

CATEDRA DE AGRICULTURA

Catedrático: Prof. Dr. ANDRES SUAREZ Y SUAREZ

**COMPARACION DE LA ALCALINIZACION
FISIOLOGICA DE LA CEBADA (HORDEUM VULGARE L.)
Y DE LAS ALUBIAS (PHASEOLUS VULGARIS)**

por Abilio Abundo González Arranz

INTRODUCCION:

La alimentación mineral de las plantas se efectúa principalmente bajo la forma de aniones y cationes. La alimentación nitrogenada puede hacerse, exclusiva, simultánea o sucesivamente bajo la forma de iones NO_3^- y/o NH_4^+ . Evidentemente el hecho de que la alimentación nitrogenada sea exclusivamente nítrica, amoniacal, o mezcla de ambas en diversas proporciones crea un número grande de problemas fisiológicos. Entre estos problemas están la absorción más o menos rápida del ión NH_4^+ frente al ión NO_3^- cuando estos iones están respectivamente solos o por el contrario mezclados, (influencia del pH, repercusión sobre la absorción de los otros iones, etc.) y también los relativos a la nutrición de la planta (nutrición carbonada, absorción de agua) y en particular los problemas concernientes al metabolismo del nitrógeno y de los ácidos orgánicos que justamente juegan un papel esencial en el equilibrio electrostático de los iones en la célula. Se sabe, que cuando los nitratos son reducidos en la hoja, y en consecuencia el NO_3^- desaparece, una cierta cantidad de ácidos orgánicos son distraídos del metabolismo para asegurar el equilibrio electrostático con los cationes.⁴

ARNON² dice que, el balance electrostático de los iones no incorporados en las substancias orgánicas se mantiene por la producción de ácidos orgánicos. La cantidad de aniones, ácidos orgánicos, que se encuentra en

las vacuolas de las células foliares representa un testigo de la cantidad de nitratos reducidos en la hoja.

Estos problemas son muy complejos, ya que la alimentación mineral y el metabolismo no son independientes sino que cada uno depende, a su vez, de todos los factores que juegan un papel en la fisiología de la planta. Así ARNON¹ ha demostrado que el efecto de la concentración de iones H⁺ sobre el crecimiento de la cebada alimentada con nitrógeno, sea bajo la forma nítrica o amoniacal, es diferente según la época del año.

No es posible estudiar todos los aspectos del problema, pero sí se puede comparar el efecto de la alimentación nítrica y amoniacal. Así sabemos que la absorción de nitrógeno por la planta bajo la forma de anión o catión, tiene carácter preferente sobre los otros aniones o cationes de la solución, de donde habrá alcalinización, llamada fisiológica, de la solución nutritiva, en la alimentación nítrica (NO₃⁻) y acidificación, llamada fisiológica, en la alimentación amoniacal (NH₄⁺) porque el nitrógeno, bajo la forma de anión o catión, en cada caso, es preferentemente absorbido por la planta.

Al comparar el maíz y el tomate, cultivados en solución nítrica, la alcalinización producida por el maíz es superior a la producida por el tomate. En el maíz el ión (NO₃⁻) es metabolizado rápidamente en la raíz, el ión nítrico desaparece pronto de estas que nuevamente absorben NO₃⁻ del medio y a continuación gran parte de los cationes quedan en la solución. La respiración de las raíces enriquece el medio en H₂CO₃ que nosotros debemos hacer desaparecer en la técnica al querer medir la alcalinización. En el tomate la alcalinización es más débil. El ión NO₃⁻ es absorbido y transportado, bajo la forma de nitratos (nitrato potásico, por ejemplo), a la hoja para colaborar a la formación de los aminoácidos, porque según COÏC, LESAINT y col.⁵ la migración de la mayor parte de los nitratos absorbidos se hace bajo la forma de sales.

Estudiadas comparativamente la alcalinización fisiológica de dos plantas, tan diferentes bajo el punto de vista fisiológico, como el maíz y el tomate⁶ pensamos que sería útil, e interesante, considerar este fenómeno en plantas de familias diferentes como la cebada (gramínea) y la alubia (leguminosa).

MATERIAL Y METODOS:

Se cultivaron plantas muy jóvenes de cebada y judías en una solución mineral nutritiva con burbujeo de aire y con una composición, en macroelementos, como la que se dé en la siguiente fórmula:

	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Total
K ⁺	4,3	1		5,3
Ca ⁺⁺	7,4			7,4
Mg ⁺⁺	0,3			1,8
H ⁺		2	1,5	2
Total	12	3	1,5	16,5

(Los iones se expresan en equivalentes miligramo por litro)

Como puede verse utilizamos fosfato monopotásico. Los oligoelementos se aportaron, como se hace habitualmente, bajo la forma de sulfatos.

