.
- Piazzare bandierine in posti strategici può essere molto utile per controllare il flusso d'aria. In genere, vengono collocate lungo il soffitto e al livello degli animali. Quando sventolano, indicano che in quel punto c'è dell'aria in movimento, anche se ciò non significa che in quel punto il movimento dell'aria sia perfettamente a posto. Se pendono immobili, evidenziano, senza dubbio, la presenza di un problema.

Punto Chiave

- I misuratori della velocità dell'aria e le bandierine forniscono indicazioni molto utili nella gestione della ventilazione, che spesso deve basarsi soltanto su delle supposizioni.

Umidità Relativa

- Anche il monitoraggio dell'umidità relativa richiede qualche strumento specifico. Non esiste modo di "percepire" differenze nell'UR, che invece, se persistono, possono compromettere la performance degli animali. Per controllare l'andamento dell'UR, basta utilizzare un misuratore digitale (igrometro) poco costoso con precisione di circa +/-5%. I misuratori ad alta precisione sono più costosi, ma forniscono letture accurate al +/-2%. Ancora una volta, è importante conoscere le condizioni ambientali all'altezza degli animali, quindi sarà lì che le misurazioni dovranno essere prese.

Pressione Statica

- Per identificare problemi come infiltrazioni d'aria, serrande che non si aprono completamente, ventilatori che non funzionano al meglio, ecc., è particolarmente utile monitorare la pressione statica, sia in modo frequente che in condizioni specifiche. A questo scopo è possibile usare dei manometri a mano o a muro, che non sono costosi e sono facili da utilizzare.

Punti Chiave

- I misuratori della pressione statica sono utili nell'identificare infiltrazioni d'aria, problemi alle serrande e ai ventilatori, ecc.
- Sempre, se possibile, è consigliabile richiedere l'assistenza di un esperto. I consulenti e gli specialisti hanno accesso a strumenti di monitoraggio efficaci. Sono in grado di fornire suggerimenti, di eseguire controlli periodici del capannone e anche di indicare al personale della vostra azienda come svolgere i controlli.

Fattori di Conversione Utili

Di seguito vengono riportati valori approssimativi dei fattori di conversione dal sistema imperiale (Inglese) al sistema metrico e dal sistema metrico al sistema imperiale (Inglese) delle unità e misure più frequenti nelle pubblicazioni sulla gestione ambientale degli allevamenti commerciali.

Velocità dell'aria	In piedi per minuto ÷ 197 = metri per secondo In metri per secondo x 197 = piedi per minuto
Area	In piedi quadrati ÷ 10,76 = metri quadri In metri quadri x 10,76 = piedi quadrati
Flusso d'aria	In piedi cubi per minuto ÷ 2119 = metri cubi per secondo In metri cubi per secondo x 2119 = piedi cubi per minuto
Pressione Statica	In pollici d'acqua x 249 = Pascal In Pascal ÷ 249 = pollici d'acqua
Volume	n gallone x 3,785 = litri In litri ÷ 3,785 = galloni
Calore	In BTU x 1,055 = kilojoule In kilojoule ÷ 1,055 = BTU
Perdita di Calore	In BTU per ora per libbra x 2,323 = kilojoule per ora per chilogrammo In kilojoule per ora per chilogrammo ÷ 2.323 = BTU per ora per libbra
Lunghezza	In pollici x 2,54 = centimetri In centimetri ÷ 2,54 = pollici In piedi x 0,305 = metri In metri ÷ 0,305 = piedi
Peso	In libbre ÷ 2,2 = chilogrammi In chilogrammi x 2.2 = libbre
Intensità luminosa	In lux ÷ 0,093 = candele-piede In candele-piede x 10,764 = lux

Tabella di Conversione delle Unità di Misura

Di seguito vengono riportati valori approssimativi dei fattori di conversione dal sistema imperiale (Inglese) al sistema metrico e dal sistema metrico al sistema imperiale (Inglese) delle unità e misure più frequenti nelle pubblicazioni sulla gestione ambientale degli allevamenti commerciali.

Fahrenheit a Celsius $(^{\circ}\text{F} - 32) \div 1.8$	
$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$
105	40.56
100	37.78
95	35.00
90	32.22
85	29.44
80	26.67
75	23.89
70	21.11
65	18.33
60	15.56
55	12.78
50	10.00
45	7.22
40	4.44
35	1.67
30	1.12
25	3.90
20	6.68

Celsius a Fahrenheit $1.8^{\circ}\text{C} + 32$	
$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$
40	104
35	95
30	86
25	77
20	68
15	59
10	50
5	41
0	32
-5	23
-10	14

NOTA

Nella conversione di differenze o intervalli di temperatura, la costante +/-32° non viene utilizzata. Ad esempio, un intervallo di 15°F è uguale ad un intervallo di 8,3°C intervallo: $15 (F) \div 1,8 = 8,333 (C)$



Pur assicurando che le informazioni presentate in questo manuale sono di massima accuratezza e rilevanza, Aviagen declina ogni responsabilità per le conseguenze derivate dall'uso delle suddette informazioni per la gestione dei capi.

Per ulteriori informazioni, contattare il Dipartimento Tecnico o il Servizio Tecnico locale.

www.aviagen.com