Las pruebas propiamente dichas comenzaron cuando las raíces de las plantas habían alcanzado un estado suficiente de crecimiento. La solución nutritiva fue hecha con agua desionizada y los valores del pH, medidos al comienzo de las pruebas, se indican en la tabla correspondiente así como la concentración de iones nítricos de la solución nutritiva, en la cual se sumergían las plantas durante 72 horas. Se hicieron cuatro repeticiones para cada tratamiento. El tiempo de las pruebas ha sido aumentado, con relación a otro trabajo,⁶ considerando que, durante la época en que tenía lugar la experiencia, la fotosíntesis era menos activa, con lo que se ponía a disposición de la planta menos cantidad de carbohidratos, substrato necesario para la respiración de las raíces y ligada íntimamente a la absorción de nutrientes y agua, por lo que consideramos que la alcalinización podía ser menor.

Para las determinaciones analíticas se han seguido en todo las mismas técnicas que en otro trabajo,⁶ y el NO_3^- fue determinado por el método de CONWAY.³

RESULTADOS:

La tabla I presenta los resultados obtenidos (media de las determinaciones hechas sobre cada una de 4 repeticiones).

TABLA I. 1.
Resultados obtenidos por cubeta

	Cebada			Alubias		
	30/9/69	7/10/68	14/10/68	30/9/69	7/10/68	14/10/68
pH inicial	5,5	5,7	5,7	5,5	5,7	5,7
pH final	6,2	6,3	6,4	6,2	6,3	6,5
alcalinización (en meq).	2,3	3,9	4,5	1,75	2,7	3,2
NO_3^- absorbido	7,9	10,7	13,7	10,4	10,3	15,0
alealinización	0,29	0,36	0,33	0,17	0,26	0,21
Concentración inicial de la solución en NO_3^- (en meq litro)	11,95	11,14	12,15	11,95	11,4	12,15
Concentración final de la solución en NO_3^- (en meq litro)	11,6	10,9	11,6	11,7	11,2	11,9
Volumen absorbido (en cc)	481,0	627,0	875,0	760,5	768,0	1112,0
NO_3^- absorbido (en meq) por litro de agua absorbida	16,4	17,1	15,7	13,6	13,4	13,5
Peso fresco de la raíz (g).			53,0			66,6
Peso fresco de la parte aérea (g)			177,8			203,2

(meq=miliequivalentes)

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Por el examen de los datos obtenidos vemos, en primer lugar, que la alcalinización fisiológica, tanto si se expresa por la elevación del pH, como si se mide por alcalimetría, aumenta tanto en la cebada como en las alubias, a medida que la planta tiene más días, a pesar de que, como hemos dicho, en la época en que se han realizado las pruebas, los días iban decreciendo, y, por consiguiente, la intensidad de la fotosíntesis disminuyendo y, teóricamente, tiene que haber menor alcalinización al disminuir cuantitativamente la producción de carbohidratos. Siendo estos el substrato empleado para la respiración de las raíces, de la cual depende a su vez la absorción de nutrientes y agua, decrecerá la absorción, y con ella la cantidad de nitratos absorbidos y por tanto será inferior la alcalinización. Pero puesto que la alcalinización fisiológica resulta de las diferentes velocidades de absorción de aniones y cationes, es necesario que, para las dos plantas, la velocidad de absorción de iones, y particularmente de nitratos sea la misma, nosotros vemos, en esta experiencia, que las cantidades de nitratos absorbidos son aproximadamente las mismas, la absorción es un poco más rápida en las alubias que en la cebada, siendo también mayores el peso fresco de la parte aérea y el peso fresco de las raíces.

La alcalinización fisiológica relacionada con la cantidad de nitratos absorbidos, que expresa, según Coïc, la proporción de NO_3^- reducido en las raíces, es, aproximadamente, 1,5 veces más en la cebada que en las alubias.

Como en el caso del maíz y del tomate⁶ atribuimos esta diferencia al distinto poder metabólico para los nitratos en los sistemas radiculares de la cebada y de las judías, para una absorción global similar, y puede atribuirse a una mayor actividad de la nitrato-reductasa en las raíces de la cebada a pesar de que el peso de sus raíces sea menor que en las alubias, aunque quizás tenga mayor superficie de absorción la cebada que aquéllas.

Pudiera suceder que, lo mismo que ocurre en el tomate en relación con el maíz, las alubias reduzcan mayor cantidad de nitratos en las hojas que la cebada y, como decimos, menos en la raíz, lo que explica que al haber menos reducción de NO_3^- en la raíz, haya proporcionalmente, menor absorción de este anión y mayor absorción de cationes por lo que la alcalinización fisiológica es mayor en la cebada que en las alubias.

De todo ello se desprende que, bajo el punto de vista estudiado, pudiera considerarse la cebada semejante al maíz y las alubias al tomate.

Comprobando al mismo tiempo que en alimentación nítrica, el fenómeno de alcalinización se presenta en la cebada (gramínea) y alubias (leguminosa) que pertenecen a familias botánicas diferentes.

CONCLUSIONES:

1.^a La alcalinización fisiológica, tanto si se expresa por la elevación del pH, o bien por alcalimetría, se presenta en la cebada y alubias, incrementándose a medida que aumenta la edad de la planta.

2.^a Las cantidades de nitratos absorbidas son aproximadamente las mismas, pero la absorción es un poco más rápida en las alubias que en la cebada, siendo también mayores el peso fresco de la parte aérea y el peso fresco de las raíces. La cantidad de nitratos absorbidos aumenta a medida que lo hace la edad de las plantas.

3.^a La relación «alcalinización fisiológica cantidad de nitratos absorbidos», que expresa, según Coïc, la proporción de NO_3^- reducido en las raíces, es aproximadamente 1,5 veces mayor en la cebada que en las alubias.

4.^a Como en el caso del maíz y del tomate esta diferencia puede atribuirse al distinto poder de metabolización de nitratos en los sistemas radiculares de la cebada y de las judías, para una absorción global similar, y pensamos que la causa puede estar en la mayor actividad de la nitrato-recuctasa en las raíces de la cebada a pesar de que el peso de sus raíces es menor que el peso de las raíces de las alubias, quizás por presentar una mayor superficie de absorción la cebada que las judías.

5.^a Pudiera suceder que, lo mismo que ocurre en el tomate con respecto al maíz, las alubias reduzcan más cantidad de nitratos en las hojas que la cebada y, como decimos, menos en la raíz, lo que explica que al haber menor reducción de NO_3^- en la raíz hay, proporcionalmente, menor absorción de este anión y mayor absorción de cationes, por lo que la alcalinización fisiológica es mayor en la cebada que en las alubias.

RESUMEN:

Se estudia, comparativamente, la alcalinización fisiológica en plantas de dos familias diferentes, cebada (*Hordeum vulgare L.*) (gramínea) y alubias (*Phaseolus vulgaris*) (leguminosa), comprobando que al igual

que en maíz y tomate se presenta este fenómeno y que bajo este aspecto la cebada se comporta de un modo semejante al maíz y las alubias al tomate.

RESUME

On a effectué une étude comparative de l'alcalinisation physiologique dans des plantes appartenant à deux familles différentes: l'orge (*Hordeum vulgare L.*) et les haricots (*Phaseolus vulgaris*). On a constaté que ce phénomène existe aussi dans le maïs et dans les tomates, et que sous cet aspect, l'orge (graminée) se comporte d'une manière similaire au maïs, et les haricots (légumineuses) d'une manière similaire aux tomates.

SUMMARY

We have carried out a comparative study on the physiological alcalinisation in some plants pertaining to two different species: barley (*Hordeum vulgare L.*) and beans (*Phaseolus vulgaris*). This same phenomenon is also found in corn and in tomatoes. The behaviour of barley (graminaceous plant) is similar to that of corn, and the behaviour of beans (leguminous plant) is similar to that of tomatoes.

BIBLIOGRAFIA

1. ARNON, D. I. (1937).—Ammonium and nitrate nitrogen nutrition of barley at different seasons in relation to hydrogen ion concentration, manganese, cooper and oxygen supply. *Soil. Sci.*, 44, 91-113.
2. ARNON, D. I. (1939).—Effect of ammonium and nitrate nitrogen of mineral composition and sap characteristics of barley. *Soil. Sci.*, 48, 295-307.
3. CONWAY, E. J. (1950).—«Microdiffusion analysis and volumetric error». Crosby Lockwood and Son Ltd.
4. COÏC, Y., LESAINT, C. et LE ROUX, F. (1961).—Comparaison de l'influence de la solution nitrique et ammoniacale, combinée ou non avec une déficience en acid phosphorique, sur l'absorption et le metabolisme des anions-cations et plus particulièrement des acides organiques chez le maïs. Comparaison du maïs et de la tomate quant à l'effet de la nature de l'alimentation azotée. *Ann. Physiol. Vég.*, 3, 141-163.

5. Coïc, Y. LESAINT et Col. Comunicación personal.
6. GONZÁLEZ ARRANZ, A. A. (1969). —El cultivo en soluciones nutritivas sintéticas. I. Comparación de la alcalinización fisiológica del maíz (*Zea mays* L.) y del tomate (*Lycopersicum esculentum*). II Comparación del crecimiento y necesidades nutritivas de algunas gramíneas forrajeras. An. Fac. Vet. de León. Tomo XV, pág. 151-173.